

## SOMMAIRE

Pages

**AVIS adopté par le Conseil économique et social au cours de sa séance du 27 mars 2002..... I - 1****INTRODUCTION .....3****I - PROBLÉMATIQUE.....5**

1. Les modes traditionnels de pensée doivent évoluer.....6
2. La mise en commun des moyens de la recherche devient  
primordiale.....7
3. La constitution d'équipes pluridisciplinaires est à privilégier .....7

**II - PROPOSITIONS .....8**

1. La formation : s'adapter à la pluridisciplinarité et engager les  
synergies .....8
2. Les métiers et les acteurs de la recherche : ouverture vers  
pluridisciplinarité et synergies .....12
3. L'interaction de la recherche avec l'économie et la société .....18
4. Aménagement du territoire, coopération internationale et  
construction de l'Europe de la recherche .....24
5. Pluridisciplinarité et « technoscience » : pour une approche  
éthique « intégrative ».....27

**CONCLUSION.....31****ANNEXE A L'AVIS.....33****SCRUTIN.....33****DÉCLARATIONS DES GROUPES.....35****RAPPORT présenté au nom de la section des activités productives, de la recherche et de la technologie par M. Alain Pompidou, rapporteur.. II - 1****INTRODUCTION .....5****CHAPITRE I - ENJEUX ET ÉCUEILS .....11****I - UN NOUVEAU PAYSAGE : LA « TECHNOSCIENCE » .....11****II - LA GESTION DE LA COMPLEXITÉ : UN NOUVEL ENJEU..14****III - DES OBSTACLES À SURMONTER .....15****IV - DE LA PLURIDISCIPLINARITÉ AUX SYNERGIES .....18****V - COMMENT RELEVER LES DÉFIS .....19**

1. Créer une dynamique porteuse .....19
2. Conjuguer « technoscience », économie et demande sociale .....20

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3. Allier excellence technico-scientifique et compétitivité économique .....                | 21        |
| <b>CHAPITRE II - LA FORMATION POUR LA RECHERCHE : UNE FORMATION ÉCLAIRANTE .....</b>        | <b>23</b> |
| <b>I - UNE FORMATION ADAPTÉE DÈS L'ÉCOLE PRIMAIRE.....</b>                                  | <b>24</b> |
| <b>II - UNE FORMATION RENFORCÉE DANS LE SECONDAIRE ..</b>                                   | <b>25</b> |
| <b>III - UN ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ ADAPTÉ AUX MÉTIERS DE LA RECHERCHE .....</b>            | <b>26</b> |
| 1. L'enseignement technique orienté vers la recherche .....                                 | 26        |
| 2. L'enseignement supérieur pour la recherche .....                                         | 27        |
| <b>CHAPITRE III - LES MÉTIERS DE LA RECHERCHE .....</b>                                     | <b>39</b> |
| <b>I - LA RECHERCHE FONDAMENTALE .....</b>                                                  | <b>39</b> |
| <b>II - LA RECHERCHE FINALISÉE .....</b>                                                    | <b>41</b> |
| <b>III - LA « TECHNOSCIENCE » .....</b>                                                     | <b>41</b> |
| <b>IV - PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LES ORGANISMES DE RECHERCHE PUBLICS .....</b> | <b>45</b> |
| 1. La vocation généraliste : le CNRS .....                                                  | 45        |
| 2. La vocation spécialisée .....                                                            | 45        |
| 3. Le cas des sciences du vivant : vers des partenariats entre organismes .....             | 46        |
| 4. Evolution rapide des métiers de la recherche .....                                       | 47        |
| 5. Susciter des capacités d'adaptation .....                                                | 51        |
| <b>V - PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LA RECHERCHE INDUSTRIELLE .....</b>            | <b>52</b> |
| 1. L'exercice de la complémentarité dans les grandes entreprises .....                      | 52        |
| 2. La recherche et l'innovation dans les PME et l'artisanat .....                           | 56        |
| <b>VI - VALORISATION DES RECHERCHES PAR LES CHERCHEURS : UNE APPROCHE ORIENTÉE .....</b>    | <b>60</b> |
| 1. Découverte et invention .....                                                            | 60        |
| 2. Des obstacles aux retombées économiques d'une recherche de qualité .....                 | 61        |
| 3. Vers une évolution des mentalités .....                                                  | 62        |
| <b>VII - LA DIFFUSION DES RECHERCHES DANS LE CADRE DES ACTIVITÉS PRODUCTIVES .....</b>      | <b>64</b> |
| <b>VIII - UNE ORIENTATION STRATÉGIQUE DES MÉTIERS DE LA RECHERCHE.....</b>                  | <b>65</b> |
| <b>CHAPITRE IV - PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES : QUELQUES EXEMPLES.....</b>              | <b>69</b> |
| <b>I - UNE LOGIQUE SPÉCULATIVE POUR PRÉPARER L'AVENIR TECHNOLOGIQUE.....</b>                | <b>69</b> |

|                                                                                                            |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 1. Les spécificités de l'informatique.....                                                                 | 69         |
| 2. La simulation numérique : une approche novatrice.....                                                   | 71         |
| <b>II - UNE RECHERCHE INDUSTRIELLE PERFORMANTE<br/>FONDÉE SUR UNE RECHERCHE DE BASE SOLIDE.....</b>        | <b>74</b>  |
| 1. La recherche au CEA : des objectifs fondés sur une approche<br>diversifiée.....                         | 74         |
| 2. Les nouveaux matériaux : une maîtrise des procédés, facteur<br>d'irrigation du maillage industriel..... | 78         |
| <b>III - UNE APPROCHE SPÉCIALISÉE AU SERVICE DES<br/>RUPTURES TECHNOLOGIQUES .....</b>                     | <b>82</b>  |
| 1. L'univers nanométrique.....                                                                             | 82         |
| 2. Le monde des biotechnologies .....                                                                      | 85         |
| <b>CHAPITRE V - L'ÉTHIQUE DES TECHNOSCIENCES .....</b>                                                     | <b>89</b>  |
| <b>I - L'HOMME ET LES TECHNOSCIENCES : UNE<br/>NOUVELLE APPROCHE ÉTHIQUE.....</b>                          | <b>89</b>  |
| 1. La démarche éthique.....                                                                                | 89         |
| 2. L'éthique morale de l'action.....                                                                       | 90         |
| 3. L'éthique, pensée du risque .....                                                                       | 90         |
| 4. La confrontation des acteurs de la recherche face à l'opinion<br>publique .....                         | 91         |
| 5. Technoscience, éthique et société.....                                                                  | 91         |
| <b>II - EXPERTISE PLURIDISCIPLINAIRE ET PÉDAGOGIE DE<br/>LA MÉDIATION .....</b>                            | <b>93</b>  |
| <b>CHAPITRE VI - VERS UNE NOUVELLE GOUVERNANCE :<br/>ÉVALUATION, EXPERTISE ET PROSPECTIVE.....</b>         | <b>97</b>  |
| <b>I - L'ÉVALUATION DE LA RECHERCHE ET DES<br/>CHERCHEURS.....</b>                                         | <b>97</b>  |
| <b>II - L'EXPERTISE DE LA « TECHNOLOGIE » ET DE SES<br/>RETOMBÉES.....</b>                                 | <b>99</b>  |
| <b>III - LA PROSPECTIVE.....</b>                                                                           | <b>100</b> |
| 1. Anticiper les avancées technico-scientifiques .....                                                     | 100        |
| 2. Evaluer la demande et l'acceptabilité sociales .....                                                    | 101        |
| <b>CHAPITRE VII - RÉGIONS, AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET<br/>COOPÉRATIONS INTERNATIONALES.....</b>          | <b>103</b> |
| <b>I - RECHERCHE EN RÉGIONS ET AMÉNAGEMENT DU<br/>TERRITOIRE .....</b>                                     | <b>103</b> |
| <b>II - L'INTERNATIONALISATION DE LA RECHERCHE .....</b>                                                   | <b>108</b> |
| 1. Les pays industrialisés.....                                                                            | 109        |
| 2. Les pays en développement.....                                                                          | 111        |
| 3. Les pays à économie émergente ou nouveaux pays industrialisés<br>(NPI) .....                            | 112        |

|                                                                                                                                    |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>CHAPITRE VIII - LA CONSTRUCTION EUROPÉENNE : UNE ÉCOLE DE PLURIDISCIPLINARITÉ ET DE SYNERGIES.....</b>                          | <b>115</b> |
| <b>I - QUELLE APPROCHE COMMUNAUTAIRE POUR LA RECHERCHE ? .....</b>                                                                 | <b>115</b> |
| <b>II - QUELLE POLITIQUE DE RECHERCHE POUR LA FRANCE DANS L'UNION EUROPÉENNE ?.....</b>                                            | <b>116</b> |
| <b>III - LA PRÉPARATION DU SIXIÈME PROGRAMME CADRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE.....</b>                            | <b>118</b> |
| 1. L'ébauche du sixième PCRD ..... 118                                                                                             |            |
| 2. Le déroulement des négociations : vers pluridisciplinarité et synergies .....                                                   | 120        |
| <b>CHAPITRE IX - LA POLITIQUE DE RECHERCHE REVISITÉE : UNE NOUVELLE APPROCHE FONDÉE SUR PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES .....</b> | <b>125</b> |
| <b>I - L'EXEMPLE FRANÇAIS : UN ESSAI À TRANSFORMER....</b>                                                                         | <b>125</b> |
| <b>II - VERS PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LA RECHERCHE PUBLIQUE .....</b>                                                 | <b>125</b> |
| <b>III - LA RECHERCHE EN ENTREPRISE : PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES .....</b>                                                   | <b>129</b> |
| <b>IV - PANORAMA ET STRATÉGIES DES ENTREPRISES.....</b>                                                                            | <b>129</b> |
| 1. Un nouveau paysage pour la recherche industrielle .....                                                                         | 129        |
| 2. De nouvelles données stratégiques.....                                                                                          | 130        |
| <b>CONCLUSION.....</b>                                                                                                             | <b>137</b> |
| <b>ANNEXE.....</b>                                                                                                                 | <b>139</b> |
| <b>LES ENTRETIENS D'ÉNA : COLLOQUE .....</b>                                                                                       | <b>141</b> |
| <b>Formation à la recherche : préparer les synergies .....</b>                                                                     | <b>147</b> |
| <b>Les métiers de la recherche .....</b>                                                                                           | <b>159</b> |
| <b>L'entreprise .....</b>                                                                                                          | <b>171</b> |
| <b>Orientations stratégiques : synergies entre universités, écoles d'ingénieurs, organismes et entreprises .....</b>               | <b>181</b> |
| <b>Les synergies de compétences au service d'une éthique des sciences et des technologies .....</b>                                | <b>195</b> |
| <b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>                                                                                                         | <b>220</b> |
| <b>LISTE DES SIGLES.....</b>                                                                                                       | <b>227</b> |

## **AVIS**

**adopté par le Conseil économique et social  
au cours de sa séance du 27 mars 2002**



Le Conseil économique et social s'est saisi, le 15 février 2000, du sujet intitulé : « *Pluridisciplinarité et synergies : une nécessité pour la recherche* ».<sup>1</sup>

La préparation du projet d'avis a été confiée à la section des activités productives de la recherche et de la technologie qui a désigné M. Alain Poupodou comme rapporteur.

## INTRODUCTION

Jamais la connaissance n'a avancé aussi loin dans l'infiniment grand et dans l'infiniment petit. Jamais le champ de l'investigation scientifique n'a été aussi large. Jamais les procédés et les instruments, apanage des technologies nouvelles, n'ont permis une analyse aussi approfondie et détaillée des objets observés, voire même la fabrication de produits aussi innovants et performants.

Les percées scientifiques et techniques ont ainsi doté l'Homme d'une nouvelle dimension qui lui permet d'exercer de nouveaux pouvoirs.

Parallèlement, la société contemporaine est marquée par la revendication, de plus en plus affirmée, de replacer l'Homme au centre du débat ; revendication qui se traduit par une exigence accrue de transparence et de démocratie conduisant à une implication plus large dans les grands choix de société.

Cependant, cette société du monde dit « *post-moderne* » doit composer avec deux paradoxes distincts.

La maîtrise de plus en plus poussée de la nature par les scientifiques, conduit à une forme d'appropriation de la vie et de son environnement. Cette maîtrise peut être alors perçue comme une dépossession par une opinion publique qui se sent désarmée, voire désorientée.

La mondialisation qui favorise les échanges, est perçue par une grande partie des populations comme une menace pour ses références et ses repères traditionnels. A travers l'accélération des communications terrestres et aériennes, à travers la rapidité d'extension de la toile informatique, la perception des notions d'espace et de temps est remise en cause.

Une dérive utilitariste, poussée à l'extrême, risquerait de représenter un danger pour les femmes et les hommes d'aujourd'hui ainsi que pour les générations futures, confrontés à des formes jusque là inconnues, voire même encore inconcevables, de connaissance, de production et d'enrichissement. La société d'aujourd'hui doit faire appel à la fois à ses capacités d'adaptation et de jugement afin d'éviter que le « *tout possible* » se confonde avec le « *tout permis* ».

Sans doute, est-on en droit de penser qu'il s'agit là d'une « *deuxième Renaissance* » qu'il convient, désormais, d'organiser.

Définir la place de ces nouveaux territoires économiques, sociaux et culturels, doit constituer une préoccupation majeure.

---

<sup>1</sup> L'ensemble du projet d'avis a été adopté au scrutin public par 168 voix et 2 abstentions (voir résultat du vote en annexe)

On prendra le parti d'aborder ici ces préoccupations à travers le thème de la pluridisciplinarité et des synergies dans la recherche.

La recherche : parce qu'elle se situe autant au cœur de la démarche scientifique et technique que de l'évolution économique et sociale.

La pluridisciplinarité : parce qu'aujourd'hui, même si il reste un pionnier, le chercheur n'est plus condamné à l'isolement. Il peut nourrir ses réflexions des expériences acquises dans d'autres champs de connaissances que celui qui lui est familier. Il est en particulier confronté à l'avènement de la « *technoscience* » lié à l'obsolescence du modèle séquentiel de la science vers ses applications. Désormais, la science s'appuie sur les techniques nouvelles qui, en retour, permettent d'élargir le champ des connaissances.

Les synergies : parce que la complexité de la démarche du chercheur fait appel à l'interaction des compétences, à la complémentarité des approches. Celles-ci mettent en jeu les potentialités ouvertes par les efforts consentis par les chercheurs, les nations et donc par la population.

En raison de la spécialisation croissante des approches scientifiques et techniques et de leur coût, il n'est plus possible aujourd'hui, pour une seule et même Nation, à l'exception, peut-être, des Etats-Unis, de mener de front des activités de recherche, dans tous les domaines. Néanmoins, les responsables politiques ont le devoir de se préoccuper des augmentations nécessaires de certains budgets de recherche.

Des choix politiques s'imposent à l'Europe, en fonction de ses orientations stratégiques et des compétences acquises, afin d'identifier les domaines d'excellence, destinés à orienter les options susceptibles de porter leurs fruits.

Il s'agit dès lors de situer au mieux notre pays dans la compétition internationale tant sur le plan de la recherche scientifique et technique que sur celui des activités productives. Une telle démarche n'est pas exclusive, bien au contraire, de celle fondée sur la promotion d'une approche à la fois pluridisciplinaire et synergique de la politique de recherche française.



## I - PROBLÉMATIQUE

Confronté aux défis liés à la mondialisation de la science, de la technologie, des technosciences, de l'économie et de la société, confronté à l'imprévu voire à l'inconcevable, le chercheur se trouve toujours davantage projeté dans la gestion de la complexité.

Tout en se référant à ses connaissances de base mono disciplinaires, il doit désormais élargir le champ de ses compétences et renforcer ses capacités de dialogue pour répondre à des impératifs de compétitivité scientifique, technologique et socio-économique.

C'est dire si la nécessité d'une orientation pluridisciplinaire et d'une approche synergique est désormais un impératif. Elle n'est pas dépourvue d'obstacles et se heurte donc :

- aux cloisonnements des structures traditionnelles de recherche ;
- aux risques d'atteinte à l'indépendance du chercheur qui souhaite rester maître de sa démarche scientifique et technique. Ils rendent compte de la tendance à « *l'ésotérisme* » de certains chercheurs, causé par un réflexe protectionniste, voire corporatiste, facteur d'opacité des activités de recherche ;
- au refus de certains chercheurs de subir les contraintes tant des contrats d'objectifs élaborés par les administrations que de celles des cahiers des charges des donneurs d'ordres industriels ;
- à l'indifférence des décideurs politiques et à une forme d'incompréhension de la part des acteurs économiques ;
- aux exigences et critiques de la société qui peut percevoir les avancées liées au progrès scientifique et technique comme de nouveaux enjeux de pouvoirs et comme un risque d'appropriation de l'être humain par les technosciences.

Dans un tel contexte, situer les activités du chercheur par rapport à la nouvelle « donne » économique et sociale et tenter de définir des objectifs stratégiques pour l'avenir de la politique de recherche, conduit à engager une réflexion sur :

- la gestion de la complexité ;
- les évolutions de la société ;
- l'apparition de nouvelles « cultures ».

Il s'agit alors de situer la « *technoscience* » dans un contexte diversifié et mondialisé.

Le modèle traditionnel conduisant de la science vers ses applications n'est plus d'actualité. La recherche dont la performance est directement liée à celle de l'outil technologique, produit, en effet, de l'innovation technique qui pose elle-même de nouveaux problèmes de recherche en un mouvement systémique.

La capacité à :

- combiner différentes approches disciplinaires pour assurer la performance et donc la compétitivité des technosciences ;
- sensibiliser les acteurs de la recherche, à tous les niveaux de responsabilité, à dépasser les compétences spécialisées souvent acquises à travers et au service d'un contexte mono disciplinaire ;
- composer, dans le domaine des technosciences, avec des approches très diversifiées : économiques, sociologiques, éthiques, dans un contexte de mondialisation des communications et des échanges ;
- et à abandonner les rigidités et cloisonnements qui dominent encore trop souvent la vie des laboratoires et des organismes de recherche,

est la condition déterminante de la réussite du passage à la pluridisciplinarité et aux synergies dans la recherche, étant entendu qu'il ne peut y avoir pluridisciplinarité sans une solide formation de base, mono disciplinaire, dont il convient de maintenir la qualité.

Trois principes qui sont autant de conditions, doivent ouvrir le chemin et guider la marche afin de donner un nouvel élan à la recherche française.

### **1. Les modes traditionnels de pensée doivent évoluer**

La « *technoscience* » est par nature pluridisciplinaire. Dès lors la concertation et le dialogue au sein d'une même discipline à facettes multiples, ainsi qu'entre disciplines différentes, souvent complémentaires, doivent être favorisés. Les chercheurs doivent être engagés à une analyse aussi large et complète que possible, orientée vers l'identification et la construction des objets de la recherche.

Un « va et vient » permanent entre recherche fondamentale et recherche appliquée doit être assuré et l'interaction entre des approches disciplinaires diversifiées doit être favorisée : elle est indispensable pour comprendre le comportement d'un système complexe et traiter les difficultés d'interface, en se situant au-delà de la simple juxtaposition des résultats.

En bref, une approche intégrée, voire « *intégrative* », doit être privilégiée, en systématisant la confrontation pluridisciplinaire qui seule permet de lever les idées fausses, d'identifier les biais, de faire émerger les questions à poser et les problèmes à résoudre. Ainsi, la « valeur ajoutée » sera assurée par la conjugaison de compétences complémentaires autour d'un même objet de recherche.

Une nouvelle logique d'expertise des individus et des équipes doit être engagée. Elle est destinée à analyser la production scientifique et les avancées technologiques dans leur substance et dans leurs effets et à engager une démarche prospective et comparative. Elle permettra d'anticiper les changements et donc de mieux préparer les évolutions mais également de répondre aux interrogations et exigences de l'opinion publique.

## **2. La mise en commun des moyens de la recherche devient primordiale**

Il s'agit de savoir partager, pour un bénéfice mutuel et réciproque, des moyens d'études et d'élaboration des projets de recherche et de les mettre au service d'une approche pluridisciplinaire au sein d'un même laboratoire ; dans un même institut de recherche ; dans le cadre d'un réseau de laboratoires ; entre organismes différents.

Les très grands équipements, mis en place dans le cadre de projets généralement pluridisciplinaires, représentent un exemple du partage des moyens et des compétences. Ce doit être le cas pour les installations ou les instruments technologiques spécialisés, tels que les « *salles blanches* » pour la micro électronique et les nanotechnologies, les installations de simulations, les centres de calcul, les centres de séquençage des génomes des êtres vivants.

Il faut aussi assurer à chacun des partenaires une participation suffisante à l'utilisation de ces installations et à la mise en œuvre de ces outils, c'est ainsi que l'on parviendra à une économie de moyens et à une amplification de la portée des résultats.

## **3. La constitution d'équipes pluridisciplinaires est à privilégier**

A cet égard les problèmes de recherche doivent être abordés dans leur globalité par une approche intégrée, visant à identifier les points durs.

Les chercheurs et les équipes doivent être mis en réseau afin de favoriser le transfert d'idées et l'élaboration de concepts et de produits technologiques nouveaux. A cet effet, il conviendrait de réunir, autour d'un même objectif, un ensemble de compétences diversifiées intégrant les différentes composantes d'un même projet. L'approche technico-scientifique, lorsqu'il s'agit d'identifier la meilleure valorisation en vue de la commercialisation des inventions technologiques, devrait être élargie. Dans ce cadre, sans se substituer à la stratégie des entreprises, le recours à la recherche en sciences humaines et sociales doit permettre d'évaluer les tendances, d'engager une réflexion prospective destinée à relativiser la pression naturelle exercée par les chercheurs.

Les regroupements de chercheurs venant d'horizons différents devraient être assurés sans entraver la démarche propre à la création de connaissances qui est fondée sur la durée. Plutôt que de s'engager dans un rendement à court terme, il conviendrait de s'appuyer sur une recherche de base solide et suffisamment mûrie, ce qui est gage d'efficacité. De même, des concertations régulières fondées sur les échanges d'expériences et de concepts devraient être systématisées. Ainsi, plusieurs disciplines devraient pouvoir évoluer autour d'un même objectif scientifique et d'un même cahier des charges industriel. Les interactions entre les objets de recherche, leurs structures, leurs fonctions et leurs applications ainsi que leurs potentiels industriels et commerciaux, devraient être maîtrisées.

Des approches contradictoires devraient être favorisées pour alimenter une vision critique et donc dynamique d'un projet pluridisciplinaire. Il mettra alors en synergie différents acteurs situés à l'interface de disciplines différentes.

L'appel à des « *consortiums hybrides* » pluridisciplinaires devrait être plus fréquent, en suscitant des interactions qui respectent les hiérarchies fondées sur la conception et la structure du projet, au service d'objectifs identifiés de façon collégiale. Une telle démarche se trouve aujourd'hui facilitée par les possibilités de mise en réseaux liées à l'explosion des technologies d'information et de communication.

La collaboration, autour d'un même objectif, des acteurs de la « *technoscience* », de la finance, du management industriel, du marketing et de la commercialisation, en vue de l'élargissement des parts de marché des produits technologiques devrait être favorisée.

Les nouvelles problématiques créées par pluridisciplinarité et synergies dans la recherche se déclinent alors à plusieurs niveaux à propos desquels le Conseil économique et social formule les propositions suivantes : il s'agit de :

- la formation à la recherche ;
- les métiers de la recherche et les interactions entre acteurs de la recherche à travers les universités, les instituts et les entreprises ;
- les interactions de la recherche avec l'économie et la société ;
- l'aménagement du territoire, la coopération internationale et la construction de l'Europe de la recherche ;
- l'éthique de la « *technoscience* ».

## II - PROPOSITIONS

### 1. La formation : s'adapter à la pluridisciplinarité et engager les synergies

Sans doute notre formation à la recherche est-elle encore trop scolaire, rythmée par les diplômes, cloisonnée par les disciplines et les territoires, voire même parfois décourageante pour les jeunes talents, et enfin inadaptée à la gestion de la complexité des sciences et des techniques, à l'évolutivité des systèmes de communication et aux besoins du monde économique.

#### 1.1. L'enseignement primaire et secondaire

Il se situe à une période privilégiée du développement de l'individu.

Favoriser la prise de conscience de la nécessaire pluridisciplinarité et des approches synergiques en cette période de la vie où les esprits neufs ignorent, ou devraient ignorer, les soucis matériels et les enjeux de pouvoir constitue une réelle occasion pour ouvrir l'esprit des plus jeunes aux technosciences, dès les premières étapes de la scolarité sans néanmoins surcharger les programmes.

Sans prétendre vouloir réformer en profondeur les programmes scolaires, ce qui n'est pas l'objet du présent avis, le Conseil économique et social engage néanmoins à concevoir un projet éducatif approfondi et concerté afin de répondre à la perte d'attractivité des métiers scientifiques et techniques et de sensibiliser à l'approche scientifique, dès le plus jeune âge et tout au long du cursus de l'enseignement secondaire.

Une fois rappelé le fait essentiel que la structuration et la conceptualisation des savoirs sont de beaucoup plus importantes que leur accumulation, il convient de :

- familiariser les plus jeunes à l'usage des outils électroniques, tout en privilégiant l'approche critique permettant un questionnement ;
- favoriser, dès le secondaire, la sensibilisation à la recherche, y compris par le recours aux stages dans les laboratoires, dans le cadre des stages en entreprises, mais également dans les laboratoires étrangers et notamment européens ;
- développer l'enseignement de l'histoire et celui de la philosophie des sciences et des techniques afin de permettre à l'élève de se situer dans la durée et de relativiser la pression exercée sur lui par l'offre technologique nouvelle qui fait désormais partie de notre vie quotidienne ;
- tenter de combler, même si cela s'avère une tâche difficile, par des programmes adaptés, le décalage qui existe entre la rapidité d'évolution des technosciences et l'évolution du bagage scientifique et technique des jeunes citoyens.

Ceci permettra avant même l'enseignement supérieur, de développer l'esprit critique et de sensibiliser les mentalités à la notion de prise de risque technologique.

### *1.2. L'enseignement technique*

Donner à l'enseignement technique la place qu'il mérite et que lui reconnaissent nos principaux partenaires et concurrents est une véritable priorité. En effet, l'enseignement technique reste encore trop souvent dans notre pays, une filière sous-estimée.

Sans entrer dans le détail, cet enseignement doit permettre aux élèves d'acquérir les bases disciplinaires générales permettant d'assurer la qualité des compétences ainsi qu'une culture commune à tous.

A cette fin, le Conseil économique et social rappelle :

- la nécessité d'une rénovation des diplômes de l'enseignement technique et/ou professionnel. Assurer des diplômes qualifiants, en sensibilisant les élèves à une approche intégrée de plusieurs disciplines susceptibles de servir un même objet doit être un impératif ;
- l'intérêt du dispositif des « projets pluridisciplinaires à caractère professionnel » et des « travaux personnels encadrés ». Ces novations ont fait l'objet d'un bilan mitigé dressé par l'Inspection générale de l'Education nationale alors qu'il s'agit de faire valoir une certaine pluridisciplinarité. Un aménagement de ces dispositifs est certainement nécessaire. Cependant, l'idée de privilégier une approche pluridisciplinaire doit être encouragée pour les élèves de l'enseignement technique et professionnel ;

- qu'il convient de développer une politique de stages dans les laboratoires académiques et industriels ainsi que dans les pôles d'innovation technologiques, grâce notamment aux bourses « CORTECHS », et plus généralement de développer les partenariats. A cet égard, ceux conclus dans le cadre des contrats de plan Etat-régions, contribuant à la création de plates-formes technologiques et au financement d'équipements nécessités par la création ou la rénovation des diplômes professionnels, doivent être encouragés.

### 1.3. L'enseignement supérieur

L'acquisition des connaissances de base, tout en ouvrant l'esprit aux approches pluridisciplinaires, est plus que jamais une condition *sine qua non* de réussite.

Le Conseil économique et social rappelle que des formations mono disciplinaires solides et approfondies au cours des premier et deuxième cycles universitaires (licence et maîtrise) ainsi qu'au cours des années préparatoires, pour les grandes Ecoles, facilitent la préparation à la pluridisciplinarité.

Il conviendrait alors de :

- ne pas négliger la formation généraliste, tout en développant les modalités d'accès aux domaines les plus spécialisés, (hautement compétitifs tant sur le plan scientifique et technique que sur le plan économique) ;
- situer naturellement les responsabilités d'enseignement des chercheurs dans le cadre de la préparation à la recherche au cours de la maîtrise ou du DEA, éventuellement avant, en fonction de leurs capacités pédagogiques ;
- assurer, tout en poursuivant une formation spécialisée pointue, une ouverture pluridisciplinaire, dès le DEA. Ceci permettra, pour les esprits les mieux adaptés, de s'engager dans une thèse qui visera à conjuguer plusieurs approches disciplinaires autour d'un même sujet.

#### a) La réalisation de la thèse : des objectifs diversifiés

La formation doctorale constitue une pièce maîtresse du développement de la recherche universitaire et un gage d'excellence puisqu'il s'agit d'un véritable apprentissage à la recherche approfondie et à l'acquisition de l'esprit critique.

Afin de renforcer la pluridisciplinarité à ce stade du cursus universitaire, le Conseil économique et social propose de :

- renforcer les écoles doctorales à travers à une vision intégrée de la recherche ;
- éviter que le regroupement de la gestion des bourses de thèses par discipline conduise à des effets réducteurs et cloisonnants portant préjudice à la mise en place de passerelles pluridisciplinaires et créer des bourses partagées multidisciplinaires permettant de rassembler plusieurs doctorants sur un même sujet à facettes multiples, nécessitant des approches différentes ;

- promouvoir des thèses inter universitaires multisceaux, c'est à dire impliquant plusieurs universités, grâce à une politique incitative des administrations de la recherche et de la technologie des ministères concernés ;
- assurer un lien pluridisciplinaire efficace entre technosciences et sciences humaines et sociales, notamment dans les domaines juridiques, éthiques, managériaux, économiques mais aussi commerciaux et financiers ;
- élargir l'horizon des doctorants grâce à plusieurs approches : le décloisonnement des disciplines ; la valorisation par l'innovation ; l'ouverture sur l'entreprise ;
- faire respecter la charte des thèses : en s'assurant que les doctorants sont correctement suivis pendant leur thèse ; en vérifiant que les sujets proposés sont compatibles avec les débouchés offerts tant dans le domaine des technosciences que dans celui des activités économiques sans, toutefois, brider l'imagination dans la recherche et donc dans la détermination des sujets ;
- adjoindre dans la charte une clause de « *pluridisciplinarité conditionnelle* », afin de permettre de renforcer la formation à la recherche pluridisciplinaire ;
- favoriser la diversification des formations pendant la thèse : permettre, tout en veillant au déroulement rigoureux du travail de Thèse, de donner accès à des modules de formation complémentaires de langues, d'informatique, de droit, de gestion, d'éthique... ;
- développer, très tôt, parmi les doctorants, et notamment chez les candidats aux fonctions d'enseignants et/ou de chercheurs, la formation pluridisciplinaire à la « *médiation* » scientifique et technique, grâce à l'acquisition d'une véritable « *pédagogie de la médiation* ».

b) Les post-doctorants : répondre à leur dynamisme et maintenir leur ouverture d'esprit.

Le Conseil économique et social insiste pour :

- favoriser leur mobilité à l'étranger et notamment dans l'Union européenne tout en préparant leur recrutement car il ne saurait y avoir de « *statut* » post-doctoral permanent : utiliser le stage à l'étranger pour favoriser, chez eux, l'esprit de coopération et la mise en synergie ;
- permettre aux post-doctorants de compléter leur formation initiale dans des aspects complémentaires de leurs domaines d'excellence, et les préparer à la pluridisciplinarité ;

- tenir compte, pour le recrutement : de leurs compétences hautement spécialisées ; de leurs capacités à intégrer des systèmes complexes dans une optique pluridisciplinaire ; de leurs qualités humaines permettant, tout en assurant leur positionnement personnel, de nouer des collaborations et de susciter des synergies autour d'un projet porteur ;
- éviter de renvoyer d'une commission de recrutement à une autre, les candidats qui ont misé sur la pluridisciplinarité, mais tenir compte du caractère prometteur du profil de ces candidats et de leurs projets de recherches ;
- sur le modèle de la *National Science Fondation* (NSF) des États-Unis, assurer l'équité grâce aux jugements par les pairs, mais tenir compte de l'originalité du projet et de la qualité des collaborations, rassemblant des approches complémentaires et faisant état d'aspects prometteurs liés à la pluridisciplinarité ;
- ouvrir les commissions de recrutement et les comités d'évaluation à des représentants de disciplines connexes, en faisant appel, notamment, à des chercheurs européens. L'évaluation exclusive par les pairs est souvent biaisée par des cloisonnements entre disciplines ;
- favoriser le recrutement rapide dans les domaines de nature pluridisciplinaire qui sont, actuellement, les plus prometteurs (technologies d'informations et de communication, sciences du vivant, nanotechnologies notamment).

## **2. Les métiers et les acteurs de la recherche : ouverture vers pluridisciplinarité et synergies**

La conjugaison des disciplines doit être considérée comme une nécessité pour faire progresser les domaines de préoccupations de notre société : notamment santé, énergie, environnement...

La recherche se fera de plus en plus aux interfaces et suscitera de nouveaux métiers, notamment, dans le domaine de la veille scientifique et technique. Pour engager une approche de type synergique, il faut avoir appris à maîtriser plusieurs disciplines ou au minimum en comprendre les bases et le langage, dans le cadre d'un travail d'équipe.

Dans cette optique, six axes essentiels, mais d'une nature différente, feront l'objet des réflexions et propositions de notre Assemblée.

### *2.1. Le soutien aux jeunes équipes : pour plus d'autonomie en faveur des jeunes chercheurs*

Afin de permettre d'attirer les plus jeunes dans des domaines d'avenir, d'emblée pluridisciplinaires et donc de faire appel aux jeunes talents, en évitant la « *fuite des cerveaux* », le Conseil économique et social engage à favoriser les projets émergents pluridisciplinaires en encourageant la création de lieux de recherche, tenant compte du caractère mobilisateur des individus, mais aussi à susciter les synergies au sein de jeunes équipes, en amenant les laboratoires et les équipes à se structurer de façon pluridisciplinaire autour d'objectifs définis.



Sur cette base le Conseil économique et social propose :

- d'accorder plus d'indépendance professionnelle aux jeunes chercheurs pour leur permettre de nouer des collaborations, de se doter des compétences pluridisciplinaires nécessaires, de dynamiser les complémentarités. Ceci permettrait d'obtenir un accès rapide aux installations communes, de pousser les analyses critiques au sein du laboratoire, et dans les congrès internationaux, en vue de préparer des publications de haut niveau, de répondre rapidement aux préoccupations industrielles pour ceux qui s'orientent vers une technoscience à visée économique, adossée à des concepts de base solide.
- et, indépendamment des mesures déjà prises par le CNRS et par l'INSERM, dans deux initiatives « *exemplaires* » : les actions thématiques incitatives sur programmes et équipes (ATIFE) d'une part, le programme « *avenir 2001* », d'autre part, de recourir à :
  - des actions concertées incitatives dont l'objectif est de mobiliser les équipes sur des thèmes pluridisciplinaires ;
  - des programmes thématiques pluridisciplinaires. Sans se limiter exclusivement au souhait des chercheurs : car il importe de savoir susciter des projets novateurs rassemblant plusieurs disciplines,
  - des prix aux jeunes chercheurs talentueux et prometteurs et des bourses pour de jeunes doctorants ou post-doctorants ;
  - des labels donnant accès au bonus Qualité Recherche Universitaire ;
  - des crédits publics ou privés complémentaires ;
  - des invitations dans les laboratoires étrangers pour les collaborateurs. En effet, il faut éviter que les absences trop régulières du responsable d'une jeune équipe ne casse la dynamique porteuse qui anime celle-ci alors qu'elle est encore fragile, bien que prometteuse.

## 2.2. *Les relations universités-organismes : nouvelles orientations et décloisonnements*

Si les universités doivent rester le lieu privilégié de la formation à la recherche, notamment dans leurs laboratoires les plus spécialisés, la construction d'alliance, la mise en place des réseaux, la capacité à faire vivre des partenariats durables, notamment à travers les contrats d'établissements quadriennaux, associant universités et organismes de recherche mobilisés autour de disciplines complémentaires dans le cadre de coopération renforcées, sont autant d'éléments pertinents.

Afin d'assurer les synergies pluridisciplinaires nécessaires à la gestion de systèmes complexes, notre Assemblée préconise de :

- permettre la mise en commun de moyens et d'expériences, centrée sur des objets de recherche par nature pluridisciplinaire, et donner les moyens nécessaires aux équipes engagées dans cette demande. Il s'agit, notamment, de la réalisation de « salles blanches » ou d'équipements de simulation ainsi que des moyens nécessaires à la

recherche dans le domaine de l'informatique appliquée à la génomique... ;

- inciter les tutelles à rédiger les appels d'offres en regroupant les différentes disciplines, par exemple autour de la génomique, de la simulation, des nanotechnologies, de l'informatique, des matériaux technologiques... ;
- favoriser les « équipes mixtes » mobilisées sur des projets multifacettes, multi-fonctions, ayant accès à des équipements, issus de la recherche dans différentes disciplines ;
- susciter les collaborations autour des infrastructures et ne pas hésiter à en créer de nouvelles lorsque le projet nécessite le recours à plusieurs disciplines qui n'auraient pas tendance à se regrouper de façon « naturelle » ;
- développer la mobilité réciproque entre chercheurs et enseignants chercheurs ;
- ne pas hésiter, sur des projets de qualité, à doter de moyens humains les nouveaux laboratoires qui misent sur la pluridisciplinarité en développant l'utilisation de postes d'accueil, en recourant, par exemple, à la formule des postes dits « réservés » ;
- assurer un meilleur rapprochement entre chercheurs et ingénieurs de recherche : confier à ces derniers des responsabilités de publication, de participation aux congrès, donc de participation active à la vie du laboratoire, tant sur le plan conceptuel qu'organisationnel ;
- encourager la mobilité interactive entre les ingénieurs de recherche et les autres chercheurs en s'appuyant sur leurs compétences à gérer pluridisciplinarité et synergies dans la recherche. Cela doit conduire lorsque cela s'avère nécessaire, à clarifier les fonctions et le statut des ingénieurs de recherche ;
- savoir identifier et reconnaître, parmi les ingénieurs chercheurs et parmi les techniciens de recherche, les esprits les plus curieux et donc les plus ouverts aux approches pluridisciplinaires. Privilégier leur capacité à mettre en œuvre des projets intégrés, des collaborations à travers le support logistique qu'ils apportent à de jeunes doctorants ;
- mieux valoriser les chercheurs responsables d'activité de recherche technologique dans le cadre de projets pluridisciplinaires. Il importe donc de promouvoir la double formation, chercheur et ingénieur, afin de favoriser des échanges et la compréhension mutuelle au sein des équipes de recherche ;
- s'attacher, dans la promotion des chercheurs, à lier plus étroitement l'avancement et le mérite, notamment à travers leur engagement pluridisciplinaire ;
- donner les moyens de s'affirmer et d'évoluer aux femmes et aux hommes composant les équipes de recherche et quel que soit leur niveau de formation initial ;

- rappeler que l'attractivité pour les activités de recherche ne repose pas exclusivement sur celle des salaires mais également sur celle qui est exercée par la qualité des laboratoires et des équipes qui les animent.

### 2.3. Une dynamique fondée sur les projets

Les regroupements disciplinaires autour de projets, l'émergence de jeunes équipes et de nouvelles thématiques, la remise en question, sans les déstabiliser dans leur élan, des structures et des thématiques sont autant de facteurs propres à permettre aux équipes de recherche de réaliser leur vocation : innover au service de la société qui doit les reconnaître et les promouvoir.

L'intégration des savoir-faire de plus en plus spécialisés constitue une des conditions propre à faire du projet de recherche une véritable dynamique d'impulsion des forces qui collaborent à un projet pluridisciplinaire.

Le Conseil économique et social engage à cet effet, à :

- se fonder sur les acquis scientifiques et techniques existants, les rassembler, les coordonner autour d'objets et de projets qui seront créés en commun : c'est sans doute là que se situe le modèle de ce qui fait la réputation du Massachusetts Institute of Technology (MIT) ;
- organiser la recherche scientifique et technique sur la base d'une organisation construite autour d'équipes, d'unités, de laboratoires, d'instituts, de fédérations ou de centres de recherche, ayant acquis leur reconnaissance grâce à des projets porteurs, à composition pluridisciplinaire ;
- favoriser l'interpénétration entre équipes de recherche universitaires et laboratoires des EPST et des EPIC grâce à la fertilisation croisée à partir de projets pluridisciplinaires élaborés, ciblant des objets précis et des objectifs structurés ;
- reconnaître, à travers les compétences, la valeur ajoutée pluridisciplinaire des équipes en faisant de « *pluridisciplinarité et synergies* » l'un des critères d'évaluation de la qualité de leurs projets ;
- en suivant ce qui a été réalisé dans le domaine de la valorisation, compléter les comités d'évaluation par des personnalités ayant acquis un profil « *technoscientifique* » ;
- de même, ouvrir plus que par le passé, ces comités à des enseignants chercheurs aux capacités pédagogiques reconnues ;
- veiller à impliquer, dans les instances d'évaluation des EPST, des personnalités scientifiques qui se sont déjà engagées à faire aboutir des recherches de type pluridisciplinaire ;
- valoriser la carrière des chercheurs qui se sont délibérément engagés dans la pluridisciplinarité et les synergies dans la mesure où celles-ci ont permis d'assurer au projet un succès suffisant par rapport à l'objectif poursuivi.

#### 2.4. Une gestion par contrat

Les coordinations thématiques et les conventions inter organismes doivent être développées de même qu'il conviendrait de donner du contenu aux accords cadres, aux contrats pluriannuels dans la mesure où les différentes parties apportent une contribution suffisamment significative. Or, ce n'est pas le cas actuellement dans la plupart des universités, mobilisées par la multiplication des étudiants à former.

Afin de donner du corps à cette réflexion, le Conseil économique et social propose :

- d'élargir à une gestion par projet, les contrats pluriannuels tels que les contrats quadriennaux tout en assurant des mises au point périodiques ;
- de faire de la contractualisation un cadre d'attribution de moyens supplémentaires permettant le développement des laboratoires. Il s'agit d'assurer les échanges de chercheurs ; de mettre à disposition du matériel opérationnel, adossé au personnel technique nécessaire ; de réaliser des objectifs donnant lieu un rapport d'étape léger, mais clair et suffisamment documenté ;
- d'inscrire une telle contractualisation dans la durée afin de permettre le déroulement d'étapes successives, pluridisciplinaires d'emblée ou progressivement, en fonction des besoins : assurer ainsi une montée en puissance stabilisée et stabilisante ;
- de tenir compte de l'approche pluridisciplinaire et des composantes synergiques pour l'évaluation des laboratoires en vue de l'affectation de moyens supplémentaires.

#### 2.5. Assurer la mobilité

Une mobilité thématique et géographique est un instrument de la pluridisciplinarité.

Pour le Conseil économique et social, il conviendrait :

- d'assortir cette mobilité de mesures incitatives, fondées sur l'intérêt de la démarche scientifique et la reconnaissance en matière de promotion de carrière, afin qu'elle participe d'une démarche doublement consentie : volontaire de la part du chercheur, attendue de la part de l'équipe d'accueil ;
- de savoir conjuguer mobilité « dans » et « à travers » la recherche qui permet l'instauration de passerelles entre les activités : d'enseignement ; de valorisation ; de gestion entrepreneuriale ; de production économique ; de réflexion éthique ; de vulgarisation de la « technoscience » ;
- de diversifier les carrières des chercheurs. Ceci conduit à construire une stratégie de pluridisciplinarité dans l'évaluation de l'activité des chercheurs, en tenant compte de ses retombées pour l'efficacité de la recherche ;

- de savoir en tirer les conséquences sur la modalité de déroulement des carrières et des promotions. Ceci doit permettre, par exemple :
  - aux chercheurs de s'engager, par contrat sur quatre ans, avec une université ;
  - de lier la promotion au corps des directeurs de recherche à leurs mobilités antérieures dans la mesure où elles ont été constructives ;
  - de veiller à ce qu'aucune mesure statutaire ne vienne pénaliser la mobilité ;
  - de mieux adapter le mécanisme de promotion et de gestion des carrières en tenant compte notamment de la capacité des chercheurs et des équipes à intégrer des systèmes différents et à susciter des collaborations nationales ou internationales.

#### 2.6. *Vers une nouvelle dynamique*

Dans la mesure où les compétences réelles et éprouvées existent et où les projets sont correctement construits, la création de nouveaux centres de gestion de la recherche pourrait contribuer à faire émerger de nouvelles problématiques et à susciter des interfaces entre les différents acteurs. Il faudra veiller, néanmoins, à éviter les lourdeurs administratives supplémentaires.

Afin de susciter une nouvelle dynamique dans l'élaboration des projets scientifiques et techniques, le Conseil économique et social appelle à :

- ne pas enfermer les laboratoires dans de grands programmes rigides, définis a priori, tout en restant attentifs à répondre aux grandes tendances internationales, faisant appel à un renforcement des composantes pluridisciplinaires ;
- savoir maintenir un système de recherche diversifié et donc ne pas attendre d'un système unique la réponse aux cloisonnements propres à notre système de recherche et reconnaître, en revanche, le caractère mobilisateur d'un facteur commun à différents laboratoires : l'approche pluridisciplinaire et la recherche de synergies, chaque fois qu'elle paraît utile et prometteuse, donc nécessaire.

Sans remettre en cause l'organisation générale des établissements de recherche publique, le Conseil économique et social considère que l'amélioration des modalités de fonctionnement s'impose. Il conviendrait dès lors de :

- sortir de la congestion administrative qui limite les acteurs dans l'exercice de leurs responsabilités. Ceci a déjà été obtenu, par exemple, dans le cadre de l'adaptation récente du code des marchés publics régissant les commandes des laboratoires ;
- se fonder sur la qualité scientifique et technique qui existe chez chacun, pris individuellement ;
- veiller à une meilleure « *opérabilité* » pluridisciplinaire et à maintenir plus de souplesse pour favoriser les synergies ;

- définir au sein des administrations de la recherche et en relation avec les organismes, les thématiques porteuses tant par rapport à une plus grande reconnaissance internationale qu'en vue d'une meilleure réponse aux préoccupations exprimées par la société ;
- favoriser des orientations prospectives pluridisciplinaires grâce à la mise en place à l'initiative des ministères concernés et au sein des organismes, d'instances temporaires et renouvelées.

### **3. L'interaction de la recherche avec l'économie et la société**

Les interactions et interfaces avec le monde économique sont indispensables. Ils permettent d'assurer la déclinaison des savoirs et des savoir-faire, dans le contexte de la compétition scientifique et technique et de donner toute sa place à une recherche de base compétitive, tout en répondant aux besoins d'une recherche orientée plus efficace.

En première réflexion le Conseil économique et social attire l'attention sur une spécificité des activités productives conduisant à des risques de délocalisation. C'est pourquoi il importe :

- d'assurer au niveau régional, une limitation des délocalisations des activités de recherche et développement en jouant sur la pluridisciplinarité et les synergies afin de renforcer les compétences, de les faire respecter par le monde de l'entreprise en s'appuyant sur leurs avantages compétitifs ;
- de s'assurer que la logique financière destinée à réagir, à court terme, pour éviter la destructuration d'entreprises industrielles de haute technologie conduit à des réinvestissements substantiels dans les outils de recherche les plus performants, maintenus sur notre territoire ;
- et d'éviter que les nécessités de la production compétitive et les lois du marché concurrentiel ne prennent le pas sur la recherche indispensable à la préparation de l'avenir à long terme.

Cependant, si la recherche est plurielle, le monde économique ne l'est pas moins. Aussi distinguera-t-on les relations avec les grandes entreprises de celles entretenues avec les PME et le secteur de l'artisanat.

#### *3.1. Les grandes entreprises industrielles*

Si pluridisciplinarité et synergies sont autant d'éléments incontournables de la stratégie des entreprises, le Conseil économique et social rappelle d'emblée qu'une recherche de base solide doit bénéficier des approches pluridisciplinaires et que sa mise en synergie avec le développement industriel permet d'assurer une meilleure maîtrise du transfert vers l'industrie des résultats acquis par la recherche.

Pour ce faire le Conseil économique et social engage à :

- favoriser le transfert de savoirs et de technologies vers les entreprises industrielles en valorisant, au cours de l'évaluation des équipes, des recherches d'autant plus attrayantes pour celles-ci qu'elles ont donné lieu à des approches pluridisciplinaires visant les produits et les systèmes intégrés ;
- favoriser un climat de compréhension mutuelle visant à faire en sorte que :
  - les laboratoires des entreprises bénéficient de l'appui d'une recherche de base solide. Productrice de connaissances et de ruptures technologiques, elle permettra de garder une longueur d'avance par rapport à leurs concurrents. ;
  - les laboratoires institutionnels dits « *académiques* » (au sens entendu dans le rapport annexé à l'avis) disposent des instruments technologiques nécessaires à la poursuite de leurs travaux de recherche et contribuent à l'effort de compétitivité des entreprises dans un contexte de mondialisation des échanges ;
  - les stages en entreprise puissent pouvoir bénéficier à toutes les catégories de chercheurs ;
- susciter la prise en considération de la complexité croissante des produits industriels de haute technologie (aéronautique, transport, santé, matériaux technologiques, etc.) dans la mesure où elle répond à une logique d'intégration de systèmes, fondée sur la pluridisciplinarité ;
- assurer synergie dans la recherche et valeur ajoutée économique pour dessiner les portefeuilles technologiques utilisables par le monde industriel ;
- prendre conscience que les mises en synergie demandent des efforts partagés entre les donneurs d'ordres (maîtres d'ouvrage qui doivent élaborer leurs cahiers des charges en fonction de la stratégie d'une entreprise) et les maîtres d'œuvre, représentés par les laboratoires de recherche. Ils interpréteront d'autant mieux ces cahiers des charges qu'ils auront donné lieu à une concertation préalable ;
- pour les grandes entreprises industrielles, favoriser la mise en contact des chercheurs des laboratoires industriels avec les chercheurs des universités et des organismes publics :
  - pour les premiers, le savoir-faire est orienté vers l'élaboration de prototypes en vue de la qualification pour le marché, à partir du respect des normes et standards ;
  - pour les seconds, les compétences sont fondées sur la connaissance des grands sujets scientifiques et sur les avancées les plus récentes de la « *technoscience* » ;

- afin de faire évoluer les situations cloisonnantes entre recherche et industrie, susciter des collaborations croisées et des interactions avec la recherche en fonction de l'offre des laboratoires de recherche publics et des manifestations d'intérêts des laboratoires industriels ;
- assurer des mécanismes de concertations régulières et renouvelées entre chercheurs « *académiques* » et chercheurs de l'entreprise. Ceci permettra d'éviter les incompréhensions et l'allongement des délais préjudiciables à une plus grande compétitivité. La transversalité des recherches entre le monde « *académique* » et l'entreprise est un élément de stimulation de l'innovation et des ruptures technologiques ;
- renforcer, au sein même des grandes entreprises, l'influence des directeurs de la politique de recherche et développement dans la définition des stratégies destinées à maintenir, voire à élargir, la base actionnariale intérieure et extérieure. Ceci passe par l'accès aux différents niveaux de responsabilités et notamment aux instances de direction de l'entreprise industrielle des différentes catégories d'acteurs de la recherche (femmes et hommes).

Un tel dispositif permettrait de mieux éclairer les décisions stratégiques, sans négliger des pans entiers de compétences scientifiques et techniques ;

- favoriser l'interaction pluridisciplinaire entre recherche et développement, production et marketing permettant ainsi de nouvelles stratégies de développement, à la conquête des marchés émergents ;
- définir, comme objectif prioritaire, le maintien des budgets de recherche dans les grandes entreprises : ceci implique qu'elles soient convaincues du caractère prometteur de la « *technoscience* », de sa rentabilité et donc de sa compétitivité ;
- développer les thèses, en relation avec la recherche industrielle, par l'intermédiaire de mesures incitatives venant des bourses « *CIFRE* », des crédits incitatifs régionaux, de l'industrie ;
- pousser les entreprises industrielles à intégrer comme cadres gestionnaires, ceux qui ont soutenu avec succès une thèse de science ;
- inciter les entreprises à favoriser une mobilité temporaire de leurs cadres dans les laboratoires de recherche publics ou privés, dans la mesure où la « *technoscience* » dessine les grandes lignes et prépare les ruptures technologiques qui alimenteront l'économie de demain ;
- assurer un lien pluridisciplinaire efficace entre technosciences, sciences humaines et sociales, notamment dans les domaines managériaux, juridiques, économiques, commerciaux et financiers ;
- veiller à ce que les contraintes liées à l'accélération de l'innovation technologique ne portent pas préjudice à la démarche du chercheur. Celle-ci nécessite une lente maturation et une approche expérimentale progressive et rigoureuse d'autant plus longue et complexe qu'elle se situera dans un contexte pluridisciplinaire. Les exigences de la recherche et du développement à court terme risquent de conduire à



des ruptures technologiques immédiatement rentables mais ensuite rapidement dépassées ;

- veiller à ce que les équipes de recherches publiques gardent leur fonction de réservoir d'idées, en maintenant des programmes étatiques de recherche très fondamentale, à l'instar de ce qui se développe aux États-Unis et au Japon ;
- inciter à la veille scientifique et technique dans un cadre nécessairement pluridisciplinaire d'« *intelligence économique* ». C'est en croisant les résultats publiés ou mentionnés dans la littérature « *grise* » que peut être identifiée la stratégie d'une entreprise, l'orientation de ses recherches et son positionnement à court ou moyen terme sur le marché ;
- développer l'information scientifique et technique pour la « *technoscience* » et au service des entreprises par la mise en place de banques de données scientifiques et techniques. Le recours à une information « *élaborée* » est désormais possible grâce aux progrès des technologies d'information et de communication, tout en assurant la sécurisation des données scientifiques et techniques à potentiel économique et donc à caractère concurrentiel ;
- faire de « *pluridisciplinarité et synergies* » un élément de mobilisation intellectuelle des chercheurs, et des équipes, tant dans les organismes publics que dans les universités, visant à assurer leur reconnaissance par les entreprises industrielles ;
- aboutir ainsi à une fertilisation croisée indispensable au positionnement économique des acteurs de la « *technoscience* » et au positionnement technologique des entreprises industrielles et commerciales à haute valeur ajoutée ;
- assurer l'orientation du capital risque en fonction de la qualité des synergies fondées sur des compétences technologiques généralement pluridisciplinaires dans la mesure où les nouveaux produits technologiques font appel à l'intégration de systèmes différents.

### 3.2. *Les entreprises de moyenne ou petite taille et les entreprises artisanales*

Pour celles-ci, notamment « *technologiques* », notre Assemblée constate que le contexte de la recherche est différent. La compétition économique se fait essentiellement à partir de « *niches technologiques* » qui doivent tenir compte de la demande afin de permettre d'élargir leurs parts de marché.

Le Conseil économique et social engage à :

- renforcer le potentiel des synergies dans la recherche, afin de stimuler l'innovation et développer des laboratoires mixtes avec ces entreprises dans le cadre des réseaux de diffusion technologique, des CTI, des CRITT et des ARIST ;

- faire bénéficier l'innovation de partenariat ciblé entre ces entreprises et les laboratoires universitaires ou les organismes de recherche, à travers des contrats permettant de développer des procédés ou des produits technologiques très concurrentiels ;
- engager ces entreprises, à travers des actions collectives, à orienter production et procédés ainsi que leur commercialisation vers des produits technologiques généralement pluridisciplinaires (jouets robotisés, matériels embarqués sur les avions ou sur les automobiles, logiciels enfouis sur les produits électroménagers ou les services bancaires ou autoroutiers etc.) ;
- apporter les aides de l'État nécessaires à la modernisation des entreprises. Celle-ci ne peut porter ses fruits que dans la période de prospérité commerciale. En effet, elle ne doit pas risquer de déstabiliser le positionnement de ces entreprises sur un marché de plus en plus concurrentiel ;
- dans le cas où les entreprises se trouvent en difficulté, il convient de les inciter à se recentrer sur leur compétence et leur savoir faire grâce à des mécanismes financiers tels que le crédit impôt recherche ou l'avance sur recettes ;
- renforcer, en collaboration avec le secteur de l'artisanat, l'activité du réseau d'accompagnement mis en place et plus généralement développer les pôles d'innovation ouverts aux petites structures de production.

### 3.3. La valorisation

Une politique volontariste de valorisation de la recherche « *académique* » est à engager soit directement par les chercheurs ou en partenariat avec les entreprises quelle que soit leur taille, en tenant compte de leurs propres approches stratégiques.

Le Conseil économique et social estime que cette politique passe par :

- la promotion d'une culture du risque du développement industriel chez les jeunes chercheurs ;
- la possibilité de mise à disposition des chercheurs publics dans les entreprises ;
- la faveur accordée à la mobilité des chercheurs vers les entreprises en évitant de pénaliser les laboratoires dont ils sont issus. Ceci pourrait se faire grâce à des remplacements soit par des postes fléchés s'il s'agit d'une mise à disposition temporaire dans l'entreprise, soit par des emplois de titulaires lorsque le chercheur a rejoint l'entreprise ;
- une bonne mise en place de la loi sur l'innovation et à cette occasion, le renforcement des partenariats publics/privés. La capacité d'entreprendre doit être considérée comme l'une des compétences des chercheurs engagés dans la valorisation de leurs recherches ;

- en dehors des cas où une confidentialité totale doit être garantie, l'incitation à la valorisation par les brevets. Le Conseil économique et social rappelle qu'un dépôt de brevet n'est pas une simple formalité. Il constitue une reconnaissance de la propriété intellectuelle donnant lieu à partage des bénéfices ;
- il doit s'agir d'un engagement de la part du chercheur et de l'université ou de l'organisme dont il dépend. Il s'agit là d'une démarche pluridisciplinaire, à la fois technicoscientifique, juridique et économique. En effet, en dehors de certains cas spécifiques, le coût du brevet doit être susceptible d'apporter un retour sur investissement suffisant pour pouvoir être engagé. A cet égard, le support logistique et juridique nécessaire doit être assuré au dépôt mais surtout au suivi du brevet, depuis son entretien jusqu'à sa valorisation industrielle, généralement pluridisciplinaire ;
- l'encouragement, chez les chercheurs qui le souhaitent, à la création industrielle, par des mesures incitatives à la valorisation :
  - rétribution des brevets en relevant certains plafonnements actuellement trop peu incitatifs ;
  - création d'entreprises dans les incubateurs technologiques, grâce notamment à la mise en place des fonds d'amorçage du ministère de la recherche en vue de la préparation de jeunes pousses (« *start-up* ») ;
  - possibilité d'engager des activités de consultance auprès des entreprises ;
  - possibilité de mise à disposition dans les entreprises publiques ou de détachements temporaires dans les entreprises privées ;
- le renforcement des incitations récentes à la valorisation prises sous l'impulsion du ministère de la recherche, par la direction de la technologie afin de :
- sensibiliser les jeunes élèves des lycées techniques et professionnels à la création d'entreprises, en suscitant l'intérêt et en stimulant l'imagination ;
- renforcer la dotation du concours annuel de la création d'entreprise mais également assurer le suivi des lauréats en rendant leurs initiatives pluridisciplinaires éligibles à des mesures d'accompagnement ultérieur ;
- dynamiser les incubateurs d'entreprises à partir du tissu régional ;
- maintenir et renforcer le budget des fonds d'amorçage en vue de la création de « *jeunes pousses* ».

#### **4. Aménagement du territoire, coopération internationale et construction de l'Europe de la recherche**

##### *4.1. Une nouvelle place pour la recherche en région*

Trop longtemps, la structuration géographique de la recherche dans notre pays a suivi une logique centralisatrice. Compte tenu de sa situation de métropole à caractère international, Paris a drainé les « *meilleurs* ». Dans un contexte marqué par la globalisation, par essence multipolaire, il convient de procéder à un nécessaire équilibrage de la recherche qui ne peut plus s'effectuer en dehors d'un réseau régional, voire européen et même mondial.

Les régions françaises ont des atouts à faire valoir en ce domaine mais il importe que des choix clairs soient fait évitant, en particulier, les dispersions ou redondances excessives.

Le Conseil économique et social recommande de poursuivre et d'accentuer les efforts d'aménagement du territoire afin de :

- permettre l'émergence de pôles structurants pluridisciplinaires au niveau régional en associant les uns aux autres les grandes Ecoles, les centres de formation, les universités, les organismes de recherche, les entreprises et les collectivités territoriales ;
- renforcer les politiques d'aménagement du territoire vers la constitution de technopôles régionaux et à travers la mise en place de réseaux technologiques compétitifs en associant localement des laboratoires de recherche publics et privés ainsi que les entreprises autour d'un projet structurant ciblé, destiné en particulier à accompagner le développement industriel local et en complémentarité avec les contrats de plan État-régions ;
- inciter à la création de pôles technico-scientifiques régionaux et favoriser les liens de coopération pluridisciplinaire et synergique avec d'autres régions en Europe et dans le monde ;
- assurer ainsi un maillage interrégional de coopération scientifique et technique tant sur le plan national qu'international et notamment européen ;
- conforter l'action des régions dans des opérations de recherche scientifique et technique et de valorisation industrielle définies au niveau national, européen ou plus largement international : les régions représentent un appui complémentaire croissant qui prend en considération les spécificités locales et les besoins industriels, notamment ceux des PME ainsi que ceux des entreprises artisanales ;
- engager une politique de jumelages régionaux européens à visée d'internationalisation de la recherche, dans le domaine des technosciences et dans celui des disciplines connexes ;

- appuyer, au niveau régional, toute initiative visant à élargir, approfondir ou affermir les compétences en matière de technoscience en assurant pour cela, en région, une formation adaptée et suffisante, destinée à répondre aux besoins des organismes de recherche et des entreprises industrielles, permettant d'anticiper les besoins technologiques ;
- assurer la performance des communications tant par les infrastructures de circulation terrestres, maritimes et aériennes que par l'ensemble des aménagements permettant les communications entre personnes : maillage pour les téléphones mobiles, accès à Internet et communication à haut débit ;
- assurer, à travers l'agence nationale pour la valorisation de la recherche, les directions départementales de la recherche et de la technologie et les directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement, une politique scientifique et technique fondée sur la compétitivité des équipes sur l'aide à la valorisation et sur la mise en place d'installations dans le secteur public et parapublic en liaison avec les entreprises ;
- assurer le soutien des initiatives régionales grâce aux incubateurs et aux fonds d'amorçage financés dans le cadre de contrat État-régions ;
- créer les conditions favorables à l'essaimage d'entreprises et à l'implantation de laboratoires de haute technologie sur notre territoire ;
- engager les régions à nouer des relations de coopération internationales et notamment européennes dans le domaine des technosciences à haute valeur ajoutée, technologique et économique ;
- assurer une répartition des ressources s'appuyant sur des évaluations encore plus rigoureuses pour répondre aux enjeux de la compétitivité dans un contexte de mondialisation et de gestion de la complexité, fondant les approches pluridisciplinaires et la sollicitation de synergies dans la recherche.

#### *4.2. Pour une Europe de la recherche*

La construction de l'Europe de la recherche est indispensable, si l'on veut maintenir ce continent comme un pôle d'excellence mondial. La compétition internationale s'exacerbant, la dimension européenne s'impose autant dans tous les domaines de recherche qu'au niveau opérationnel : c'est à dire à celui des acteurs et des moyens.

Certes, il faut tenir compte de deux aspects apparemment contradictoires : mettre en place la pluridisciplinarité et aussi les synergies nécessaires tout en respectant le principe de subsidiarité.

Il s'agit donc de reconnaître à chacun sa spécificité mais, parallèlement de mettre en commun les compétences pour permettre un effet de levier et des économies d'échelle : comme dans d'autres domaines, en matière de recherche, on réussit parfois mieux à plusieurs ce que l'on réussirait moins bien tout seul.

Il s'agit d'une « *communautarisation* » des ressources destinées aux technosciences en s'appuyant sur les compétences propres à chaque groupe d'acteurs.

Le Conseil économique et social propose ainsi de :

- privilégier, en matière de coopération scientifique et technique, la pluridisciplinarité et la synergie compte tenu des objectifs de la construction européenne fondée sur la libre circulation des personnes et des biens et la mise en place d'un espace économique et monétaire ;
- promouvoir une perception nouvelle du centre d'excellence, non pas seulement comme un site de pointe dans un domaine élitiste au sein duquel se mesurent et s'affrontent les esprits les plus brillants et les opérateurs les plus talentueux mais comme un système amplificateur capable de recevoir des impulsions, de les trier, de les reformuler et de les renvoyer sous une forme nouvellement élaborée. Il s'agit d'éviter isolement et cloisonnement et de partager les bénéfices issus de collaborations extérieures en se référant comme cela est proposé par le Parlement européen au concept « *d'échelle de l'excellence* ».

C'est là un facteur de renforcement des potentialités des approches pluridisciplinaires et synergiques qui profitera largement à la construction de l'Europe de la recherche :

- faire de l'espace européen de la recherche un réseau de centres d'excellence susceptible de conduire à des fertilisations croisées en dépit des lourdeurs liées aux nécessités d'une meilleure compréhension mutuelle en vue d'une coordination des efforts ;
- assurer une meilleure cohérence entre les politiques nationales de recherche et de développement et le programme cadre européen ;
- favoriser les échanges de chercheurs par la mobilité en Europe que permettent les bourses de recherche européennes ;
- susciter des collaborations scientifiques et techniques entre laboratoires, organismes et entreprises sur des recherches amont, dites « *génériques* » laissant ensuite à chacun la liberté de sa stratégie de développement industriel, en fonction de ses compétences, de sa compétitivité et de ses parts de marché ;
- assurer une meilleure cohérence des programmes en rapprochant des projets complémentaires et en gérant, par ensembles finalisés, des projets fragmentaires : il s'agit de conjuguer efficacement pluridisciplinarité et synergies afin d'appuyer et de développer des domaines porteurs tels que les technologies de l'information et de communication, les sciences du vivant, les nanotechnologies... ;
- veiller à la performance du nouveau programme cadre européen en privilégiant plusieurs aspects stratégiques :
  - reconnaître et amplifier les réseaux de compétences ;
  - assurer la compétitivité visant à maintenir l'Union européenne en position de tête dans ses domaines d'excellence ;

- rechercher la meilleure valeur ajoutée européenne en se situant dans l'optique de pluridisciplinarité et de synergie dans la recherche ;
- permettre d'engager des coopérations renforcées dans les domaines où elles sont susceptibles d'améliorer la compétitivité de l'Union européenne ;
- développer la mise à l'étude au niveau du Conseil des ministres européens des grands projets européens susceptibles de mobiliser nos ressources en recherche.

Trop longtemps la politique européenne de la recherche en est restée au stade des exemples « *exemplaires* ». La mise en œuvre des programmes communautaires, conçus comme des leviers doit, très rapidement, faire place à une véritable politique basée sur des choix stratégiques émanant non plus seulement du « haut » mais des équipes de chercheurs elles-mêmes, affectant aux domaines et technologies clés, définis comme tels par la communauté scientifique, les moyens suffisants en hommes, en matériel et donc financiers afin que l'Union puisse occuper la place qui lui revient.

#### *4.3. Pour une solidarité internationale renforcée*

Il conviendrait d'engager, enfin, des programmes de coopération scientifique et techniques destinés à promouvoir des transferts de technologies notamment vers les PVD mais également de renforcer les partenariats dans l'optique de bénéfices mutuels et réciproques entre pays développés ou avec les pays à économies émergentes.

### **5. Pluridisciplinarité et « technoscience » : pour une approche éthique « intégrative »**

Une réflexion sur le concept de « *technoscience* », sur la pluridisciplinarité et les nécessaires synergies à mettre en œuvre dans le domaine de la recherche, impose aussi une réflexion sur l'éthique de la science et des technologies.

La démarche éthique - faut-il le rappeler - doit être présente à tous les moments de la recherche, quelle qu'en soit la nature.

Par ces fondements, elle apparaît à la fois comme morale de l'action et pensée du risque technologique. Elle vise à situer l'être humain au centre du débat, en tenant compte des différences de perception socioculturelle.

Dans ce cadre, il faut bien se persuader que le risque nul n'existe pas. Ceci conduit à engager une culture de la prise de risque technologique fondée sur une perception objective. Ainsi, l'éthique éclaire le droit mais le droit ne saurait précéder l'éthique.

#### *5.1. Sensibiliser à la démarche éthique*

Le Conseil économique et social estime indispensable de :

- rappeler au monde de la science qu'il ne se situe pas dans un système déshumanisé, même si la spéculation scientifique et les anticipations technologiques nécessitent des périodes d'abstraction et de retrait sur soi-même ;

- sensibiliser à la démarche éthique tous les acteurs de la recherche, au sens le plus large, depuis la « *technoscience* » jusqu'aux sciences humaines et sociales en veillant à l'implication, notamment dans les travaux des comités d'éthiques, des représentants des cultes religieux et des différents courants de pensée ;
- éclairer la démarche éthique en se fondant sur une approche pluridisciplinaire qui fait appel à des experts venant d'horizons différents, mettant en commun leur expérience pour s'engager dans une réflexion éthique de nature synergique et intégrative ;
- assurer l'objectivité et la pluralité de l'expertise et donner toute la transparence nécessaire à la présentation de leurs réflexions en sachant que la phase initiale d'élaboration doit se dérouler de façon à assurer la liberté des débats et à ne pas entraver la dynamique d'échanges ; le Conseil économique et social pourrait occuper toute sa place en favorisant une interaction constructive avec les représentants de la société civile. Le débat public permettra alors d'élargir le champ de la réflexion ;
- faire en sorte que l'expertise soit à la fois collective et contradictoire en vue d'aboutir à un accord plus mobilisateur qu'un simple consensus et permettre de présenter, en toute objectivité, les positions minoritaires. La confrontation est une des conséquences paradoxales des synergies, elle conduit à respecter l'identité de l'autre et à maintenir une capacité d'écoute, fondement de la liberté d'expression ;
- rappeler que le principe de précaution est un principe actif et ne doit pas conduire à un moratoire définitif mais doit être assorti de trois conditions nécessaires : l'approfondissement des recherches afin de mieux appréhender les problèmes posés, le retour d'expérience et le principe de vigilance faisant appel à l'identification de signaux faibles et à des systèmes d'alerte ;
- promouvoir ainsi un principe de précaution **proportionné** et actif ;
- réunir ainsi les conditions d'un développement durable, c'est-à-dire sans conséquence irréversible pour les générations futures ;
- favoriser le dialogue entre les acteurs de la recherche, les décideurs politiques et l'opinion publique dans toute sa diversité sociale et culturelle : ce qui est une bonne illustration d'une approche pluridisciplinaire et synergique, c'est-à-dire intégrative pour l'éthique des technosciences.

### 5.2. *Ethique et société*

Les préoccupations éthiques sont affaire de la Cité et donc de citoyens conscients de leurs responsabilités, dans le respect des droits de la personne. C'est ainsi que l'on remettra l'Homme au centre du débat. Il convient donc et le Conseil économique et social y restera particulièrement attentif :

- d'assurer la relation entre recherche et demande sociale ;



- d'éclairer les choix issus d'une demande sociale sensibilisée aux enjeux, aux risques et aux bénéfices des progrès des technosciences en évitant les faux espoirs et sans donner prise à l'obscurantisme ;
- de répondre aux attentes de la société et aux inquiétudes de l'opinion publique par une formation adaptée destinée à éclairer l'information sur les technosciences qui est une responsabilité à la fois des acteurs de la recherche et des médias ;
- d'engager une « *pédagogie de la médiation* » entre l'univers de la « *technoscience* », le monde de la décision politique et l'opinion publique ;
- de sensibiliser très tôt dans la formation, à l'esprit critique, à l'analyse « *risque/bénéfice* » du progrès des technosciences. Dans une telle démarche, ne pas opposer émotion et raison qui en réalité se complètent : la raison permet de comprendre, l'émotion d'éprouver, de percevoir et de sentir. Raison et émotion représentent ainsi les deux piliers de l'esprit critique. Il existe donc une approche synergique de l'une par rapport à l'autre ;
- d'engager des opérations d'explication de la démarche scientifique en impliquant les médias et les politiques et visant à faire la part du rationnel et de l'émotionnel tout en assurant leur place à l'imagination, à l'inventivité, et à l'esprit critique, facteurs de création de connaissances, d'innovation et de ruptures technologique ;
- d'assurer une « *veille civique* » à travers le débat démocratique. Le Conseil économique et social y apportera les éclairages de la société civile organisée et jouera le rôle d'interface entre « *technoscience* » et société ;
- afin d'éviter les incompréhensions sources d'inquiétudes voire de conflit, de susciter des instances d'explications et de dialogues tels que :
  - les travaux de vulgarisation pluridisciplinaires et interactifs ;
  - les conférences de citoyens qui nécessitent un engagement des acteurs et une préparation approfondie dans un contexte de pluridisciplinarité et de dialogue social ;
- de favoriser le débat citoyen autour des avancées de la « *technoscience* » en faisant appel aux capacités d'explications des chercheurs et donc à un réel engagement de leur part dans la « *pédagogie de la médiation* » ;
- de susciter, dans l'opinion publique, un intérêt pour l'innovation technologique en présentant l'intérêt de son implication dans la vie quotidienne ; ceci nécessite un rapprochement synergique entre le monde de la recherche et celui des médias ;
- de mieux faire connaître, dans l'opinion publique, les enjeux des technosciences, la nature de la démarche scientifique fondée sur une approche rigoureuse ; il s'agit dans notre pays de redonner leur dimension politique aux activités de recherche ;

- d'affirmer enfin, la place de la « *technoscience* » dans la société, dans un contexte éthique. C'est ainsi, reconnaître aux chercheurs et aux laboratoires tant publics que privés une part de responsabilité dans l'élaboration d'un paysage constamment renouvelé qui est celui du monde contemporain.

## CONCLUSION

Souvent seul face à ses interrogations, le chercheur est cependant de moins en moins isolé. Il doit, désormais, compter avec la nécessité d'organiser son travail en équipe au sein des laboratoires de recherche du monde académique et de celui de l'entreprise. Il doit susciter, à travers des objectifs ou des projets, des collaborations thématiques, nationales, voire internationales.

Le chercheur se trouve ainsi confronté aux défis liés à la mondialisation de la science, de la technologie, des technosciences, de l'économie et de la société, dont les effets sont encore accentués par l'accélération des communications, liée, notamment au développement de la toile informatique.

Le chercheur se trouve ainsi projeté dans la gestion de la complexité et doit surmonter un paradoxe apparent en se référant à ses connaissances de base mono disciplinaires. Il doit désormais élargir le champ de ses compétences et renforcer ses capacités de dialogue pour répondre à des impératifs de compétitivité scientifique, technologique et socio-économique.

Dans un tel contexte, relever les nouveaux défis, répondre à de nouveaux enjeux planétaires est facile à exprimer mais difficile à mettre en pratique. En effet, le monde contemporain est en pleine mutation : le chercheur va se trouver confronté à l'imprévu, voire à ce qui paraît inconcevable encore aujourd'hui. N'est-ce-pas, cependant, le sort commun et historique de la recherche que de se trouver confronté à ce type de défi ?

Dans ce contexte, il convient de resituer les activités du chercheur par rapport à la nouvelle « *donne* » économique et sociale et de définir des objectifs stratégiques pour l'avenir de la politique de recherche de la France, en Europe et dans le monde.

Afin de susciter un nouvel élan, la politique de recherche française doit donc nécessairement s'orienter vers une approche pluridisciplinaire et synergique, dans un cadre européen qu'il convient de mieux structurer et d'ouvrir à des approches internationales plus larges pour maintenir, voire, améliorer la position de notre continent dans la compétition qui se déroule.

En favorisant le progrès technico-scientifique à travers l'interrogation éthique notre politique de recherche doit viser à la reconnaissance internationale de nos compétences scientifiques et techniques, condition du développement de notre potentiel économique.

Mieux gérer, en s'appuyant sur les motivations des femmes et des hommes, acteurs de la recherche, une démarche technoscientifique intégrant les systèmes dans une approche pluridisciplinaire et synergique permettra un fonctionnement mieux adapté des structures et une meilleure allocation des ressources. Elle doit permettre à la France, en Europe, de concilier liberté et efficacité, solidarité et progrès. Répondre aux besoins présents, tout en anticipant l'avenir à moyen et long termes dans un contexte de développement durable pour la société du monde contemporain, implique de s'appuyer sur la prise de conscience de citoyens éclairés et responsables.



## ANNEXE A L'AVIS

### SCRUTIN

#### Scrutin sur l'ensemble du projet d'avis

*Nombre de votants.....170*

*Ont voté pour.....168*

*Se sont abstenus.....2*

#### Le Conseil économique et social a adopté.

#### Ont voté pour : 168

*Groupe de l'agriculture* - MM. Baligand, Bastian, de Beaumesnil, de Benoist, Jean-Pierre Boisson, Bros, Cazaubon, Compiègne, Ducroquet, Giroud, Mme Gros, MM. Guyau, Lemétayer, Marteau, Mme Méhaignerie, MM. Patria, Rousseau, Salmon, Sander, Szydlowski, Thévenot, Vasseur.

*Groupe de l'artisanat* - M. Arianer, Mme Bourdeaux, MM. Buguet, Delmas, Gilles, Kneuss, Perrin.

*Groupe des associations* - MM. Coursin, Gevrey, Mme Mitrani.

*Groupe de la CFDT* - Mme Azéma, MM. Boulrier, Bury, Denizard, Mme Lasnier, MM. Mennecier, Moussy, Mmes Paulet, Pichenot, MM. Quintreau, Vandeweege.

*Groupe de la CFE-CGC* - MM. Bonissol, Chaffin, Fournier, t'Kint de Roodenbeke, Sappa, Mme Viguier, M. Walter.

*Groupe de la CFTC* - MM. Deleu, Faki, Naulin, Michel Picard, Mme Prud'homme, M. Vivier.

*Groupe de la CGT* - M. Andouard, Mmes Bressol, Crosemarie, MM. Decaillon, Demons, Forette, Mmes Geng, Hacquemand, MM. Larose, Manjon, Masson, Muller.

*Groupe de la CGT-FO* - MM. Bailleul, Bouchet, Caillat, Devy, Dossetto, Gamblin, Grandazzi, Mme Hofman, MM. Houpp, Mallet, Mme Monrique, MM. Reynaud, Sohet.

*Groupe de la coopération* - Mme Attar, MM. Ducrotté, Jean Gautier, Grave, Marquet, Jacques Picard, Segouin, Verdier.

*Groupe des entreprises privées* - MM. Bernard Boisson, Cerruti, Chesnaud, Michel Franck, Freidel, Pierre Gauthier, Gorse, Joly, Kessler, Lebrun, Leenhardt, Marcon, Noury, Pellat-Finet, Pinet, Roubaud, Scherrer, Séguy, Pierre Simon, Didier Simond, Talmier, Tardy, Trépant, Veysset.

*Groupe des entreprises publiques* - MM. Ailleret, Bailly, Mme Bouzitat, MM. Brunel, Chauvineau, Gadonneix, Martinand, Vial.

*Groupe des Français établis hors de France, de l'épargne et du logement* - M. Gérard, Mme Rastoll.

*Groupe de la mutualité* - MM. Chauvet, Davant.

*Groupe de l'outre-mer* - Mlle Berthelot, M. Gata.

*Groupe des personnalités qualifiées* - MM. Bichat, Bonnet, Brard, Mme Brunet-Léchenault, MM. Camoin, Cannac, Debout, Dechartre, Dondoux, Mme Elgey, MM. Fiterman, Jeantet, de La Loyère, Mme Le Galiot-Barrey, M. Mékachera, Mme Pailler, MM. Pasty, Piazza-Alessandrini, Pompidou, Didier Robert, Schapira, Souchon, Steg, Mme Steinberg, MM. Taddei, Teulade, Mme Wieviorka.

*Groupe des professions libérales* - MM. Chambonnaud, Guy Robert, Salustro.

*Groupe de l'UNAF* - MM. Billet, Bouis, Brin, Edouard, Fresse, Guimet, Mme Lebatard, M. de Viguerie.

*Groupe de l'UNSA* - MM. Barbarant, Mairé, Masanet.

**Se sont abstenus : 2**

*Groupe de l'agriculture* - M. Le Fur.

*Groupe des personnalités qualifiées* - M. Duharcourt.

## DÉCLARATIONS DES GROUPES

### Groupe de l'agriculture

Le monde moderne est né des progrès spectaculaires de la recherche et de la science. En innervant l'ensemble des activités, les performances des chercheurs et les nouvelles technologies ont bouleversé notre monde et transformé notre quotidien. L'économie s'est dotée d'une nouvelle dimension.

Le secteur agricole a également été profondément marqué et façonné par l'évolution des connaissances. A ce titre, l'ouverture de la recherche sur le monde professionnel agricole a été déterminante. Aujourd'hui pourtant, des éléments doivent encore être améliorés :

◆ La recherche doit demeurer en phase avec la société.

La recherche ne doit pas être coupée de la société, dans toutes ses composantes et sa diversité. Afin de bien saisir la demande de nos concitoyens et de répondre aux besoins du monde moderne, les scientifiques doivent pouvoir travailler dans un univers empreint des réalités du quotidien. Leurs préoccupations doivent être guidées par les préoccupations de leurs contemporains comme par celles de l'homme de demain.

Surtout, il importe particulièrement que les chercheurs répondent à une démarche éthique forte et ne publient pas hâtivement des travaux qui ne présentent pas une rigueur scientifique absolue. Le manque d'objectivité, l'insuffisant contrôle, l'absence de confrontation des résultats entre eux, la précipitation dans un esprit médiatique, que l'on a pu parfois observer dans l'histoire récente, ont des effets économiques et sociaux désastreux. Le secteur agricole a trop souffert de telles situations (ex : ESB) pour ne pas les dénoncer aujourd'hui et exiger une stricte observance de la rigueur scientifique. Il souhaiterait également que la distinction soit faite entre vérités scientifiques établies et pistes de recherche à approfondir, pour que le citoyen soit pleinement éclairé sur l'état d'avancement des connaissances.

◆ La recherche demeure encore bicéphale, privée et publique. Or, aujourd'hui l'une ne va pas sans l'autre.

Conduite par de grands laboratoires ou des industries puissantes, la recherche privée est nécessaire à l'avancée de la science. Dynamisée par l'intérêt économique, ayant à sa disposition des moyens souvent conséquents, elle contribue à l'accélération des connaissances. Pourtant, elle ne doit pas masquer la nécessité de maintenir une recherche publique forte, seule de nature à guider la science vers des secteurs d'intérêt public ou dont la valeur marchande ne pourra se mesurer que sur le long terme. Loin de s'opposer l'une à l'autre, la recherche publique et la recherche privée doivent collaborer dans un esprit de pluridisciplinarité, qui les valorise mutuellement.

◆ La pluridisciplinarité et la synergie sont deux éléments essentiels à la puissance de notre recherche.

La recherche a trop longtemps été la victime de cloisonnements entre les ministères, les services, les secteurs professionnels .... La complexité de la science et le haut degré d'approfondissement des connaissances commandent de revoir les méthodes de travail dans le souci d'une plus grande efficacité. La confrontation des travaux et la mise en commun des réflexions conduites, émanant d'horizons divers, permettront seules de continuer à progresser dans des univers infiniment précis et complexes. Elles seront indispensables à soutenir la concurrence de nos partenaires économiques. La pluridisciplinarité et la synergie dans la recherche, sont gages de l'indépendance ainsi que de la puissance de notre économie et de notre société.

### **Groupe de l'artisanat**

En 1983, à cette même tribune, Jean Paquet, dans un rapport et avis sur « l'avenir de l'artisanat face aux changements technologiques » recommandait déjà « d'améliorer la coordination des travaux menés dans les différents centres de recherche industriels et publics, de développer les recherches pluridisciplinaires, d'ouvrir le service de recherche et développement aux petites entreprises » .

Depuis cette date, un certain nombre d'avancées ont eu lieu que ce soit dans le domaine de la formation, de l'information technique et technologique, de l'innovation ainsi que dans les relations entre le monde de l'entreprise et celui de la recherche.

Si aujourd'hui effectivement, l'enseignement professionnel bénéficie d'une image meilleure, c'est en grande partie dû aux nombreuses interventions faites par le secteur de l'artisanat pour offrir aux jeunes de véritables filières de formation dans les cursus techniques ainsi que la possibilité d'y entrer à tout moment grâce à un système de passerelles avec l'enseignement général.

Ces démarches étant récentes, il est vrai qu'il est difficile d'en mesurer pleinement les effets. C'est pourquoi, le groupe de l'artisanat apprécie que cet avis insiste sur la nécessité de rendre à l'enseignement technique en France, toute la place qu'il mérite, à condition bien sûr de le réformer vers une approche intégrée de plusieurs disciplines susceptibles de servir un même objet, démarche essentielle pour donner toute leur chance aux créateurs d'entreprise de demain.

Concernant l'innovation, le fait que l'artisan subisse à la fois la pression de l'amont en matière d'évolutions scientifiques mais aussi celle de l'aval de la part des consommateurs ou utilisateurs, montre combien l'adéquation de solutions innovantes à ces besoins est difficile, faute de temps ou de connaissance scientifique approfondie.

Face à ce constat, le secteur de l'artisanat s'est mobilisé, avec l'aide des pouvoirs publics, pour mettre à la disposition des entreprises un réseau de compétences opérationnel composé d'une cinquantaine d'ingénieurs et d'une quinzaine de pôles d'innovation technologiques animés par l'institut supérieur des métiers, présidé par une universitaire. Outre la diffusion d'information scientifique et technologique, ce réseau assume à la fois la veille, le transfert technologique mais aussi la recherche appliquée sur des matériels ou des



techniques, en coopération ou en partenariat avec de grandes Ecoles, les centres techniques ou les universités.

Devant la timidité actuelle de certains CRIT, le groupe de l'artisanat apprécie que l'avis affirme la nécessité de la reconnaissance officielle de ce dispositif par l'ensemble du réseau de diffusion technologique que constituent aujourd'hui les centres techniques industriels et les centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie.

Conscient de la nécessité de renforcer le potentiel de synergies dans la recherche pour stimuler l'innovation partagée, il partage également les recommandations de l'avis de conforter l'action des régions en la matière et notamment celle de prendre en considération les spécificités et les besoins de l'artisanat en renforçant l'activité du réseau d'accompagnement assumé par ses pôles d'innovation technologique.

Face à la concurrence de nouvelles formes de diffusion de biens et services et à ses conséquences sur les marchés plus traditionnels, l'avis a raison d'insister sur les nécessaires adaptations à prévoir ainsi que l'indispensable prise en compte d'une dimension européenne. En matière de recherche développement, ces approches sont primordiales, à condition bien sûr d'y associer tous les acteurs concernés.

Sur ces aspects, le groupe de l'artisanat est satisfait que l'avis prévoit l'intégration de ses entreprises au dispositif de mises en commun de matériels, d'expériences mais aussi d'échanges de personnels dans le cadre du décloisonnement des relations entre les universités, les laboratoires de recherche et le monde de l'entreprise.

Ces initiatives sont fondamentales pour adapter les mutations technologiques aux besoins de ce secteur pour lui permettre, demain, de continuer à contribuer à la croissance et à l'emploi en France et inscrire ses entreprises dans la compétitivité de la France dans l'Europe.

Le groupe de l'artisanat a voté cet avis.

### **Groupe des associations**

Nous percevons l'avis comme essentiellement tourné vers ce que l'on appelle les sciences dures, comme si les sciences humaines et sociales n'étaient qu'un supplément d'âme des sciences dures ou, comme si immatérielles et improductives à court terme, elles étaient moins utiles, moins nécessaires aux progrès de la société. Certes, les deux tiers des thèses soutenues concernent les sciences dites dures, cependant la proportion des thèses concernant les sciences de l'homme et de la société s'accroît désormais. Nous soulignons ce fait car il est évident que les industriels, dans tous les secteurs et l'activité, s'intéressent davantage aux sciences dont les travaux trouvent conséquences et débouchés pratiques, technologiques.

Peut-être d'ailleurs eut-il été nécessaire de mieux préciser le domaine des *technosciences* : la science s'appuie sur les techniques nouvelles qui, en retour, permettent d'élargir le champ des connaissances. L'important est que l'interaction de la recherche avec l'économie et la société respecte les règles

éthiques : mais il faut redire que, s'il est nécessaire de favoriser le transfert des savoirs et des technologies vers les entreprises, de faciliter la mise en contact des chercheurs de l'entreprise avec ceux des organismes publics, la contribution à l'effort de compétitivité des entreprises ne doit pas se faire à n'importe quelles conditions. L'avis insiste à juste titre sur le maintien des programmes étatiques de recherche fondamentale d'une part, la veille scientifique et technique, d'autre part.

S'agissant de l'approche éthique intégrative, toutes les propositions énoncées dans l'avis vont dans le bon sens : il s'agit de rendre visibles et contrôlables les médiations qui lient le scientifique et le social, d'organiser bien sûr le débat public. On peut aller plus loin : au delà de l'élargissement des forums savants et d'une capacité accrue à mobiliser les savoirs publics, une piste pour faire entrer les sciences en démocratie serait de soutenir l'expertise autonome que construisent et développent les associations.

Nous voudrions aussi insister sur une question qui reste à approfondir : celle des lieux où peuvent se rencontrer les chercheurs de disciplines et de pays différents : les colloques pluridisciplinaires sont souvent considérés comme des colloques de bas niveau par les instances qui les financent, alors que ces colloques peuvent aider au démarrage d'un réseau.

Au niveau international – qui se limite difficilement aux seuls pays européens du fait d'une part de la prépondérance des Etats Unis dans le domaine de la recherche et de l'anglais comme langue de publication et d'autre part de la nécessité de ne pas exclure de la recherche les pays en développement – il faut à la fois privilégier les réseaux existants, parce qu'ils feront des petits tout en suscitant des rencontres sur les sujets estimés prioritaires pour générer de nouveaux réseaux.

Enfin, nous nous réjouissons de la place réservée à la formation : la sensibilisation dès le niveau de l'école primaire est essentielle comme l'est la nécessité d'intégrer la culture technique dans la culture commune à tous au niveau du collège en particulier. Sur ces questions, la réflexion et la contribution de l'institut national de la recherche pédagogique devraient être davantage sollicitées, pour éclairer de nouvelles approches, des contenus et des programmes scolaires.

Il faut aussi soutenir et favoriser l'action des associations qui contribuent, dans l'école, autour de l'école, dans le cadre de classes de découvertes, dans la cité, au développement de la curiosité scientifique, génératrice de vocations : elles sont nombreuses, certaines sont reconnues par le Ministère de l'éducation nationale dès lors que leurs méthodes et leurs activités prennent appui sur les connaissances et la compétence de leurs intervenants. Tout autant, des établissements comme le Palais de la Découverte, le Musée de l'Homme, la Villette, le Futuroscope et tant d'autres, doivent avoir leur accès encouragé.

Le groupe a voté l'avis.

### **Groupe de la CFDT**

Le principal parti pris de l'avis est d'affirmer que la recherche ne peut plus réellement progresser sans pluridisciplinarité ni synergies. Pluridisciplinarité, car plusieurs disciplines sont généralement nécessaires à un même projet ; synergies car c'est l'interaction de ces approches disciplinaires qui crée les véritables développements dans les sciences et les technologies. La CFDT partage ce constat et l'essentiel des propositions qui en découlent, même si certaines mériteraient d'être rendues plus opérationnelles.

Elle est notamment sensible à l'appel au développement de relations renforcées entre le monde de la recherche académique et le monde industriel, à la nécessaire mobilité entre les différents métiers de la recherche et à la valorisation des résultats de la recherche pour des créations d'emplois. Elle approuve également l'exigence du développement de liens contractuels dans les programmes des grands organismes comme de liens entre organismes - tout en maintenant la variété des cultures - ainsi que l'exigence de la contribution des pôles technologiques structurants à l'aménagement du territoire. Il est évident que pluridisciplinarité et synergies sont à concevoir à l'échelle européenne et mondiale.

Cependant, l'avis aurait pu mieux souligner le rôle des sciences humaines et sociales dans la mise en œuvre de la démarche de pluridisciplinarité, dont l'articulation s'est heurtée jusqu'à présent à une organisation trop exclusivement segmentée. En effet, de nouveaux gisements de connaissances scientifiques résident dans l'élargissement et l'approfondissement de démarches pluridisciplinaires où les sciences humaines interviennent de plus en plus dans notre compréhension. L'environnement, le développement durable, la mondialisation offrent à ce titre d'intéressantes perspectives. Ces sciences aident aussi à lutter contre les exclusions.

La CFDT insiste, comme le fait l'avis, sur l'ouverture de la recherche vers les préoccupations de la société et le nécessaire élargissement de l'horizon d'intervention des chercheurs : qu'il s'agisse de la sensibilisation des jeunes aux métiers et à l'approche scientifique, qui doit contribuer à diminuer certaines exclusions, ou de la compréhension par les citoyens des problèmes de société auxquels ils sont confrontés et qui comportent de plus en plus d'aspects scientifiques complexes (OGM, effet de serre, déchets nucléaires, biotechnologies, thérapies géniques, ...). La question de l'éthique et de la responsabilité sociale des chercheurs est traitée de façon convaincante.

Cela doit se concrétiser, pour les chercheurs, par une formation humaine et économique, et non plus exclusivement scientifique, et par la prise en compte de cette nouvelle ouverture vers les problèmes sociétaux dans les déroulements de carrière. Organiser le management de la recherche en gestion d'équipes où chacun est intégré et valorisé dans son rôle est un enjeu à ne pas négliger.

La CFDT a voté l'avis pour que ces orientations puissent un jour s'inscrire véritablement dans les faits.

### **Groupe de la CFE-CGC**

L'avis constitue une riche synthèse des axes de travail qu'il faut engager si nous voulons orienter la recherche vers une approche pluridisciplinaire et synergique, dans un cadre régional et européen, permettant de préparer l'avenir.

Ce qui ressort de la lecture de l'avis, c'est la somme des recommandations qui sont proposées. Elles rencontrent l'assentiment du groupe de la CFE-CGC.

Ainsi en est-il des propositions sur la formation, sur les performances de la recherche universitaire française, sur les liens universités-entreprises et l'interaction de la recherche avec l'économie et la société, sur l'encouragement, pour les chercheurs qui le souhaitent, à la création d'entreprises, par des mesures incitatives à la valorisation, sur l'association des universités françaises avec le CNRS, etc.

La recherche et la politique d'appui à l'innovation qui doit l'accompagner constituent une priorité absolue si l'on veut sortir du déclin. Ce sont elles qui permettront de préparer le pays à une mondialisation qui consacre les produits à faible valeur ajoutée à être élaborés ailleurs.

En effet, dans un environnement en pleine mutation, jamais les marchés n'ont été aussi versatiles, les produits instables et leur durée de vie brève, qu'aujourd'hui.

Dans une telle perspective, comment une entreprise peut-elle vivre et survivre sauf à accepter qu'elle doit elle-même changer de manière permanente, et à remettre en cause l'élaboration des produits ? La concurrence accrue qui résulte de cette mondialisation oblige les entreprises à fournir un effort constant d'innovation.

Une approche est intéressante pour montrer le lien entre aménagement du territoire et innovation. C'est celle qui consiste à se demander pourquoi certains milieux locaux innoveraient davantage que d'autres, pourquoi certains cessent parfois d'innover.

L'accès à la connaissance technologique, les injonctions d'un tissu local industriel, l'impact de la proximité d'un marché, l'existence d'un bassin d'emploi qualifié etc. sont des facteurs d'innovation qui vont déterminer sur un territoire donné des zones de plus ou moins grande innovation.

Les propositions de l'avis s'inscrivent dans ce cadre et rencontrent donc l'assentiment du groupe de la CFE-CGC.

Enfin, le groupe de la CFE-CGC tient à souligner que toute politique de recherche demande des moyens financiers conséquents. Hélas, il est à regretter que les moyens publics qui lui sont actuellement alloués soient bien en deçà des attentes nécessaires.

Les réformes indispensables à conduire doivent porter à la fois sur les budgets et sur l'organisation de la recherche. Il est indispensable d'instaurer une véritable politique de recherche, car la recherche d'aujourd'hui est l'industrie de demain.

Le groupe de la CFE-CGC a émis un vote positif sur l'avis.

### Groupe de la CFTC

Le rapport et l'avis montrent bien la complexité de la problématique dans un contexte marqué notamment par la mondialisation des échanges et par la prise de conscience de dérives toujours possibles. Ils montrent aussi comment l'avènement de la technoscience a bouleversé les méthodes et l'exercice de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée. Toutefois, l'avis fait peu de place aux sciences humaines et sociales.

S'agissant de la formation initiale, certaines propositions peuvent surprendre en raison de leur décalage par rapport à la réalité des approches pédagogiques et des moyens du système éducatif. Ainsi, l'enseignement primaire est par nature pluridisciplinaire et tend à susciter la curiosité de l'enfant. Au collège, l'élève doit apprendre à entretenir cette curiosité, à expérimenter davantage. La référence à l'histoire des sciences peut initier à la pédagogie de la découverte. Au lycée, le jeune développera une approche critique de l'expérience et des théories. A ce niveau, l'avis préconise de développer des stages courts de sensibilisation à la recherche dans les laboratoires. Cette proposition semble difficile à mettre en œuvre. Les chercheurs ont-ils la capacité, la volonté, d'accueillir ces élèves ? Dans l'enseignement supérieur, une formation mono-disciplinaire permettra une bonne préparation pluridisciplinaire à la recherche. Il convient de lutter contre une conception trop individualiste de l'enseignement supérieur.

S'agissant des métiers de la recherche, il est certain que, dans l'avenir, les recherches universitaires et appliquées constitueront deux métiers de plus en plus différents, l'un ayant une obligation de moyens, l'autre de résultats. Ces deux métiers devront entrer en synergie avec ceux des responsables de la production et de la commercialisation. L'idée de fonder la nouvelle dynamique de la recherche autour de projets regroupant plusieurs équipes, laboratoires ou centres de recherche dans le cadre d'une gestion par contrat est intéressante. Faire évaluer la recherche par des personnalités extérieures est indispensable à l'objectivité et à l'efficacité de l'emploi des ressources budgétaires.

S'agissant de dynamiser la politique de la recherche, serait-il inconvenant de souhaiter qu'une synergie efficace s'établisse entre les ministères concernés ?

La réflexion sur l'éthique de la science et des nouvelles technologies est parfaitement justifiée, parce que, depuis plusieurs dizaines d'années, dans de nombreux domaines, et dans tous les pays du monde, les avancées de la recherche posent des questions nouvelles, graves et difficiles. Jusqu'où peut-on aller ? Peut-on faire tout ce qui est techniquement possible ? Il serait regrettable que l'éthique du chercheur se montre plus soucieuse de ne pas gêner les progrès de la science que de préserver l'humaine condition. Elle doit pouvoir se référer à des principes d'humanité. Les préoccupations éthiques sont affaire des citoyens conscients de leurs responsabilités dans le respect de la dignité de la personne humaine. Ainsi éclairé, le débat peut et doit s'instaurer dans la société civile et dans l'opinion et permettre à la Cité d'exercer pleinement ses responsabilités.

Le groupe de la CFTC a voté l'avis.

### **Groupe de la CGT**

La recherche est un domaine stratégique pour notre avenir et un sujet d'interrogations pour l'opinion publique.

L'avis aborde trois questions connexes qu'il convient de distinguer :

- l'émergence de la « technoscience », mélange du progrès scientifique et du développement technologique, qui bouleverse les conditions d'exercice de la recherche fondamentale et pose des problèmes nouveaux (financement, rapport entre les disciplines, formation, statut des travailleurs scientifiques) ;
- les relations entre recherche fondamentale, recherche appliquée, valorisation industrielle et production de biens ou de services : qui finance, qui pilote, quelle est la place de la demande sociale ?
- et enfin, le rôle et les droits de l'opinion publique sur la sécurité, l'éthique, les choix d'investissement.

Nous regrettons que la question essentielle de l'effort global de recherche n'ait pas été pointée plus nettement.

Aucun progrès en matière de synergie, de décloisonnement, de réactivité, d'efficacité optimale des moyens, ne peut pallier les décalages préoccupants et persistants entre l'effort de l'Union européenne et celui des Etats-Unis ou du Japon.

Nous partageons l'essentiel des suggestions avancées, même si certaines sont des souhaits plus que des préconisations précises.

Il faut un éveil précoce à la curiosité scientifique, et la capacité au travail pluridisciplinaire suppose aussi une formation solide dans une discipline précise. Nous approuvons la proposition d'une « mobilité interactive » entre chercheurs et ingénieurs de recherche, et l'appel à une place plus grande de la pluridisciplinarité dans l'évaluation des individus et des équipes de recherche. La création industrielle peut être une possibilité offerte aux chercheurs, mais non imposée. Les relations multidisciplinaires, la conduite des projets complexes et la gestion d'une information scientifique en croissance exponentielle génèrent des besoins nouveaux ouvrant ainsi des perspectives de carrière et renforçant l'attractivité des métiers de la recherche.

L'avis fait ensuite un constat lucide des risques de délocalisation des activités de recherche, d'opposition entre compétitivité immédiate et préparation du long terme, de coupure entre recherche et production.

Ce sont en effet des problèmes majeurs. Le secteur des télécommunications et des autres technologies de l'information en sont l'illustration.

Dans ce contexte, les pouvoirs publics sont trop peu présents, en France comme en Europe.

S'agissant enfin de l'intervention citoyenne, nous partageons la conception active du principe de précaution et l'affirmation que « les préoccupations éthiques sont l'affaire de la Cité et donc des citoyens conscients de leurs responsabilités ». La communauté scientifique a un rôle majeur pour expliciter

les problèmes posés et informer la population, mais les choix à opérer concernent tous les citoyens.

Oui, il importe de « redonner leur dimension politique aux activités de recherche ».

En rappelant cette exigence, l'avis contribue à promouvoir un débat essentiel. Le groupe de la CGT le votera.

### **Groupe de la CGT-FO**

Abordant le sujet pluridisciplinarité et synergies dans la recherche, le rapporteur a choisi la difficulté, tant le sujet semble aller de soi.

Il semble aller de soi, en effet, que toute recherche nécessite désormais pluri ou interdisciplinarité et synergie.

Dans « Le Petit Larousse », le terme synergie est défini comme « l'association de plusieurs organes pour l'accomplissement d'une fonction ». A l'aune de cette définition, pareils à Monsieur Jourdain faisant de la prose sans le savoir, les chercheurs seraient en synergie sans s'en apercevoir.

De son côté, si le terme pluridisciplinarité ne figure pas au dictionnaire, il dit bien ce qu'il veut dire et s'impose tout simplement parce que tout objet présente de multiples facettes. L'observation de chacune d'elles justifie un regard particulier qui ne sait tout embrasser et qui requiert, pour la meilleure vue, le regard pluriel. De surcroît, toute avancée de la connaissance dévoile de la complexité qui, traduisant une réalité à multiples facettes, appelle toujours pluridisciplinarité et synergies, et ce, en mouvement perpétuel.

Dès lors, la cause est entendue : il n'est pas de recherche d'avenir qui n'associe pluridisciplinarité et synergies. La question devient alors celle de la réunion des conditions nécessaires à la satisfaction des exigences de la pluridisciplinarité, dès lors que les synergies paraissent consubstantielles à l'activité de recherche.

Au commencement est la monodisciplinarité avez-vous rappelé plusieurs fois dans l'avis. Le groupe Force ouvrière partage ce point de vue de bon sens, d'autant qu'aujourd'hui, plus qu'hier, l'ambition individuelle d'être pluridisciplinaire est hors d'atteinte, ou tout au moins nécessairement limitée. Le foisonnement des connaissances, dont le rythme d'accumulation ne cesse de croître, a sonné le glas de l'être humain encyclopédique, connu de nos aïeux. En ce temps-là, le chercheur se considérait légitimement, et à soit seul, pluridisciplinaire. Désormais c'est l'impossibilité à embrasser tout le savoir qui fait de la pluridisciplinarité un objet central du fonctionnement du complexe immatériel. Il s'agit, pour l'action, de mettre en commun du savoir disséminé. Si ce savoir était objectivé, par exemple sous forme de données dans des mémoires d'ordinateurs, il suffirait de mélanger et combiner. La difficulté naît du fait que ce savoir repose dans le cerveau des chercheurs, qui ne fonctionne pas mécaniquement comme l'informatique.

Au regard de cette situation, l'avis fixe clairement les enjeux et établit une feuille de route bien détaillée : trop peut-être, tant il est vrai que le diable se cache dans les détails et peut empêcher la vue pro et perspective nécessaire à l'action.

Tout cela étant, il ne faudrait pas que l'attention portée sur le sujet de l'avis masque la question qui prime : celle des moyens affectés à la recherche. Rappeler en quelques mots que l'effort global de recherche, en France, est retombé au niveau de 2,1 % atteint en 1985 quand les Etats-Unis d'Amérique sont à 2,7 %. Le rapporteur sait que l'Union européenne compte moins de 5,5 chercheurs pour 1 000 actifs (la France 6) alors que les Etats-Unis d'Amérique en alignent 8, soit un différentiel de 25 %. Les meilleures synergies et pluridisciplinarités ne peuvent rien contre ce « gap » qui, on le sait, handicape la prospérité actuelle et future.

Pour en revenir à l'avis, quelques éléments relevés alternent entre le général et le particulier.

Parmi ceux-ci, il y a les constatations sur les frontières entre recherche fondamentale et recherche appliquée. On avait l'habitude de considérer que la première précédait l'autre dans une approche séquentielle. Désormais la réalité impose une approche intersticielle et interactive du fait du rythme accéléré d'applications et d'innovations qui ne cessent d'interroger la recherche fondamentale. Recherches fondamentale et appliquée sont désormais en position de sœurs siamoises. Cette situation nouvelle nécessite qu'il soit porté une attention nouvelle à la recherche fondamentale, qu'il faut protéger de la phagocytose. Le risque est proportionnel à l'engagement de la puissance publique. Une trop grande dépendance de contrats privés risque tout naturellement, de tirer la recherche vers le profit immédiat. Il convient que le tropisme de l'entreprise, soucieuse de résultats sonnants et trébuchants et pour laquelle « le temps c'est de l'argent », ne s'impose pas à celui de la recherche fondamentale pour laquelle du temps doit être laissé au temps. Il ne faut pas oublier, en effet, que c'est la recherche académique qui reste à l'origine de découvertes majeures qui génèrent les grands sauts technologiques dont l'industrie fait son miel.

Sur la formation, le rapporteur a raison de parler de l'enseignement primaire et secondaire. C'est à cet âge que se posent des fondations sur lesquelles se construira « l'honnête homme ». Celui d'aujourd'hui et de demain verra sa liberté proportionnée à sa capacité de se mouvoir dans la complexité qui sera l'ordinaire du travail et de la vie. Par surcroît, à ce stade précoce, se noueront sûrement des vocations qui seront affirmées et soutenues au cours des phases postérieures de l'enseignement et de la préparation aux métiers de la recherche dont l'avis parle avec justesse.

En tout état de cause, il est bien que l'esprit de recherche occupe un nombre croissant de femmes et d'hommes.

Le rapporteur a aussi, abordé la question de l'éthique et rappelé au bon usage du principe de précaution. Nécessaire, celui-ci est à manier justement avec précaution pour ne pas entraver recherche et expérimentation. A entendre certains discours « intégristes », si le principe de précaution avait été appliqué



hier comme ceux-là l'envisagent aujourd'hui, l'humanité n'eut pas connu le progrès dont nous profitons.

Le sujet traité par le rapporteur ne saurait être épuisé tant l'avenir repose et ne cessera de reposer sur la recherche sous tous ses angles. Le mérite lui revient d'avoir ouvert un dossier qui restera d'actualité.

C'est pourquoi le groupe Force ouvrière émet un avis favorable.

### **Groupe de la coopération**

La recherche scientifique suscite actuellement des réactions bien paradoxales : elle génère des interrogations, des peurs, voire des rejets quant aux conséquences des applications scientifiques sur la maîtrise de la nature par l'homme. Dans l'agriculture aussi, l'utilisation du progrès scientifique est parfois contestée ; la recherche suscite aussi d'immenses espoirs dans les domaines des sciences de la vie. La recherche est bien au cœur des évolutions économiques et sociales. Elle s'inscrit dans une mondialisation qui avive la compétitivité et dans une révolution technologique qui modifie le rapport à l'espace et au temps. Pour les entreprises coopératives relégitimer le progrès suppose bien de construire une vision partagée des enjeux de la recherche, de développer ou renforcer les synergies entre les acteurs économiques et scientifiques.

C'est pourquoi les entreprises coopératives agricoles, viticoles et agroalimentaires se sont engagées dans un partenariat avec l'Institut national de la recherche agronomique en signant le 28 février dernier un protocole d'accord. Pour le président de l'INRA, Bertrand Hervieu, cette collaboration doit permettre « de valider la légitimité de nos orientations avec nos partenaires ». Il a rappelé que les entreprises coopératives avaient toujours essayé de croiser la production et les territoires, et qu'elles participaient ainsi, avec la recherche, à la construction d'un monde multipolaire. Les coopératives savent que l'on doit en partie à la recherche publique, la place de la France dans l'agriculture et l'agroalimentaire. Pour relever les challenges communs de la compétitivité, des réponses aux attentes de la société, elles ont besoin de renforcer leurs liens. Les coopératives agricoles font en sorte de mettre le progrès scientifique au service d'une agriculture raisonnée. Il s'agit de valoriser les savoir-faire respectifs sur des thèmes stratégiques communs tels que la génomique animale et végétale, l'alimentation humaine, la préservation de l'environnement, la diversification des produits. Le budget recherche et développement global dans les coopératives est estimé à 230 millions d'euros. 1 300 personnes, dont 48 % d'ingénieurs, sont employées dans plus de 70 pôles et centres de recherche. Des groupes importants comme Agralys, Champagnes Céréales, Euralis, Limagrain, sont déjà engagés dans des programmes dont certains avec les Pouvoirs publics comme Biogemma (dans le domaine végétal) et Agena (domaine animal). Il s'agit également de développer la recherche sur les spécificités de l'entreprise coopérative, dont le rôle, tant dans le territoire, que dans l'organisation des filières en aval, est reconnu, méritent d'être approfondies. Objet de recherche, - notamment en soutenant les projets de thèses - la Coopération peut contribuer à apporter à la société les réponses qu'elle attend, en terme de valeurs, de gouvernance, d'animation de la vie rurale...

D'une façon générale, le groupe de la coopération considère que les enjeux de la recherche doivent faire l'objet d'un débat entre les citoyens. L'avis contribue à cette réflexion sur la place de la connaissance au service du progrès économique et social.

### **Groupe des entreprises privées**

Le groupe tient à féliciter le rapporteur pour sa synthèse de large spectre qui permet de comprendre clairement comment les Etats utilisent la recherche et développement comme moteur de leur compétitivité.

L'alliance, à tous les niveaux, entre la maîtrise scientifique et la mondialisation - qui génère les échanges en temps réel - impose des relations interactives pérennes entre sciences et techniques. Une telle situation conduit à des réflexions transversales et il a été mis en évidence que la France avait pris dans ce domaine une certaine longueur d'avance.

Parmi toutes les propositions, il faut notamment retenir celles sur les formations du primaire au supérieur jusque et y compris à celle des post-doctorants : le projet d'une formation tout au long de la vie permettra de développer les coopérations dans la transversalité et la mise en synergie.

Nous nous réjouissons de cette perspective en ne sous estimant pas le temps nécessaire et la complexité de mise en œuvre. Les succès seront d'autant plus rapides que les partenariats se seront multipliés entre universités et organismes de recherche.

Parmi les autres suggestions de l'avis, il est à remarquer celle de la gestion par projets, avec des points d'arrêts périodiques pour examen intermédiaire entre partenaires. De telles orientations conduiront à favoriser et développer les transferts de savoirs vers les entreprises par une meilleure compréhension mutuelle dans les approches pluridisciplinaires.

Le rôle que les entreprises jouent dans le processus de la recherche étant fondamental, il est toutefois indispensable que l'Etat s'engage davantage par un allègement de la pression fiscale.

A cet égard, nous déplorons que la France ne figure plus parmi les 5 régions mondiales qui concentrent 70 % des investissements en recherche et développement. Il est nécessaire d'orienter la recherche publique vers l'innovation en impliquant les entreprises dans l'évaluation des priorités.

Il est regrettable également qu'il ne soit pas fait mention de tout ce que ces nouvelles approches sont susceptibles d'engendrer en matière de propriété intellectuelle. Si l'évocation des rétributions de brevets est nécessaire, il n'en est pas moins vrai qu'il y a lieu de faire aboutir la réforme des brevets européens pour qu'ils soient plus sûrs et moins coûteux, avec une ouverture aux nouvelles technologies. Pour mémoire, 70 % des PME françaises n'ont pas lancé de nouveaux produits sur le marché depuis 5 ans.

Cet avis du mérite une large diffusion hors notre enceinte pour que toutes les structures de formations et de recherches publiques et privées puissent être en mesure de mieux faire face au défi du monde en mutation.

Le groupe des entreprises privées a voté l'avis.

### **Groupe des entreprises publiques**

Le chercheur n'est plus et ne peut plus être un individu isolé. Il doit, comme l'affirme l'avis, de plus en plus s'insérer dans un réseau de relations et de collaborations lui permettant d'être aisément en contact avec la connaissance des technologies dont il a besoin pour la conduite de ses travaux, et les connaissances scientifiques complémentaires des siennes autour d'un même objet de recherche.

Une démarche volontaire est donc indispensable, et ce à plusieurs niveaux : à celui de l'enseignement primaire, secondaire ou technique, à celui de l'enseignement supérieur, à celui des thésards et des post-doctorants et à celui de l'organisation des métiers de la recherche.

Pour le groupe des entreprises publiques, il convient notamment qu'à tous ces niveaux, et comme le suggère l'avis, la dimension de la pluridisciplinarité soit complètement intégrée dans les processus de suivi et d'évaluation, ainsi bien sûr que dans la composition des organes chargés de ce suivi et de cette évaluation. Ce n'est, en effet, qu'à cette condition que l'on peut espérer de réels progrès, s'inscrivant dans la durée, sur ce thème.

Ces processus de suivi et d'évaluation doivent porter tant sur les programmes d'enseignement que sur les chercheurs, tant à l'embauche qu'au cours de leur carrière, ainsi que sur les projets de recherche, les équipes, les coopérations européennes entre chercheurs ou équipes de recherche, les liens université-recherche-entreprises ou le développement de technopoles structurantes.

Le groupe des entreprises publiques souhaite insister sur la dimension européenne de cette problématique. Si une collaboration étroite et fructueuse entre chercheurs de différentes disciplines est importante, le fait que cette collaboration se situe dans un cadre européen lui semble être un plus, que ce soit pour favoriser la construction européenne ou pour prendre en compte le fait qu'il n'est plus possible aujourd'hui à un seul pays d'être en pointe sur l'ensemble des domaines scientifiques et techniques. Pour atteindre cette dimension européenne, la mobilité des chercheurs et l'efficacité des moyens actuels de communication sont sans doute des moyens complémentaires à la coopération plus institutionnelle entre organismes, universités et entreprises.

Il est également important pour notre groupe que cette dimension pluridisciplinaire soit intégrée dans les préoccupations d'aménagement du territoire, et notamment dans les schémas de développement des technopoles régionales.

Le groupe des entreprises publiques a voté le projet l'avis.

### **Groupe de la mutualité**

Le groupe de la mutualité approuve ces maitre-mots qui forment la trame de toutes les recommandations du projet d'avis en matière de recherche : l'interdisciplinarité et la mise en commun des moyens. Conjuguer approche pluridisciplinaire et recherche de synergies constitue en effet la philosophie

générale de cet avis avec le souci d'une approche éthique qui doit justement éclairer le droit, et non se contenter d'en aménager les effets.

Le rapporteur fait bien apparaître que la mise en œuvre d'une telle révolution commence à l'école. C'est dans les méthodes d'éducation, de contrôle des connaissances, de travail en groupe que se transformera l'état d'esprit trop individualiste que renforcent encore les systèmes d'évaluation individuelle, les courses à la place, etc. Il ne s'agit donc pas seulement de modifier les programmes mais de faire évoluer les méthodes de l'enseignement vers une valorisation de ce que chacun donne au groupe par rapport à ce qu'il garde pour lui.

Par ailleurs, la guerre de tranchée entre la recherche scientifique « pure » et le monde des entreprises s'est atténuée et l'avis prône à juste raison un climat de compréhension réciproque qui seul permet de faire fonctionner ces interfaces si efficaces entre la recherche et le monde économique. Mais il y faut la condition que la compétitivité des entreprises ne devienne pas un objectif exclusif qui s'imposerait au monde de la recherche.

De même le groupe de la mutualité approuve les orientations de l'avis qui conduisent à encourager le processus de démocratisation des choix scientifiques et techniques : celui-ci se manifeste par des conférences de consensus ou l'inclusion des représentants des usagers dans les comités d'expertise. De ce point de vue, la mutualité rejoint le groupe des associations qui préconise de donner aux organismes sociaux non lucratifs des possibilités accrues d'expertise autonome. Cependant, la meilleure association des citoyens aux débats scientifiques ou techniques doit s'exercer en amont. Le choix des thèmes, les priorités accordées à tel ou tel secteur, sont en effet trop souvent influencés par des financements additionnels qui soustraient cette décision essentielle au débat démocratique.

La mobilité des compétences, la formation continue, la mise en réseaux, participent d'une volonté d'accélérer les découvertes en favorisant le transfert d'idées et l'élaboration de concepts technologiques nouveaux.

C'est pour toutes ces raisons que le groupe de la mutualité a voté favorablement.

### **Groupe de l'Outre-Mer**

Le groupe profite de l'impressionnant rapport et du très fouillé projet d'avis sur le sujet « Pluridisciplinarité et synergies : une nécessité dans la recherche », pour rappeler quelques caractéristiques qui sont propres à l'Outre-mer.

Parce qu'ils n'ont pas, ou peu, connu la révolution industrielle, les départements et territoires d'Outre-mer n'ont pas bénéficié de cette culture de la recherche qui est si présente dans d'autres régions métropolitaines. Le plus parfait exemple, en forme de paradoxe, est l'enclave hyper technologique, symbole de la recherche la plus pointue et la plus pluridisciplinaire, qu'est la base de Kourou, en Guyane : pendant longtemps rien de ce qui a fait la raison d'être de ce centre spatial n'était guyanais, si ce n'est sa position géographique proche de l'équateur.

Parce qu'ils sont quasi majoritairement des pays tropicaux, sièges d'une remarquable biodiversité, les départements et territoires d'Outre-mer ont cependant bénéficié depuis longtemps de structures de recherche fondamentale, Institut de recherche et de développement (IRD), divers autres laboratoires, et cette recherche a souvent pris un aspect pluridisciplinaire, dans la connaissance du vivant ou dans les biotechnologies. Les expériences menées en Guyane sur la connaissance de la canopée, ou le travail scientifique de collecte et de recensement des espèces au moment de la mise en eau du barrage de Petit Saut en sont de bons exemples.

Ensuite, parce que la République a su, et c'est à son honneur, diffuser l'enseignement et la culture scientifique, il y a des chercheurs issus des départements et territoires d'Outre-mer, dans tous les domaines d'excellence.

Enfin, les Nouvelles technologies de l'information et de la communication (NIC) abolissent les distances, amènent au partage des connaissances et favorisent cette pluridisciplinarité et ces synergies souhaitées par le rapport.

C'est d'ailleurs une notion banale pour les chercheurs ultramarins, à commencer par la notion de mobilité géographique. Quelle communauté scientifique peuvent-ils espérer côtoyer journalièrement dans leurs îles ? C'est pourquoi la mobilité vers la métropole, voire l'expatriation vers d'autres communautés scientifiques, notamment des Etats-Unis, sont monnaie courante. Il serait d'ailleurs intéressant de savoir si d'autres Etats de l'Union européenne en ont également profité.

C'est aussi pourquoi les implantations universitaires Outre-mer (Antilles-Guyane, Pacifique, Océan indien) ont été, d'emblée, pensées en réseaux. Ce n'est au demeurant pas suffisant : l'addition de compétences limitées ne sera guère productive si elle n'est pas adossée à un réseau de ressources plus importantes, notamment financières et scientifiques

Il en va de la responsabilité de l'Etat tout d'abord pour préserver la formation initiale des étudiants et chercheurs, dans les formes proposées par le rapport. Il lui appartient ensuite de continuer à favoriser la recherche et à l'orienter vers l'Outre-mer au nom de l'aménagement du territoire, de l'égalité des régions françaises, mais aussi de la préservation de notre patrimoine naturel et scientifique.

C'est aussi la responsabilité des collectivités territoriales et en premier lieu des régions, qui ont en charge l'aménagement du territoire et l'économie régionale. Elles ont en outre toute latitude pour mener des actions de coopération interrégionale entre régions françaises et avec d'autres entités de leur zone géographique, comme le fait la Réunion à travers les programmes scientifiques de la Commission de l'Océan indien, la Guyane, la Guadeloupe et la Martinique dans l'Association des Etats de la Caraïbe.

C'est enfin la responsabilité de nos organismes de recherche, qui doivent penser dans leurs programmes à l'Outre-mer ; non au détriment des autres pays avec lesquels ils travaillent ; mais tout autant. Ainsi le CNES c'est investi en Guyane dans une technopole régionale et dans des expériences de télé-médecine.

La recherche n'est bien évidemment pas seulement publique. Il convient, toujours dans cet esprit de pluridisciplinarité, d'orienter les capitaux privés vers l'Outre-mer, mais en préservant le capital de ressources. On sait ainsi que de grands groupes chimiques ou pharmacologiques cherchent à breveter les découvertes qu'ils ont pu faire dans les forêts tropicales et équatoriales, dans les lagons du Pacifique ou de l'Océan indien. Nos régions constituent des réserves irremplaçables pour la biodiversité. S'il convient de laisser toute la place qu'elle peut prendre à l'initiative privée, il convient aussi de préserver le capital des générations futures.

C'est ce qui explique notre adhésion aux propositions de l'avis concernant l'éthique qui doit présider à la pluridisciplinarité dans la recherche, et aux nécessités d'explications sociales et sociétales. Les populations de l'Outre-mer ont bien conscience des potentialités naturelles au milieu desquelles elles vivent. Elles n'entendent pas en être les dépositaires exclusifs ; elles n'accepteront pas d'en être spoliées. Elles souhaitent un développement équilibré et durable de ces potentialités avec une valorisation territoriale de celles-ci.

Pour ces raisons, le groupe de l'Outre-mer, a voté l'avis.

### **Groupe des personnalités qualifiées**

M. Duharcourt : « C'est une bonne chose que le Conseil économique et social s'intéresse aux questions de la recherche, et je me félicite de cette auto-saisine de notre Assemblée, ainsi que de l'initiative prise par la section des activités productives, de la recherche et de la technologie et par le rapporteur d'organiser en juillet 2000 un colloque sur ce thème : pluridisciplinarité et synergies dans la recherche. Le présent projet d'avis est donc bienvenu, dans la mesure où il met l'accent sur l'importance de l'effort à consentir en matière de développement scientifique, sur les liens entre science et technologie, sur la dialectique à développer entre développement et liberté de la recherche et prise en compte de la demande sociale.

Il pointe, et c'est positif, les obstacles qui freinent, d'une manière particulière en France, la recherche de synergies et de pluridisciplinarité, et avance à cet effet un certain nombre de principes et de mesures concrètes, portant à la fois sur le système de recherche et les décroissements ou les assouplissements de la hiérarchie qui y sont nécessaires, et sur son environnement (en « amont », par exemple l'ensemble du système éducatif, comme en « aval », par exemple le milieu des entreprises).

J'ajoute que le rapporteur sait adopter une position « équilibrée » en considérant qu'il est possible de répondre aux défis nouveaux, et de mieux articuler le rôle des laboratoires universitaires et des grands organismes, et de développer les synergies entre recherche privée et recherche publique sans remettre en cause les principes qui fondent l'organisation de cette dernière.

On peut formuler des regrets sur les points suivants :

Le projet d'avis est moins riche que le rapport en ce qui concerne l'état des lieux, et ne reprend pas le constat, fait en début du rapport, du retard français en matière d'effort de recherche et notamment des carences du secteur privé.

Les lacunes dans la concertation préalable, même s'il faut noter la richesse du colloque de juillet 2000 : il aurait été utile de recueillir l'avis par exemple des organisations syndicales.

Une analyse insuffisante de la « technoscience » et des contradictions que peuvent impliquer les « va et vient » entre science et technologie, recherche fondamentale et recherche appliquée.

De même des analyses trop sommaires des problèmes posés par l'évaluation de la recherche, par le pilotage par son amont et son aval, par sa valorisation. A cet égard, il serait utile que le recul critique nécessaire à la recherche porte aussi sur la mise en œuvre de la loi de 1999, sur la politique de formation doctorale, sur la précarité des « post-doctorants ».

La volonté que je partage d'encourager synergies et pluridisciplinarité conduit le rapporteur à des préconisations que j'estime unilatérales. Il est possible d'encourager la transversalité sans y obliger. Il faut tout autant éviter une transversalité prématurée (risquant de faire l'impasse sur l'acquisition d'une « discipline » - au sens propre du terme - dans le travail scientifique) que l'enfermement dans son domaine. J'estime qu'il est nécessaire de distinguer deux niveaux différents de pluridisciplinarité : celui du collectif et celui des individus, notamment pour les jeunes afin d'éviter qu'ils surinvestissent dans une sorte d'encyclopédisme superficiel. J'ajoute que pour ces jeunes, la première exigence de transversalité, compte tenu du caractère souvent très pointu de leur thèse, est de bien connaître l'ensemble des champs de leur discipline d'origine.

Pour conclure, je penche en l'état, de m'abstenir. C'est pour marquer à la fois les réserves que je viens de développer et les qualités de ce projet d'avis ».

### **Groupe des professions libérales**

Le groupe des professions libérales a lu avec attention le rapport et pris connaissance de manière approfondie, du projet d'avis. Il s'agit d'un travail considérable qui malgré sa complexité, aborde beaucoup d'axes essentiels à nos réflexions et nous permet de faire le point pour développer la recherche scientifique et technologique dans notre pays et en Europe.

La recherche française manque de ressources humaines et le rapporteur signale d'emblée que l'initiation dès le plus jeune âge constitue la base nécessaire aux générations montantes, pour développer le goût de la recherche, par l'éveil de la curiosité et du besoin de savoir. Les développements des nouvelles technologies de communication risquent en effet, par facilité, d'obérer la conscience de se doter d'une bonne culture, fruit d'un travail personnel. Il faut que très tôt, les jeunes découvrent leur vocation et acquièrent les capacités d'explorer des mondes jusque là, inconnus.

On enseigne l'Histoire de manière généraliste. Mais l'Histoire des sciences, celle des découvertes, celle des équipes scientifiques et des hommes qui en ont marqué, par leur génie, les étapes les plus importantes, est bien souvent négligée. Selon le groupe des professions libérales, même l'histoire scientifique devrait faire partie de l'enseignement de toutes les disciplines, y compris littéraires.

Les enseignants, eux-mêmes, sont-ils suffisamment sensibilisés aux évolutions scientifiques ? Ont-ils la possibilité de fréquenter souvent les centres de recherche ? En leur donnant l'opportunité d'accéder aux lieux de recherche autant publics que privés, sources de travaux personnels et d'enrichissement intellectuel, cela leur permettrait de transmettre avec plus d'expérience, le goût de la recherche à leurs élèves. Le rapporteur a raison de rappeler qu'il faut rendre attractifs les métiers scientifiques et technologiques, mais cela impose une refonte du système d'éducation. Or, devant les pesanteurs, une réforme en profondeur apparaît bien lointaine.

Les hommes mettent leur espoir dans la recherche scientifique pour améliorer la condition des hommes. Tout développement, tout essor et tout particulièrement en matière de recherche scientifique, est le produit d'une confiance entre ceux qui savent et ceux qui devront en bénéficier. Cette confiance se définit certes par la puissance d'innovation, d'émulation, d'adaptation dans une sphère si évolutive que les sciences. Mais cette confiance résulte aussi de la responsabilité et du risque contrôlé. La recherche scientifique est à l'évidence l'apanage d'une minorité, d'une élite. Cela lui confère une énorme responsabilité.

Un des grands problèmes du XXI<sup>ème</sup> siècle réside sans doute dans ce que les décideurs politiques ne possèdent pas toujours les connaissances suffisantes pour anticiper les conséquences perverses de certaines découvertes scientifiques et de certains procédés technologiques. Le rapporteur a bien fait de rappeler que la démarche éthique doit être présente à tous les moments de la recherche et vise à situer l'être humain au cœur des débats. Il a rappelé également que le Conseil économique et social pourrait occuper toute sa place en valorisant une interaction constructive avec les représentants de la société civile. Encore faudrait-il que le Conseil économique et social possède encore plus de représentants du monde des sciences et des technologies, au sein des groupes et tout particulièrement de celui des personnalités qualifiées. La réflexion du Conseil économique et social sur la représentation de la société civile doit, entre autres, porter sur une plus grande place du monde scientifique et technologique en son sein.

Le groupe des professions libérales approuve l'ensemble de l'avis sur la pluridisciplinarité et des synergies dans la recherche. La nécessité d'interactions avec le monde économique, la « régionalisation » de la recherche, l'incontournable construction de l'Europe de la recherche et l'approche éthique « intégrative » sont clairement exprimées dans l'avis. La région est bien l'entité où peuvent se développer les connexions entre l'université, les laboratoires de recherche locaux, aussi bien publics que privés, comme les besoins de la population, des industries locales, des autorités économiques et sanitaires. Il faut décentraliser la recherche et s'en donner les moyens. Il semble enfin que le CNRS ait compris qu'il fallait qu'il rentre de plain-pied dans le monde économique en participant à la création d'entreprises. Cela rejoint bien ce que le rapporteur préconise en matière de dialogue entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Le CNRS doit se décentraliser. Il vient de prendre de meilleures résolutions en se donnant un cap par un contrat pluriannuel, le premier de son histoire, après plus de 50 ans d'expérience. Cela concerne 26 000 agents dont 12 000 chercheurs.



Ayant voulu seulement apporter quelques réflexions sur un rapport et un avis parfaitement traités, le rapporteur a donc eu le soutien du groupe des professions libérales.

### **Groupe de l'UNAF**

La recherche constitue sans aucun doute un thème de réflexion pour le Conseil économique et social, notamment dans ses aspects pluridisciplinaires, et par rapport à la synergie qui doit être développée.

Dès lors que les repères ne sont pas bouleversés et que l'homme reste au centre de la réflexion, il est logique que la recherche, et donc les avancées scientifiques et techniques, permettent d'accéder à de nouveaux concepts et domaines d'investigation, donc à de nouveaux pouvoirs. Cependant, cette évolution doit se faire en l'intégrant dans la formation des hommes, quels que soient le niveau et la nature de cette formation.

C'est dès l'enseignement primaire et secondaire que doivent être éveillés la curiosité et l'imaginaire, et donc l'attrait des métiers scientifiques et techniques. L'enseignement technique doit être aussi l'occasion de favoriser l'émergence de projets professionnels associant des compétences pluridisciplinaires.

Quant à l'enseignement supérieur, lieu privilégié du véritable apprentissage à la recherche fondamentale et à l'acquisition de l'esprit critique, il doit permettre, y compris sur un plan international, une véritable préparation à la pluridisciplinarité et aux échanges pluridisciplinaires.

Cependant, pour le groupe de l'UNAF, la recherche ne saurait être limitée à des spécialistes ou à des centres nationaux dédiés. Il est indispensable que les régions fassent partie des réseaux nationaux et mondiaux et qu'y soit favorisée l'émergence de pôles pluridisciplinaires associant les collectivités territoriales.

De plus, les attentes et les potentialités des régions doivent orienter les programmes et motiver les réseaux de chercheurs, et donc être prises en compte par les laboratoires. Enfin, la collaboration des secteurs publics et privés doit être favorisée.

En conclusion, le groupe de l'UNAF estime que l'éthique doit être une préoccupation majeure des stratégies de recherche, impliquer l'ensemble des acteurs et s'affirmer au bénéfice de l'homme. Elle doit être au cœur du débat scientifique et de la responsabilité collective, et impliquer la société civile.

Cette stratégie suscitera un intérêt pour l'innovation et les enjeux des technosciences, permettant la conciliation entre liberté et efficacité, solidarité et progrès, respect de la vie. Même si « *l'imprévu* », et peut-être « *l'inconcevable* » sont inhérents à la recherche, la liberté des individus et leur indispensable solidarité ne doivent pas être aliénées par le progrès scientifique et technique.

Le groupe de l'UNAF a apprécié cet excellent avis et le rapport qui l'accompagne, et s'est prononcé en sa faveur.

### **Groupe de l'UNSA**

L'avis, particulièrement riche, explore, sans tabou, toutes les facettes d'un sujet complexe.

L'UNSA est particulièrement sensible à la volonté manifeste de mettre l'homme et le citoyen au cœur du débat, au centre des préoccupations. Cette démarche que l'on peut qualifier d'humaniste n'est pas si fréquente et pourrait, en l'espèce, ne pas aller de soi dans ce genre de problématique tellement marquée par les contraintes - ou les pseudo contraintes - du « tout économique ».

De même, l'UNSA apprécie positivement la référence à la dimension européenne qui s'impose dans un contexte de compétition internationale qui s'exacerbe. Elle aurait cependant souhaité que le rôle du service public soit mieux mis en exergue.

L'investissement public et les commandes publiques demeurent un atout fondamental pour la progression des connaissances et leur irrigation dans les sphères enseignantes. On peut citer en exemple les recherches commanditées par les gouvernements américains qui ont favorisé le développement des pôles technologiques, dont la célèbre « Silicon valley ».

Sans négliger les aspects de synergie entre l'industrie et la recherche, pertinemment soulignés dans l'avis, il demeure important de stimuler les réseaux impliquant une variété d'acteurs. La dimension européenne est selon nous, la plus adaptée pour rivaliser avec la taille des réalisations américaines.

Les difficultés de l'approche pluridisciplinaire et synergique ne sont pas occultées. Les changements nécessiteront sans doute de modifier les comportements et vraisemblablement d'acquérir une nouvelle « culture ». On peut donc craindre quelques réticences et lenteurs. Or, pour trouver leur pleine mesure, les propositions faites - qui auraient mérité d'être plus concrètes - devraient être mises en œuvre assez vite pour ne pas rester au stade des bonnes intentions. A ce propos, quelques unes des dispositions prévues par la loi sur l'innovation et la recherche auraient mérité d'être rappelées :

- possibilité pour les universités ou autres établissements de l'enseignement supérieur de créer des Services d'activités industrielles et commerciales (SIAC) qui permettent de gérer les contrats de recherche avec les entreprises privées ou publiques ;
- possibilité pour les chercheurs, enseignants-chercheurs et ingénieurs de créer leur propre entreprise pour valoriser les résultats de leurs recherches ;
- permettre une meilleure valorisation des résultats des recherches et de meilleures conditions de transfert de technologie ;
- simplifier la création de filiales ou de GIP pour fédérer les organismes de recherche, les universités et les entreprises.

Les propositions relatives à la formation que ce soit pour l'enseignement primaire, secondaire et technique comme pour les doctorats et post-doctorats recueillent notre approbation.

Une réserve néanmoins : l'incitation à la mobilité des chercheurs apparaît comme une sorte de remède universel ! Hubert Curien, scientifique connu internationalement et ancien ministre de la recherche, aime à rappeler qu'il a fait l'ensemble de sa carrière dans le même laboratoire. Il a même déclaré un jour : « La mobilité ? Plus on en parle, moins on en fait ! ».

Par ailleurs, l'UNSA se réjouit d'avoir retrouvé explicitement quelques-unes de ses orientations ou revendications syndicales. D'habitude, la recherche paraît toujours l'apanage des seuls chercheurs ou enseignants-chercheurs. La place et le rôle des ingénieurs et techniciens n'ont pas été omis. C'est assez rare pour être souligné.

L'UNSA a voté l'avis.

## **RAPPORT**

**présenté au nom de la section des activités  
productives, de la recherche et de la technologie  
par M. Alain Pompidou, rapporteur**



Par décision du bureau, en date du 15 février 2000, le Conseil économique et social s'est saisi du sujet intitulé « *Pluridisciplinarité et synergies : une nécessité pour la recherche* ».

L'élaboration du rapport et du projet d'avis a été confiée à la section des activités productives, de la recherche et de la technologie qui a désigné M. Alain Pompidou comme rapporteur.

Afin de parfaire l'information de la section, un colloque a été organisé le 6 juillet 2000 sur le thème de la saisine dont on trouvera les actes en annexe de ce rapport.

La section a, de plus, successivement entendu :

- M. Claude Weisbuch, directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS) ;
- M. Jean-Raymond Levesque, chargé du projet code ASTER à EDF ;
- M. Guy Nemoz, secrétaire général de l'Institut textile de France ;
- M. Yves Prel, ingénieur à la direction des lanceurs au Centre national d'études spatiales (CNES) ;
- M. Pascal Colombani, administrateur général du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) ;
- Mme Marie-Claude Gaudel, présidente du conseil scientifique de l'Institut national de recherche en informatique et en automatique (INRIA).

Le rapporteur a en outre rencontré de nombreuses personnalités.

La section et le rapporteur remercient l'ensemble de ces personnalités particulièrement les membres de l'Observatoire des sciences et des techniques et de la direction générale de la recherche de la commission européenne pour leur contribution à l'élaboration du rapport.

\*  
\*                      \*



## INTRODUCTION

En ce début de XXI<sup>e</sup> siècle, l'activité se situe à une période charnière qui nous fait entrer dans ce que certains appellent la « post-modernité » dans laquelle la préoccupation sociale se conjugue désormais avec les avantages purement économiques dans un contexte de progrès scientifique et technique.

En effet:

- jamais la connaissance scientifique n'a pénétré aussi loin dans l'infiniment grand et dans l'infiniment petit ;
- jamais les procédés et les instruments technologiques n'ont permis une analyse aussi détaillée des objets observés par les chercheurs ou la fabrication de produits aussi innovants et performants au service de la vie quotidienne (dans le domaine de la santé, de l'énergie, des transports, des communications, etc.) ;
- jamais la science et la technique n'ont interagi aussi étroitement, rendant caduc le modèle linéaire et séquentiel de la science vers les applications et provoquant ainsi l'avènement des « technosciences ».

Les percées scientifiques et techniques ont ainsi permis à l'être humain d'exercer de nouveaux pouvoirs dans un contexte de pression économique.

Parallèlement, notre époque est marquée par d'extraordinaires disparités entre les Nations et les peuples.

Celles-ci sont liées en particulier:

- aux percées scientifiques et techniques ;
- aux pressions économiques ;
- aux poussées démocratiques (qui ne s'exercent pas pourtant de la même manière) ;

dont la société civile est à la fois le terrain, le témoin et l'acteur.

- **Un double paradoxe**

Cependant, cette société du monde dit « post-moderne » doit composer avec deux paradoxes distincts :

- la maîtrise de plus en plus poussée de la nature par les scientifiques, conduit à une forme d'appropriation de la vie et de son environnement. Cette maîtrise peut être alors perçue comme une dépossession par une opinion publique qui se sent désarmée, voire désorientée ;
- la mondialisation qui favorise les échanges, est perçue par une grande partie des populations comme une menace pour ses références et repères traditionnels. A travers l'accélération des communications terrestres et aériennes, à travers la rapidité d'extension de la toile informatique, la perception des notions d'espace et de temps est remise en cause.



Cette dérive utilitariste, poussée à l'extrême, risquerait de représenter un danger pour les femmes et les hommes de la société contemporaine ainsi que pour les générations futures.

- **La place du Conseil économique et social**

C'est certainement l'un des rôles du Conseil économique et social que de tenter de définir la place des nouveaux territoires économiques, sociaux et culturels pour notre pays qui doit occuper toute sa place au sein de l'Union européenne et dans le monde.

Nous proposons de prendre le parti d'aborder ces préoccupations à travers le thème de la pluridisciplinarité et des synergies dans la recherche.

Pourquoi la recherche ?

Parce qu'elle permet d'avancer dans le champ de l'inconnu, mais également de répondre à une demande sociale pressante ainsi qu'à un contexte économique de plus en plus contraignant.

Nous nous situons, aujourd'hui, à un moment bien particulier : celui où la compréhension des esprits va devoir composer avec l'inconcevable.

Les chercheurs, mais également l'opinion publique, se trouvent confrontés à de nouveaux paysages jusqu'à présent inconnus : depuis l'exploration des confins de l'Univers jusqu'au clonage de cellules somatiques qui permet la construction d'êtres vivants génétiquement identiques, sans recourir à une reproduction sexuée traditionnelle, en passant par les performances des nanotechnologies qui permettent des restructurations prometteuses au niveau de regroupements d'atomes organisés.

Pourquoi la pluridisciplinarité ?

Parce que la technoscience est par nature pluridisciplinaire. La complexité d'un monde multipolaire conduit ainsi à décliner plusieurs disciplines au service d'un même projet. Les chercheurs doivent aujourd'hui conjuguer science et technologie au service de la technoscience, mais aussi, souvent parallèlement, valorisation et production, commercialisation, financement et gestion, mais aussi perception par une opinion publique porteuse de demandes sociales à partir des résultats obtenus grâce à la technoscience.

Pourquoi les synergies ?

Parce que la performance de la recherche fait appel à l'interaction des compétences et à la complémentarité des approches. Mais elle implique aussi désormais l'engagement du secteur économique et l'acceptation par l'opinion publique représentée à la fois par le contribuable et le consommateur.

Les synergies au service de la recherche ne se limitent pas aux acteurs de la recherche mais s'élargissent désormais à l'ensemble du monde socio-économique.

Grâce à pluridisciplinarité et synergies dans la recherche, nous positionnerons mieux notre pays dans le contexte européen et compte tenu de la compétition internationale. En effet, par rapport à nos principaux compétiteurs parmi les pays de l'ODCE, notamment les Etats-Unis et le Japon, notre pays est encore insuffisamment préparé pour relever de tels défis en raison de sa culture traditionnelle, de ses cloisonnements historiques, d'une tendance au repli sur soi-

même qui représentent autant de maillons faibles dans un monde complexe, rapidement évolutif et soumis à une forte concurrence internationale tant dans le domaine de la recherche et développement que dans celui des activités productives.

- **Une accentuation de la compétition mondiale basée sur la R&D**

Dans la compétition économique que se livrent les Etats, leur capacité à créer, diffuser et exploiter le savoir représente un élément des plus déterminants. En d'autres termes, la recherche et sa suite logique économique la recherche/développement sont parmi les moteurs principaux de la compétitivité, de la croissance et, par-là, de la création d'emplois.

Certaines évolutions intervenues dans la zone OCDE doivent être rappelées ici en ce qu'elles posent assez concrètement les enjeux stratégiques de notre sujet.

Le dernier en date des travaux publiés par l'OCDE<sup>1</sup>, relève que si les dépenses de R&D dans l'ensemble de la zone ont considérablement augmenté au cours des deux dernières décennies, que si le rythme d'accroissement a augmenté sur la dernière période, l'essentiel de la progression est le fait des Etats-Unis. On ajoutera que le nombre de chercheurs a crû de manière très sensible aux Etats-Unis (+6,21% entre 1995 et 1999). Pour notre pays la croissance, sur la même période, est de 1,22% (selon la Commission européenne).

Pour sa part, l'Académie des sciences, dans son rapport biennal sur la science et la technologie en France<sup>2</sup>, notait que sur la précédente décennie :

- si « ... les Etats-Unis affichent leur volonté de prédominance dans tous les secteurs d'activité... » et « ...accroissent significativement la part du budget fédéral consacrée à la science et à l'innovation » ;
- si « le Japon continue d'engager des efforts budgétaires considérables »... ;
- dans « l'Union européenne les principaux pays ont diminué leur effort national, à la seule exception de la Suède et de la Finlande, lesquelles ont opéré un choix stratégique dans les technologies de l'information et de la communication ».

<sup>1</sup> « Tableau de bord de l'OCDE de la science, de la technologie et de l'industrie vers une économie fondée sur le savoir » - OCDE édition 2001

<sup>2</sup> Académie des sciences – rapport triennal sur la science et la technologie en France – Synthèse 1998-2000 rst n° 12 novembre 2000. Voir également « vers un espace européen de recherche pour maîtriser la nouvelle économie » Rapporteur : M. Pierre Laffitte. Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques n° 2330AN/n° 311Sénat - avril 2000 et « recherche et innovation : la France dans la compétition mondiale » Rapport du commissariat général du plan octobre 1999 ainsi que le rapport de MM Pierre Cohen et J. Y Le Deaut remis au Premier ministre en juillet 1999 intitulé « priorité à la recherche »

Il est difficile de soutenir que la production des savoirs a toujours été, essentiellement, le fruit des travaux d'une communauté autonome de chercheurs gérés par des institutions : académies, universités, centres et instituts de recherche sans un apport du monde économique. Il est cependant à observer que cette production s'opère aujourd'hui dans une multitude d'espaces et que le rôle des entreprises en tant qu'élément moteur du processus d'innovation est de plus en plus important, jusqu'à devenir central dans certains secteurs.

Une preuve en est qu'une part croissante des dépenses totales de R&D est assumée par les entreprises :

- 60 % du financement de R&D dans l'ensemble de l'OCDE ;
- mais 72 % au Japon ;
- 67 % aux Etats-Unis ;
- 55 % dans l'Union européenne ;
- et...53 % en France, pour l'année 1999<sup>1</sup>.

Si, comme le souligne l'OCDE : *« l'utilisation et la production de savoirs dépendent de la création de connaissances, mais aussi des flux de savoirs dans et entre les économies »* et *« les collaborations entre entreprises et organisations non industrielles se développent et la part de la R&D exécutée dans les secteurs de l'enseignement supérieur et le secteur de l'Etat et financée par le secteur des entreprises augmente »*, l'interpénétration est donc aujourd'hui toujours plus grande.

Peut-on avancer une explication à ce phénomène ? L'OCDE en propose une, d'un intérêt certain et qui sous tend une évolution structurelle assez essentielle pour notre propos.

L'intensification de la concurrence sur les marchés et l'accélération du changement scientifique et technologique obligent les entreprises à innover toujours plus rapidement. Conjuguée à la multiplicité des technologies qu'elles doivent maîtriser, cette tendance conduit les entreprises à rechercher l'efficacité dans leurs activités de R&D, ce qui nuirait à l'investissement privé de la recherche appliquée à long terme.

Pour accéder à la recherche fondamentale et aux nouvelles technologies, les entreprises financeraient de plus en plus la recherche universitaire. De plus, les coûts de R&D augmenteraient au point qu'aucune entreprise (voire aucune structure non industrielle) si grande soit-elle ne pourrait plus prétendre trouver en interne à la fois toutes les connaissances et l'expertise nécessaires ; ce qui expliquerait le renforcement des partenariats public/privé.

Autre fait marquant d'un nouveau paysage de la recherche – directement issu des mouvements économiques – la production de recherche scientifique, dans tel pays, est de plus en plus tributaire de recherches réalisées dans d'autres pays.

---

<sup>1</sup> Dix ans avant, si les chiffres du Japon étaient identiques, pour les Etats-Unis, la part des entreprises était de 57 %, celle dans l'Union européenne était de 52 % et en France, la part des entreprises se montait à 44 %.

A cet égard, l'Académie des sciences dans son rapport évoqué plus haut, note à propos des groupes industriels américains que ceux ci auraient « ...cessé de réaliser en leur sein leurs recherches de base, les recherches techniques et même les innovations qui toutes avaient, il y a peu, un caractère patrimonial et les ont externalisées... » ; et de poursuivre que « ...cette façon de faire s'étend rapidement aux groupes industriels français » ; et de conclure que « ... de ce fait, les liens entre industries, universités et centres de recherches, tissés depuis une décennie, se sont renforcés (actuellement, il existe plus de 1000 centres aux Etats-Unis associant universités et industries, sur plus de 200 campus). En France, le mouvement s'amorce ».

De ce fait, la marque contemporaine de la recherche se caractériserait par un dialogue renforcé entre acteurs de disciplines ou entités qui traditionnellement sont fort éloignés les uns des autres et diversement structurés. Il s'agit bien alors de la pluridisciplinarité et des synergies, objets de ce projet de rapport.

Dans ce rapport, nous identifierons successivement : les enjeux et les écueils de la démarche proposée ;

- les défis à relever à travers une formation adaptée et l'évolution des métiers de la recherche.

On présentera quelques exemples destinés à répondre à trois types de logiques :

- spéculative, envisagée à travers la spécificité de l'informatique et de la simulation numérique ;
- industrielle s'appuyant sur des exemples visant à une production performante fondée sur une recherche de base solide
- de rupture technologique faisant appel à une approche très spécialisée visant à identifier une dynamique de « niches » technologiques.

Nous aborderons ensuite successivement :

- l'aménagement du territoire et la politique de recherche en région
- la construction de l'Europe de la recherche ;
- la compétition internationale et le positionnement de la recherche française en Europe et dans le monde, tout en gardant à l'esprit les atouts et les difficultés liées à la prise en considération de pluridisciplinarité et de synergies dans la recherche.

Nous présenterons, enfin, l'éthique des sciences et des techniques. Elargissant profondément le seul champ de la bioéthique, l'éthique des applications des technosciences est devenue un véritable enjeu stratégique d'une politique de recherche revisitée et donc mieux adaptée au contexte économique et social actuel.



## CHAPITRE I

### ENJEUX ET ÉCUEILS

Avant d'aborder les enjeux propres à la gestion de la complexité, puis les obstacles à surmonter, nous présenterons le nouveau paysage lié à l'émergence des *technosciences*.

#### I - UN NOUVEAU PAYSAGE : LA « TECHNOSCIENCE » <sup>1</sup>

Le modèle linéaire classique dans lequel la science précède la technologie qui en découle n'est plus de mise aujourd'hui. La connaissance a besoin de techniques de plus en plus performantes qui prolongent les sens et qui dépassent même les capacités intellectuelles propres à l'être humain. L'évolution des techniques fait appel aux connaissances nouvelles. Elle conduit l'intelligence à composer avec des objets de nature différente : produits matériels, données immatérielles, concepts et perception interagissent. Ce type d'interaction offre ainsi une place plus grande à l'intuition et à l'imagination, support de l'activité créatrice et d'une inventivité qui conduit à élaborer des réalités tangibles.

Ainsi les relations entre science et technique sont devenues plus étroites. La technologie s'appuie sur le progrès scientifique pour se développer. La science ne maintiendrait pas sa performance sans le progrès technologique. Le modèle est donc devenu circulaire, en boucle interactive.

A titre d'exemple :

- l'astrophysicien doit accéder à des systèmes d'observation susceptibles d'évoluer au-delà de l'espace extra atmosphérique : c'est le cas pour le télescope Hubble ;
- le biologiste se trouve confronté à l'informatique pour l'interprétation des données issues du séquençage du génome humain.

L'un et l'autre doivent disposer de systèmes d'acquisition des données, de calculs, et de simulations, aux performances jusqu'à présent inégalées.

- la robotique, située à l'interface entre l'homme et la machine, fait appel à des données mécaniques, doublées de systèmes d'analyse des comportements indispensables à la mise au point de logiciels adaptés.

L'approche d'un thème de recherche n'est donc plus nécessairement lié à une seule discipline mais à une interaction de disciplines différentes : l'objectif à atteindre, qu'il soit essentiellement spéculatif ou purement matériel, doit désormais rassembler des méthodes, des instruments, voire des concepts nouveaux.

Aborder un thème tel que « *pluridisciplinarité et synergies : une nécessité pour la recherche* » recouvre donc un champ très vaste que l'on appréhendera mieux en se posant la question de la limitation et des défauts de la mono disciplinarité.

---

<sup>1</sup> Ce terme est emprunté à Gilbert Hottois, professeur de philosophie contemporaine à l'université de Bruxelles (voir références bibliographiques).

La difficulté de la démarche pluridisciplinaire est liée au fait qu'elle demande un travail supplémentaire de confrontation et de concertation, fondé sur une approche collective. C'est ainsi qu'une dynamique, visant à la constitution de réseaux de laboratoires de recherche et de réseaux de chercheurs, conduit, partout où cela est possible, à abandonner les pratiques individuelles au profit de pratiques collectives.

Dans ce contexte, toute approche qui ne suscite pas de mécanismes synergiques conduit à soulever des antagonismes, facteurs de cloisonnement, entre les différents acteurs de la recherche, mais aussi entre la recherche et la société. Ces cloisonnements se révèlent particulièrement préjudiciables, et à la position sociale du chercheur, et à la perception de la démarche scientifique et technique par la société. C'est dans ce cadre que se trouvent soulevés les problèmes d'éthiques liés à la qualité des travaux scientifiques mais également au fait qu'il n'existe pas nécessairement de convergence entre les résultats économiques et les exigences de la morale.

Les liens de plus en plus étroits entre la science et les techniques rendent la science beaucoup plus coûteuse qu'avant et la rapprochent du monde économique. Ainsi, science et technique, savoir et savoir-faire tendent à se réunir dans une même boucle interactive que certains rassemblent sous la dénomination de « *technoscience* ».

Le chercheur se trouve donc confronté à de nouvelles modalités d'interrogation qui font appel à plusieurs disciplines différentes. Plus que jamais, l'analyse nécessite des angles d'approche variés : l'inventeur apparaît comme un assembleur d'objets qui se complètent. D'où la nécessité de s'ouvrir à la pluridisciplinarité au sein même de la démarche propre à la « *technoscience* » mais également entre les sciences dites exactes et les sciences sociales et humaines prises dans leur acception la plus large, c'est-à-dire économiques, sociales et culturelles. Les problèmes qui se posent aujourd'hui sont de nature pluridisciplinaire et présentent des prolongements jusque dans les sciences humaines et sociales.

Il est de plus en plus difficile, aujourd'hui, pour un seul et même individu d'acquérir, à lui seul, toutes les compétences nécessaires à la réalisation d'un projet complexe. En revanche, pour engager le dialogue, il doit être capable de comprendre et donc de trouver avec ses interlocuteurs une communauté de langage, ne serait-ce que dans la définition des objectifs.

Les acteurs de la recherche appartiennent, désormais, à une équipe au sein de laquelle chacun exerce ses compétences, apporte son éclairage, interagit de façon « pro-active ». Des points de vue différents s'expriment, se complètent ou s'opposent, de manière contradictoire mais dans une dialectique constructive orientée autour du projet de recherche.

Ceci conduit à insister sur l'importance des mobilités thématiques entre secteurs d'activité diversifiés, mais aussi de la mobilité des chercheurs et des métiers entre enseignement, recherche et industrie.

Indiscutablement, l'approche pluridisciplinaire est plus riche dans la mesure où elle permet d'élargir le champ de l'observation et donc celui de l'analyse mais aussi le domaine de la réalisation, et donc celui de la production.

La pluridisciplinarité d'une recherche se comprend aisément. Elle ne se heurtera pas à des difficultés majeures dans la mesure où, comme nous venons de le souligner, l'objectif est correctement défini entre plusieurs collaborateurs ou entre plusieurs équipes, mobilisées par un même projet.

La recherche comporte néanmoins une part d'inconnu et d'imprévisible. Ceci conduit parfois à des remodelages d'équipes, particulièrement douloureux pour ceux qui pourraient rester sur le bord du chemin. Ces remodelages représentent néanmoins un défi pour ceux qui vont devoir augmenter leurs performances du fait de l'identification d'une piste nouvelle.

Certains, pour tenter de gommer ces aspérités, proposent des termes de « transdisciplinarité » ou « d'interdisciplinarité ». Il s'agit là de concepts plus flous dont la réalité opérationnelle reste à démontrer. De tels concepts peuvent s'appliquer à des thématiques de recherche très particulières dans des domaines qui privilégient les interfaces entre disciplines.

Il semble donc plus réaliste de conserver le terme de « pluridisciplinarité » qui a le mérite d'être à la fois clair et précis et celui de pouvoir lui adjoindre la notion de synergie. Celle-ci comporte une composante faite de dynamisation. Il s'agit :

- d'interagir de façon complémentaire ;
- de rassembler des compétences vers un objectif commun ;
- d'augmenter la capacité d'entreprendre tant dans le domaine de la connaissance que dans celui des applications.

La notion de synergie est sans doute celle qui s'accorde le mieux, à la fois avec le concept de pluridisciplinarité et avec celui de la non linéarité de la « *technoscience* ». Pluridisciplinarité et synergies dans la recherche, impliquent des mesures de décloisonnement des laboratoires, des équipes de recherche, des chercheurs et des thématiques. Celles-ci paraissent amplement justifiées du fait que pluridisciplinarité et synergie sont devenues indispensables à la gestion de la complexité, tout en se fondant sur une approche monodisciplinaire initiale incontournable.



## II - LA GESTION DE LA COMPLEXITÉ : UN NOUVEL ENJEU

Les femmes et les hommes de la société contemporaine se trouvent confrontés à la gestion de la complexité :

- complexité scientifique et technique ;
- complexité économique et sociale ;
- complexité des mécanismes décisionnels, politiques et institutionnels ;
- complexité des stratégies des entreprises publiques ou privées ;
- complexité socioculturelle du fait de la confrontation de la morale à des situations jusqu'à présent inconnues voir même encore inconcevables.

« *La science se fait dans des communautés isolées loin des pressions économiques* ». Cette citation d'Albert Einstein dans les années 1920 n'a plus cours aujourd'hui, dans la mesure où l'isolement ne sert plus la démarche scientifique et où la prise en considération de la pression économique est devenue inévitable. Le chemin entre la création des connaissances et ses applications s'est raccourci rendant le cycle de l'innovation beaucoup plus rapide et rapprochant la science et le savoir des préoccupations économiques.

Parallèlement, science et technique sont plus proches que jamais de la société qu'elles influencent à travers les réponses qu'elles apportent à la demande sociale.

Nous nous trouvons donc dans un nouvel environnement sociétal qui implique les décideurs politiques et la société civile. Il touche en particulier et plus directement l'ensemble du monde de la recherche.

Plus que de s'engager dans une segmentation du monde de la recherche par couches sociales préétablies, visant à marquer la différence entre « savants », ingénieurs et techniciens, il faut analyser les compétences.

Le contexte auquel se trouve confrontée la société industrialisée conduit à s'attacher à faire la part de la coopération et celle de la compétition en mettant l'une et l'autre au service de la compétitivité. L'exercice et la reconnaissance des compétences fait de plus en plus appel à la notion de pluridisciplinarité. Les nécessités de la coopération et de la compétition renvoient à la notion de synergies. Le tout se situe dans un ensemble interactif où les compétences s'exercent au service de la compétition qui se nourrit de la coopération, cependant que compétences et coopération interagissent l'une avec l'autre.

Ainsi, compétences, coopération et compétition se déclinent dans les relations entre pays industrialisés, mais aussi entre ceux-ci et les pays en voie de développement.

Il ne faut cependant pas négliger les nouveaux acteurs de la recherche scientifique et technique et des activités productives que représentent les pays à économie émergente ou nouveaux pays industrialisés (NPI), tels que la Chine, l'Inde, le Brésil et certains Etats d'Asie du sud-est.

La recherche scientifique et technique est désormais ouverte sur le monde. Elle s'oriente en fonction de la cartographie des pôles de compétences et des centres d'excellence, dans un ensemble évolutif marqué par le fait que la fertilité des ressources immatérielles et l'allocation des moyens financiers dessinent désormais les contours des grands équilibres mondiaux.

Ainsi se trouve défini le nouvel environnement sociétal planétaire du monde de la recherche, constitué d'ensembles fonctionnels dont la hiérarchisation s'opère en fonction de la valeur ajoutée, de la capacité de positionnement et de la faculté à tisser des liens, à créer des alliances, à définir des « postures » fondées sur l'élaboration de stratégies.

C'est à ce niveau que doit être prise en considération une approche sociétale dans laquelle le champ de la demande sociale est élargi par la démarche éthique et par les perceptions socioculturelles.

Nous nous trouvons aujourd'hui à une période charnière où le protectionnisme qui présentait une sécurité relative pour les pays industrialisés, s'appliquera de moins en moins aux marchés émergents dans lesquels la valeur ajoutée est liée aux compétences et à l'utilisation de celles-ci dans un contexte concurrentiel.

La tentation d'un cloisonnement réactionnel devient au mieux source d'isolement et, au pire, source de conflit.

Il y a donc nécessité, notamment en matière de recherche, d'éviter les erreurs d'interprétation ou l'incompréhension en s'appuyant sur cette double approche marquée par la pluridisciplinarité et les synergies dans la recherche.

Celle-ci présente l'avantage de solliciter une vision dynamique fondée sur :

- l'ouverture d'esprit en vue du dialogue et de la concertation ;
- le décroisement au service de projets scientifiques et techniques ;
- les interactions entre les différents acteurs de la recherche.

Cependant, dans la réalité quotidienne, la mise en pratique d'une telle approche soulève des obstacles non négligeables.

### **III - DES OBSTACLES À SURMONTER**

Le chercheur est, par nature, un être singulier. Scientifique ou technicien, c'est un être humain qui analyse, observe, expérimente, c'est-à-dire qui vise à démontrer son ou ses hypothèses. L'activité de recherche repose sur une capacité de distanciation suffisante par rapport à l'objet, tout en maintenant une activité de réflexion permanente.

Il ne s'agit pas de réfléchir sans interruption, (cela est inaccessible à la grande majorité d'entre nous), mais d'être capable d'engager la réflexion à tout moment, au cours de périodes où la démarche de recherche conduit à s'engager dans un processus d'analyse et de synthèse, afin de rassembler des idées et des faits différents.

Le chercheur vit dans une sorte de tension permanente qu'il a choisie. Elle lui plait, non pas au sens narcissique du terme, mais au sens où elle alimente sa personnalité à travers ses compétences intellectuelles, voire même physiques. Une démarche créative menée, même temporairement, jusqu'à son terme, donne souvent l'impression d'épuisement.

Ainsi les chercheurs doivent savoir mettre leur agilité mentale, leur imagination et leur énergie physique au service de leurs convictions.

Le fait de les voir triompher, non seulement appuie leur notoriété, mais va leur donner des moyens supplémentaires pour poursuivre leur démonstration et développer des idées nouvelles. C'est à travers ce type de schéma que l'activité de recherche participe à l'élargissement des connaissances.

Si une telle démarche est consommatrice d'une énergie considérable, elle isole les chercheurs comme des champions soumis à un entraînement intensif. C'est cette forme d'isolement qui devient un facteur de cloisonnement entre chercheurs et entre disciplines. Isolement et cloisonnement ne sont pas seulement l'apanage de scientifiques engagés dans une démarche purement cognitive ou spéculative mais également de ceux qui se sont tournés vers la recherche orientée et finalisée, à vocation technologique. Dans le domaine des applications, les chercheurs sont conduits à assurer la protection de leurs inventions et donc à dissimuler temporairement leurs intentions, en attendant d'avoir obtenu la protection que leur octroie le brevet.

Un brevet n'est pas toujours possible. Le savoir-faire peut n'être protégé que par un secret de fabrication.

Les chercheurs vivent donc souvent en marge, intellectuellement isolés ou sur la défensive, voire soumis à des règles de protectionnisme industriel.

Confrontés à cette nouvelle forme de recherche que représente la « *technoscience* », les chercheurs sont amenés à devoir composer avec cette dynamique particulière faite de pluridisciplinarité et de synergies. C'est dans ce cas qu'ils sont conduits à remettre en question leurs penchants naturels et leurs acquis socio-culturels.

La « *technoscience* » confronte les chercheurs à une nouvelle culture, à de nouvelles hiérarchisations, à la fois personnelles et professionnelles.

Le décroisonnement indispensable à l'éclosion des technosciences conduit à :

- de nouvelles approches intellectuelles ;
- de nouvelles modalités de travail ;
- de nouvelles répartitions des tâches.

Nous voyons donc que le travail est plus souvent conçu en équipes pluridisciplinaires, organisées en fonction des synergies de compétences autour d'un même objet scientifique ou d'un même objectif technologique notamment à vocation industrielle. La répartition des tâches est fonction des compétences exercées qui remettent parfois en question les positions acquises sur le plan social. Désormais, la hiérarchisation s'organise autour de la notoriété ou de la rentabilité de la démarche des chercheurs.

Le paradoxe d'une telle situation tient au fait qu'il faudrait savoir faire preuve à la fois d'humilité et d'enthousiasme, c'est-à-dire savoir se tenir en retrait, tout en restant animé par un esprit de conquête. C'est sur l'adaptation d'un tel paradoxe aux activités de recherche, que se fonde la mentalité entrepreneuriale qui sert désormais les chercheurs, aussi bien dans le domaine de la recherche de base que dans celui de la recherche appliquée, aussi bien dans la production scientifique que dans celui de la production industrielle.

Ces éclairages nouveaux ont tendance à remettre en cause les acquis sociaux traditionnels d'une société organisée sur la base de concepts issus du XIXe siècle : celui de la science triomphante. Ils se heurtent à la lenteur de l'évolution naturelle d'un monde social hiérarchisé.

Le nécessaire processus de maturation indispensable à une évolution constructive du système de recherche se trouve lui-même entravé par deux phénomènes complémentaires.

- La dérégulation économique et sociale.

Elle est la conséquence des pressions exercées par les actionnaires sur la rentabilité de l'entreprise. Ce type de dérégulation conjugue compétitivité et ultra libéralisme, privilégie les lois du marché et ses pressions au détriment du plaisir de la connaissance ainsi que de la satisfaction du travail abouti. La rentabilité devient un instrument de survie plus que d'accomplissement des compétences acquises.

- La dérive productiviste

Elle tend à dévoyer les principes de complémentarité et de synergies, pour engager des restructurations trop souvent destructrices. Les délocalisations des centres de recherche et de production, conséquences de fusions-acquisitions, rentables dans l'immédiat sur le plan économique, ne doivent pas laisser occulter la nécessaire rentabilité, à moyen et long terme, des laboratoires ou des centres de recherche.

Une certaine dérégulation est nécessaire, de même qu'une amélioration de la productivité scientifique et technique, mais pas au détriment de la capacité créative qui fait appel à une démarche conceptuelle fondée sur le long terme.

Ceci conduit à composer avec une triple nécessité :

- décloisonner les laboratoires ou les équipes pour les orienter vers des approches pluridisciplinaires, en tenant compte d'objectifs ou de besoins précis ;
- susciter l'émulation nécessaire ;
- développer les synergies.

C'est à ce prix que se développeront des activités à bénéfice mutuel et réciproque, c'est-à-dire des systèmes de fertilisation croisée.

Afin d'éviter tout effet destructeur lié à cette conjonction de dérégulation et de productivisme, il paraît indispensable d'assurer la protection de l'indépendance des chercheurs, qui conditionne également celle des experts. Faute de quoi les avis seront biaisés et se fonderont sur des approches qui se situent à l'opposé de la démarche scientifique faite de transparence et d'objectivité. Elle justifie largement l'indépendance, mais aussi la liberté du chercheur.

Dans la recherche, comme dans la plupart des domaines propres aux activités productives, il en va de la pérennité d'un service public bien compris, c'est-à-dire au service d'objectifs destinés à servir la demande sociale, le pays et la société dans son ensemble.

#### **IV - DE LA PLURIDISCIPLINARITÉ AUX SYNERGIES**

Si les chercheurs restent personnellement isolés dans la démarche qu'ils mènent à titre individuel, leurs échanges sont devenus planétaires notamment en raison de l'accès facile et de plus en plus rapide à Internet, via, par exemple, le courrier électronique.

Si les conditions du décloisonnement entre les chercheurs se trouvent réunies, les zones de contact, aux frontières de différentes disciplines, restent encore limitées.

Ce n'est pas parce que le téléphone s'est développé qu'il y a eu homogénéisation des langages, même s'il s'est constitué une sorte de nivellement, discutable, des moyens de communication à travers le recours à la langue anglaise.

Il reste acquis qu'un même objet présente plusieurs facettes, plusieurs angles d'attaque, selon la discipline qui en fait son pôle d'intérêt.

L'approche pluridisciplinaire est désormais admise et souvent souhaitée mais au service d'un objectif précis, chacun apportant sa pierre à l'édifice. C'est le cas notamment pour les biologistes, les chimistes, les physiciens et les informaticiens.

Le fait de recourir à une approche pluridisciplinaire ne doit cependant pas remettre en cause l'exercice d'une discipline sur laquelle s'appuient les bases du progrès scientifique. Plus de collaboration pluridisciplinaire ne doit pas se faire au détriment de l'identité de chaque discipline concernée.

A titre d'exemple, l'université devient plus qu'un centre de formation, mais également le point focal d'activités de recherche et développement. Elle offre en effet la possibilité d'approches pluridisciplinaires, parallèlement à l'accès à des connaissances élaborées et très spécialisées. La fertilisation croisée entre l'enseignement et la recherche est devenue indispensable. C'est, en principe, le cas en France. Mais le modèle des autres universités ou instituts européens, est encore plus démonstratif parce que, sans doute, mieux adapté à servir la création de connaissances en relation avec le développement technologique. C'est le cas par exemple pour l'Institut Max Plank en République Fédérale d'Allemagne ou de l'Institut Sanger au Royaume Uni ainsi que pour l'Université « La Sapienza » en Italie qui rejoignent ainsi le modèle des universités américaines.

Le concept propre à ces universités de recherche a été décrit dès 1982 par Robert M. Rosenzweig : « *nous avons choisi de combiner la recherche de base à un mélange acceptable de recherche appliquée. La formation à la recherche et l'acquisition des connaissances s'opèrent en un même lieu, par la même personne, et souvent de façon simultanée.* » Ce modèle a été repris, dans les années 1990, au Japon, dans les instituts de recherche et de technologie.

Dans la mesure où chacun reste maître de la compétence qu'il exerce, l'approche pluridisciplinaire sera perçue à la fois comme une valeur ajoutée et un élément mobilisateur.

La difficulté apparaît à partir du moment où il y a partage, voire dissolution de compétences, d'où la difficulté d'approche interdisciplinaire ou transdisciplinaire déjà évoquée.

En dépit d'une apparente simplicité et d'une valeur ajoutée évidente, les synergies entre disciplines sont beaucoup plus délicates à assurer, car elles font appel à des partages de territoires et de compétences. Elles ne peuvent pas s'envisager avant d'avoir identifié précisément des objectifs communs et instauré un climat de confiance. C'est là l'enjeu principal de ce rapport, sur pluridisciplinarité et synergies dans la recherche.

## V - COMMENT RELEVER LES DÉFIS

Parallèlement au renforcement des liens et des interactions entre science et technique, le raccourcissement des cycles d'innovation et de développement rapproche la « *technoscience* » de l'économie. La mondialisation de l'économie et des systèmes de communication est la conséquence de l'interconnexion des différentes composantes de notre société à travers les technologies de l'information et de la communication. Cette nouvelle donne rend notre société à la fois plus floue et plus soluble, donc plus complexe.

Dans un tel environnement, trois objectifs essentiels vont conditionner le développement de la « *technoscience* » :

- engager une approche pluridisciplinaire, en renforçant les liens entre l'enseignement et la recherche et en intégrant les nouvelles technologies à travers la communication électronique ;
- assurer la liberté des chercheurs en dépit de la pression des forces financières et économiques ;
- assurer un juste équilibre entre le progrès scientifique et la protection des valeurs éthiques et socioculturelles.

### 1. Créer une dynamique porteuse

Pour relever ce défi, pluridisciplinarité et synergies sont devenues indispensables. Les décideurs politiques et le monde scientifique, pour répondre à une demande sociale de plus en plus pressante, doivent s'attacher à créer une dynamique porteuse.

Les nouveaux enjeux se trouvent ainsi liés à un double défi :

- conjuguer « *technoscience* », économie et demande sociale en matière de produits nouveaux ou de services ;
- allier excellence et compétitivité.

## 2. Conjuguer « *technoscience* », économie et demande sociale

La « *technoscience* » nécessite des moyens de plus en plus importants, faisant appel aux financements publics (universités, instituts, organismes de recherche assurant le salaire des chercheurs et les infrastructures), aux financements privés mais également aux partenariats publics/privés.

Le développement de la « *technoscience* » est, de sorte, lié au développement économique au sens le plus large. Cependant, il n'existe pas de développement économique à long terme sans une recherche de base performante : l'orientation prise récemment par les États-Unis en atteste. Ainsi, le budget de R/D a progressé, aux États-Unis, de 8,4 % de 2001 à 2002, en dépit de la récession économique. Le seul budget fédéral de la recherche atteindra 99 milliards de dollars (près de 110 milliards d'euros). Deux priorités sont affichées : la défense et la santé<sup>1</sup>.

On ne rappellera jamais assez le rôle « d'agence de paiement » du département de la défense, dans ce pays, qui irrigue les laboratoires universitaires et industriels, contribuant ainsi à financer la recherche « académique », notamment en mathématiques, climatologie et dans les technologies de l'information. Les retombées, nombreuses, de cet apport, contribuent à faire apparaître des technologies que l'on qualifiera de « duales » utilisées autant à des fins militaires que civiles : que l'on songe par exemple au laser, ou, plus près de nous, aux satellites d'observation.

Ainsi la décision politique en matière de recherche et développement se situe désormais au cœur même de ce creuset au sein duquel interagissent « *technoscience* », économie et société.

Le chercheur est parfois étranger à ce concept dynamique, tant il est mobilisé par sa préoccupation scientifique et technique. Cependant, l'expert doit désormais répondre à ce type de préoccupation exprimée, tant par les responsables d'entreprises que par les décideurs politiques. Ceux-ci doivent, de plus en plus, tenir compte du marché, non seulement en matière de coût économique, mais également en matière de coût sociétal. En effet, dans ce cadre, la demande sociale est modulée par l'attente et l'acceptation sociale des nouveaux produits technologiques.

En outre, le produit marchand est de plus en plus sophistiqué et fruit des recherches complexes, tant sur le plan de l'élaboration que sur celui de la production, du marketing, de la sécurité. Ceci est le cas notamment pour les matériaux (le verre par exemple), pour l'agroalimentaire, pour des produits de santé, la communication et les médias.

---

<sup>1</sup> Selon les termes particulièrement bien choisis de M. Christian Cuvilliez rapporteur spécial du budget de la recherche à l'Assemblée nationale pour 2002).

C'est à partir d'une telle interaction, nécessairement pluridisciplinaire, entre « *technoscience* », économie et sociologie que se constituera l'ébauche d'un nouveau modèle social dans lequel les technologies clefs, issues du progrès des connaissances et des savoir-faire, seront à l'origine d'un environnement nouveau pour l'être humain. C'est à condition de prendre en considération une telle approche que se trouveront réunies les conditions d'un développement durable de notre société, confrontée aux percées de la « *technoscience* ».

### **3. Allier excellence technico-scientifique et compétitivité économique**

Dans le domaine des sciences dites « fondamentales », essentiellement « cognitives », l'échange des connaissances s'opère assez facilement au niveau international même s'il existe une forte compétitivité entre les laboratoires de recherche.

L'excellence scientifique assure la compétitivité des universités et des instituts ou organismes de recherche. Dans ce cas, la performance est mesurée notamment par la qualité des publications évaluées par les pairs. Il s'agit d'un véritable socle, indispensable à la performance des activités de recherche.

En revanche, si le développement technologique demeure initialement une activité purement « techno-scientifique », il conduit rapidement à des applications industrielles pour le succès desquelles les entreprises technologiques sont soumises aux contraintes économiques. Il s'agit en effet des pressions réalisées tant par les investisseurs financiers que par celles qui sont liées à la demande du marché.

Aujourd'hui, le responsable d'un laboratoire de recherche (qu'il s'agisse d'une démarche fondamentale ou à visée d'application) doit se considérer comme responsable d'une « entreprise », c'est-à-dire assurer une gestion optimale de ses ressources qui permettent la consolidation, voire même l'augmentation de ses moyens.

Il doit aussi assurer la convergence des approches, soit pour la compréhension et la maîtrise de l'objet scientifique, soit pour l'élaboration du produit technologique : l'excellence renvoie donc plutôt à la compétence qu'à la compétitivité.

L'excellence peut se développer dans un certain cloisonnement, alors que la compétitivité participe nécessairement d'une vision plus large, pluridisciplinaire à la fois dans le domaine des technosciences et dans celui de la socio-économie.

Ainsi, la dynamique porteuse participe largement de la motivation des chercheurs et des équipes de recherche. La valeur ajoutée pluridisciplinaire conditionne la montée en puissance liée à l'établissement de synergies.

Dès l'instant qu'il s'agit de développement industriel, les besoins financiers deviennent de plus en plus grands.

Si l'on met à part les grandes installations scientifiques, telles que les accélérateurs de particules ou les organisations de séquençage des génomes, il est habituel de rappeler que si la recherche coûte un, le développement coûte dix et la mise sur le marché coûte cent.



Se pose, dans ces conditions, la question des débouchés industriels et commerciaux. Dans cette optique, excellence scientifique n'est pas nécessairement synonyme de compétitivité. Pas de compétitivité sans excellence de la recherche de base, mais cette excellence scientifique ne conduit pas, à elle seule, à la compétitivité de la recherche finalisée ou orientée. Il importe de cibler les coûts de production, les besoins du marché qui conditionnent, pour partie, les retours sur investissement.

Une telle approche stratégique fait ainsi appel à la mentalité entrepreneuriale.

Excellence et compétitivité déterminent alors les capacités de production et la conquête de nouveaux marchés. Il s'agit de ne pas tenir compte uniquement du coût de production et d'acheminement, mais également de la demande et de l'acceptation sociale.

Les nouveaux produits technologiques, issus des laboratoires de recherche, sont en train de dessiner les contours d'une nouvelle société. Dans ce contexte, la mondialisation ne sera perçue comme un progrès que grâce à la mise en place de mécanismes de gestion complexes. Ceux-ci font appel à la pluridisciplinarité et à la mise en place de synergies dans la recherche.

Les enjeux scientifiques, techniques, économiques et sociétaux de la recherche apparaissent ainsi susceptibles de créer une dynamique porteuse qui suscitera une motivation des chercheurs suffisante à leur mobilisation. C'est dans cette optique que nous aborderons successivement :

- la formation pour la recherche ;
- la démarche éthique et l'expertise ;
- les régions et les aspects internationaux ;
- et enfin la recherche européenne.

A l'occasion des métiers de la recherche, nous présenterons quelques exemples destinés à illustrer les concepts de pluridisciplinarité et de synergies dans la recherche.

## CHAPITRE II

### LA FORMATION POUR LA RECHERCHE : UNE FORMATION ÉCLAIRANTE

Même si nous sommes convaincus de la nécessité de synergies entre les disciplines, il n'est pas nécessairement facile de les établir. Nous devons envisager la meilleure façon de préparer ces synergies, dès l'enseignement primaire, et jusqu'à la formation à la recherche dans le supérieur.

Déjà sous l'impulsion de Jules Ferry, l'article premier de la loi du 28 mars 1882 stipule : « *L'enseignement primaire comprend l'instruction morale et civique, la lecture et l'écriture, la langue et les éléments de littérature française, quelques notions usuelles de droit et d'économie politique, les éléments des sciences naturelles physiques et mathématiques, leur application à l'agriculture, à l'hygiène, aux arts industriels, les travaux manuels et l'usage des outils des principaux métiers* ». Le législateur, dès cette époque, avait donc parfaitement compris que les sciences devaient être utilisées toutes ensemble pour être utiles, afin, comme l'écrivait Montaigne : « *de rendre les choses plus commodes et les hommes plus heureux* ».

Nous retrouvons ainsi le fondement de la traditionnelle « leçon de choses », où l'on apprenait que la science peut naître de l'observation intelligente du monde qui nous entoure et qu'elle peut aider à améliorer notre vie quotidienne.

Même si le fait de savoir correctement lire, écrire et compter reste indispensable, la formation de base est en train de se transformer. L'évolution des mentalités, liée en partie à la pression des médias et aux effets de modes, est désormais bousculée par la multiplication des accès à Internet et par le courrier électronique, en attendant l'accès généralisé aux multimédias interactifs : d'où l'importance de réfléchir aux modalités d'une éducation citoyenne revisitée, dans le contexte actuel.

Nous sommes sur le chemin de la « cyberscience » comme nous poursuivons progressivement notre évolution vers le « cybercommerce » – tout cela reposant sur une maîtrise du « cyberenseignement » (le « e-learning » anglo-saxon).

Paradoxalement, l'explosion des technologies d'information qui devrait ouvrir l'esprit sur le monde, tend à isoler les individus ou les groupes d'individus, voire à cloisonner les esprits victimes, notamment pour les plus faibles ou les plus influençables, de phénomènes de dépendance d'autant plus préjudiciables qu'ils représentent un facteur d'isolement par rapport au monde extérieur et notamment par rapport à la réalité quotidienne.

Même si la familiarisation à l'usage d'Internet est devenue indispensable et incontournable, nous avons besoin de former des gens curieux et imaginatifs plus que de simples spécialistes d'Internet. Nous devons, à nouveau, imposer la science expérimentale et la technique dans la formation élémentaire.

Reprendre les termes d'une éducation citoyenne doit conduire à mieux éclairer la capacité de jugement afin de permettre d'opérer les choix rendus nécessaires par la multiplication d'une offre technologique dont il faut souligner les contraintes.

En réaction à ces contraintes qui touchent désormais notre vie quotidienne et qui sont délibérément entretenues par la publicité, une forme d'hédonisme se développe. Elle éloigne les esprits de la prise de responsabilité et d'une forme d'esprit critique, fondée sur une réelle capacité de jugement.

Face à des pressions économiques alimentées par les percées technologiques, il importe de mieux former les esprits à l'évaluation et à la gestion des risques sur la base d'une comparaison raisonnée entre risques et bénéfices.

Une telle capacité de jugement ne peut se faire qu'en connaissance de cause, c'est-à-dire à travers une meilleure perception du monde de la recherche. Ceci implique une sensibilisation :

- à la démarche scientifique ;
- à la mise au point technologique ;
- à l'approche économique et sociale ;
- à la préoccupation éthique de l'utilisation des technosciences.

Ceci touche aussi bien la santé que l'énergie, l'environnement ou les nouvelles cultures liées aux technologies d'information et de communication.

## **I - UNE FORMATION ADAPTÉE DÈS L'ÉCOLE PRIMAIRE**

Indépendamment des acquisitions nécessaires à l'éducation de base, il s'agit d'ouvrir l'esprit sur notre environnement en insistant, notamment, sur les équilibres naturels. Ceci conduit à aborder les interactions entre les processus systémiques tant dans le domaine de l'infiniment grand (la visibilité, désormais acquise, des confins de l'univers) que dans le domaine de l'infiniment petit : depuis l'économie générale de la cellule vivante et de son génome, jusqu'à l'organisation et l'interaction des nanoparticules lors de l'assemblage des atomes en molécules.

Une approche à la fois éclectique et raisonnée est nécessaire. Excluant les faux espoirs, elle doit insister plus particulièrement sur les aspects pluridisciplinaires, sur les acquis via l'existence de synergies entre disciplines et sur la connaissance d'objets scientifiques et techniques en vue de leur utilisation pour le bénéfice de l'humanité. Il est néanmoins indispensable de ne pas occulter les prises de risques inhérentes à tous processus d'appropriation ou de conquête.

Une telle pédagogie doit commencer très tôt, dès l'école primaire au moment où les esprits, en dépit des caractéristiques propres à chaque individu, manifestent des périodes de grande réceptivité.

Il s'agit de susciter un intérêt pour les résultats des technosciences à travers des visites guidées de musées qui rappellent l'histoire des sciences ou de centres d'animation technique qui les anticipent. Ces visites ne resteront pas limitées au territoire national mais conduiront à des visites à l'étranger, notamment dans l'Union européenne.

Nous nous limiterons à citer les institutions dévolues, dans notre pays, à la vulgarisation scientifique et à la sensibilisation technologique telle que :

- la Cité des Sciences et de l'Industrie ;
- le Palais de la Découverte ;
- le Muséum d'histoire naturelle ;
- le Futuroscope ;
- la Cité de l'Espace, et bien d'autres.

Afin de susciter un intérêt pour les sciences et les techniques, un exemple récent est représenté par l'initiative de la « main à la pâte ». Il s'agit d'insérer l'idée de recherche dans l'organisation même de l'enseignement scolaire. Le lycée et les classes préparatoires ont vu éclore le même phénomène depuis quelques années grâce à la mise en place de travaux d'initiatives personnelles encadrées. C'est une façon de modifier l'activité pédagogique en y insérant quelques éléments fondateurs de la notion de recherche comme l'idée que l'activité scientifique est de découvrir ce que l'on ne connaît pas.

## II - UNE FORMATION RENFORCÉE DANS LE SECONDAIRE

Indépendamment de l'acquisition des connaissances élémentaires propres à la langue, à la littérature, à la philosophie, à l'histoire et à la géographie permettant aux jeunes adolescents de se situer dans le monde contemporain, l'acquisition des bases liées aux disciplines scientifiques et techniques est indispensable.

Il s'agit de sensibiliser les esprits, en tenant compte des différences de personnalité, au caractère multidimensionnel de la démarche scientifique.

Ceci conduit à insister sur l'interpénétration des disciplines en vue d'une meilleure compréhension de la complexité croissante des objets scientifiques, des instruments, des procédés et des produits technologiques.

L'acquisition de l'esprit critique est faite de distanciation et de relativisation qui, sans négliger l'acquisition des connaissances, permet de préparer le futur étudiant à assimiler intelligemment, c'est-à-dire en se référant à un jugement éclairé.

Il est indispensable, dès le secondaire, que la formation permette aux jeunes d'apprendre à apprendre, mais également d'apprendre à comprendre. Ceci doit se faire à partir d'une logique d'intégration des disciplines afin de permettre aux futurs étudiants de mieux s'orienter et de mieux servir des vocations éventuelles.

Une telle préparation donnera sans doute plus d'aisance et suscitera une meilleure prise de responsabilité au moment d'aborder l'enseignement supérieur et la formation professionnelle.

En vue d'atteindre un tel objectif, des voyages touristiques, des séjours culturels à l'étranger permettront de relativiser la portée de programmes parfois trop monolithiques et exclusivement centrés sur l'acquisition des connaissances.

Il en est de même pour les stages de sensibilisation aux activités scientifiques et techniques effectués, dès la fin des études secondaires, pendant des périodes d'une à plusieurs semaines. Les élèves peuvent saisir l'occasion de motivations qui orienteront leur choix ultérieur.

C'est pendant le secondaire que la maturation des esprits bénéficiera d'une approche où pluridisciplinarité et synergies apparaîtront, en demi-teinte, dans l'acquisition des bases de la culture scientifique et technique. « *La chance sourit aux esprits préparés* » (Louis Pasteur).

### **III - UN ENSEIGNEMENT SPÉCIALISÉ ADAPTÉ AUX MÉTIERS DE LA RECHERCHE**

A l'issue du baccalauréat, l'engagement dans une filière de formation scientifique et technique est la conséquence d'un choix d'orientation professionnelle. L'étudiant entre dans une phase d'acquisition de compétences.

Celle-ci tend à plusieurs objectifs :

- alimenter une passion ;
- utiliser des capacités naturelles ;
- approfondir une démarche ;
- subvenir à des besoins matériels clairement identifiés dans leurs dimensions ;

Les motivations des chercheurs, femmes et hommes, dépendent en effet de leurs propres capacités et de celles des enseignants qu'ils vont côtoyer pendant leur formation professionnelle, à l'université, dans les laboratoires, dans les instituts et les organismes de recherche.

Ces motivations dépendent enfin de leur désir d'être reconnus socialement à travers la notoriété purement scientifique ou par des rétributions financières, liées à une notoriété économique.

Dans tous les cas, ces motivations doivent tenir compte, à la fois, de la complexité des objets et de l'internationalisation des projets. Ceci conduit les étudiants à se situer dans un contexte de pluridisciplinarité et de synergies.

Afin de ne pas confondre formation à la recherche et formation doctorale, nous envisagerons successivement l'enseignement technique et l'enseignement supérieur orientés vers la recherche.

#### **1. L'enseignement technique orienté vers la recherche**

Il est délivré dans les écoles professionnelles, à l'Ecole nationale supérieure des arts et métiers (l'ENSAM), dans les instituts universitaires de technologies (IUT) ) mais aussi dans les écoles de cadres ingénieurs, destinées à former les cadres techniques des laboratoires de recherche publics et privés dans des domaines de compétences précises. En fonction des différents types d'activités, l'étudiant en formation pourra être appelé à conjuguer plusieurs

disciplines tout en maîtrisant parfaitement le maniement des techniques à travers une meilleure sensibilisation à la démarche expérimentale.

Là encore, les cadres techniques seront recrutés sur leurs compétences, mais les critères :

- d'ouverture d'esprit et donc de curiosité intellectuelle ;
- d'adaptabilité mentale ;
- de capacité d'intégration au travail en équipe ;
- de mobilité ;
- de sens de responsabilité,

sont devenus indispensables pour le recrutement dans le secteur industriel qu'il soit public ou privé.

Quoi qu'il en soit, à spécialisation égale, chez les jeunes cadres en formation, qu'ils visent la recherche fondamentale ou la recherche orientée, la capacité à :

- travailler en équipe ;
- gérer la pluridisciplinarité ;
- rechercher les synergies,

représente le plus souvent un atout. Elle devient aussi un moyen d'échapper à une trop grande instrumentalisation au sein d'une équipe de recherche.

Dans ce cadre et en vue de recrutements ultérieurs, des stages dans les laboratoires de recherche, et des contrats à durée déterminée (CDD), leur permettront de mieux cibler leurs objectifs professionnels en les harmonisant avec leurs motivations et leurs compétences.

## **2. L'enseignement supérieur pour la recherche**

La formation pré-doctorale (licence, maîtrise, diplômes d'études approfondies (DEA)), de même que la préparation aux grandes Ecoles visent à acquérir des connaissances élémentaires, mais de plus en plus élaborées, afin de permettre, en deux à trois ans, l'entrée par concours dans une grande école, et en trois à cinq ans, la préparation d'une thèse.

### *2.1. l'Université*

Sur le plan universitaire, même s'il est difficile d'acquérir, d'emblée, une formation pluridisciplinaire, la sensibilisation des jeunes en vue de la formation à la recherche doit se faire dès le deuxième cycle, à travers des enseignements, des stages en laboratoires et des stages en entreprises. Or, bien souvent, l'étudiant est confronté pendant le deuxième cycle, à des choix de filières qui sont de plus en plus spécialisées et dont la pluridisciplinarité n'est pas évidente. Le fait de se heurter à des domaines spécialisés, dès la licence ou la maîtrise, est devenu préjudiciable à l'ouverture d'esprit qui conditionne la curiosité et l'esprit critique en vue de l'acquisition d'outils et de connaissances. C'est ainsi que les étudiants pourront choisir, en connaissance de cause, les « opportunités » qui s'offrent à eux pour le troisième cycle.

Si le troisième cycle reste essentiellement une période de formation à et par la recherche, l'étudiant doit être mieux préparé à définir ses orientations, en vue du choix d'un laboratoire et d'une thématique de recherche.

Or, aujourd'hui, en France, les universités éprouvent une certaine difficulté à gérer les interfaces notamment dans le cadre de la formation permanente. Bien que, dans le domaine de la biologie, les interfaces soient évidents entre la physique, la chimie et l'informatique, la forte sectorisation de l'université rend compte des difficultés à proposer des enseignements transversaux et donc à gérer les synergies nécessaires entre plusieurs disciplines.

Jusqu'à la thèse, les étudiants doivent faire preuve de l'acquisition régulière des connaissances propres à une discipline. C'est en fonction de leurs goûts et de leur motivation qu'ils peuvent se familiariser déjà avec plusieurs disciplines, en fonction de leurs objectifs futurs et de l'influence de leurs enseignants.

La thèse est généralement un travail destiné à démontrer une ou plusieurs hypothèses. Elle sert une discipline, mais elle peut faire appel à un large éventail de techniques, de même qu'à une série de démarches intellectuelles. Elle se situe parfois dans un contexte de synergies entre disciplines : l'effort étant essentiellement de nature intellectuelle afin de donner une cohérence aux travaux de recherche accomplis. C'est à ce stade que le directeur de thèse joue un rôle d'orientation et où, si le sujet de thèse s'y prête, une approche pluridisciplinaire peut paraître nécessaire. Il est cependant des cas où des étudiants vont spontanément rechercher à mettre en œuvre une démarche pluridisciplinaire de leur propre initiative. Sans ralentir le processus de préparation de la thèse, sans affecter la qualité du travail par une trop grande dispersion, le directeur de thèse doit s'appliquer à accompagner cette démarche des thésards. Ceci les prépare à susciter, ultérieurement et avec moins de difficulté, les synergies nécessaires à la poursuite de leur travail.

En ce qui concerne la thèse : depuis cinq ou six ans, le nombre des thèses délivrées, en France, est stable autour de 11 000 par an.

Ceci rend compte des 60 000 étudiants inscrits en thèse en 1998, et place actuellement la France en tête des pays « producteurs » de thèses par an et par million d'habitants.

Si la thèse répond aux besoins des laboratoires de recherche, en préparant les étudiants à servir la « technoscience », la question de l'attractivité des thèses reste posée en particulier en raison du fait que l'obtention d'une thèse n'ouvre pas nécessairement des débouchés rapides dans le monde économique.

Le nombre d'étudiants s'inscrivant chaque année en thèse est en diminution. En dépit des 16 000 inscriptions annuelles, la baisse est actuellement de l'ordre de 600 chaque année (même si l'on discerne un renversement de tendance dans la période la plus récente).

Cette désaffection est liée semble-t-il à une double hésitation des étudiants :

- difficulté à se consacrer pendant plusieurs années à un travail de fond à la fois ingrat et parfois incertain, isolant, de façon temporaire, les étudiants du monde social ;

- attirance pour l'action immédiate suscitée par les perspectives professionnelles ou professionnalisantes qui s'ouvrent à eux en France et surtout à l'étranger : la préparation du master of business administration (MBA) à l'étranger est souvent privilégiée par des étudiants qui se seraient engagés il y a quelques années dans la préparation d'une thèse.

Une explication tient, également, au fait que le marché n'offre pas suffisamment d'emplois répondant au profil de ce type de chercheurs.

Nous devons donc nous inquiéter d'une situation qui conduit, notamment dans notre pays, de moins en moins de jeunes à s'engager dans un travail de recherche. Ceci marque nécessairement une évolution des mentalités, mais pourrait traduire également un changement de paysage socio-économique, lié à une évolution de l'offre permettant d'entrer dans les activités économiques et d'y réussir. Il reste cependant difficile de savoir s'il s'agit d'un effet transitoire ou du commencement d'une évolution irréversible. La question de la réorientation des travaux de thèse mérite d'être posée.

En effet, en ce qui concerne l'obtention de la thèse, la répartition se fait encore par grands secteurs :

- 40 % des diplômés sont engagés dans les sciences physiques, la chimie, les sciences de la terre et de l'univers ;
- 20 % vers la biologie et la santé ;
- 35 % vers les sciences humaines et sociales ;
- seulement 5 % vers les mathématiques et l'informatique.

Cette présentation, certainement commode, sera difficile à maintenir dans la mesure où les recherches s'effectueront de plus en plus en synergie entre ces différents domaines.

Quoi qu'il en soit, les débouchés, à l'issue de la thèse, éventuellement après une période de stage post-doctoral transitoire, sont représentés par l'enseignement supérieur et les organismes de recherche pour la moitié des thésards, les entreprises, c'est-à-dire les activités économiques pour environ 40 %. Le travail précaire qui tourne autour de 8 % est en diminution (enquête du centre d'études et de recherche sur les qualifications, CEREQ).

Présentée sous une forme un peu différente, l'analyse publiée dans l'édition 2000 de l'Observatoire des sciences et des techniques (l'OST) sur les indicateurs de la science et de la technologie montre que les doctorants représentent 47 % du potentiel national de recherche scientifique, à côté des enseignants chercheurs (32 %) et des chercheurs des organismes publics (20 %).



Tableau 1 : Part relative des chercheurs et doctorants  
de la recherche publique civile (personnes physiques)

selon le type d'institution (1997)

(en %)

|                                     | de<br>l'enseigne-<br>ment<br>supérieur | du<br>CNRS | des<br>autres<br>EPST | Des autres<br>organismes<br>de<br>recherche | Doctorants<br>inscrits | Total | Nombre  |
|-------------------------------------|----------------------------------------|------------|-----------------------|---------------------------------------------|------------------------|-------|---------|
| Science de la vie                   | 38,6                                   | 11,9       | 12,7                  | 8,2                                         | 28,6                   | 100   | 29 147  |
| Sciences de la<br>matière           | 34,7                                   | 11,2       | 1,9                   | 16,4                                        | 35,8                   | 100   | 52 669  |
| Sciences<br>humaines et<br>sociales | 28,6                                   | 3,5        | 0,7                   | 1,2                                         | 66,1                   | 100   | 60 050  |
| Total                               | 32,9                                   | 8,1        | 3,6                   | 8,3                                         | 47,1                   | 100   | 142 136 |

Source : MENRT-DPE B3 et services du personnel des EPST, traitements et estimations OST.

Dans les 47 % du « potentiel de recherche », nous retrouvons les 40 % de chercheurs en entreprises et les 7 % de chercheurs à emplois précaires présentés dans l'enquête précédente du CEREQ.

### 2.2. Les grandes Ecoles et les facultés de médecine

La préparation aux grandes Ecoles et au concours d'entrée en faculté de médecine demande un travail ardu, faisant appel à une juxtaposition de disciplines, orienté exclusivement sur le succès au concours. Elle est donc relativement peu synergique. Il s'agit d'acquérir le maximum de connaissances ainsi que de faire preuve de l'agilité intellectuelle nécessaire et donc discriminante.

Après l'entrée dans l'Ecole, une liberté plus grande est laissée à l'étudiant sur le choix des disciplines et sur les modalités d'approche mono ou pluridisciplinaire.

#### a) Les grandes Ecoles

Là encore, nous nous limiterons à la formation à la recherche.

A l'origine, orientée vers la spécialisation de leurs élèves, les grandes Ecoles ont diversifié progressivement leurs programmes d'enseignement et leurs méthodes pédagogiques. Elles tiennent aussi compte de la nécessité de prendre en considération, dans les domaines de plus en plus « pointus » et complexes, une approche pluridisciplinaire orientée vers la préparation aux synergies entre de nouvelles activités de recherche liées au développement des « technosciences ».

**L'Ecole normale supérieure** est un exemple assez unique où cohabite, jusqu'à la parité, des scientifiques et des littéraires. Le croisement de ces deux disciplines peut d'ailleurs se faire à travers l'histoire et la philosophie des sciences. Un rapport récent élaboré par M. B. Lecourt, vise à donner à tous les étudiants scientifiques une formation de base en philosophie et en histoire des sciences. Des postes de maîtres de conférence ont été créés, à cet effet, pour assurer cet enseignement dès la rentrée 2000. Parallèlement, un cycle de conférences sur les sciences et les techniques a été mis en place pour les élèves

philosophes. Ils sont de plus en plus intéressés par l'histoire de la philosophie et à appliquer leur discipline à l'examen des grands problèmes liés au développement des sciences et des techniques. Le certificat de sciences faisait partie, après la guerre, de l'agrégation de philosophie. Ce n'est malheureusement plus le cas aujourd'hui.

**L'Ecole Polytechnique** est par définition, polyvalente ou plutôt omnidisciplinaire. L'Ecole enseigne aussi bien les mathématiques, l'informatique, la physique, la chimie, la biologie, l'économie et les langues, à des esprits particulièrement rompus à apprendre et à assimiler. Par ailleurs, les élèves ont quasiment l'obligation de suivre un enseignement dans le domaine des « humanités » et des sciences sociales (philosophie, histoire, économie, psychologie, art...), sans omettre la formation humaine, tant à travers les activités sportives que des stages en entreprises. Ceux-ci permettent d'appréhender très tôt la réalité sociale et de commencer l'apprentissage des responsabilités.

Les **grandes Ecoles d'ingénieurs** étaient initialement des écoles professionnelles qui ne disposaient d'ailleurs pas d'enseignants permanents. Les enseignants étaient des ingénieurs de l'industrie qui venaient, par leurs cours, préparer les étudiants à un métier. La mise en place d'un corps d'enseignants permanents en sciences de l'ingénieur a pris du retard en France par rapport à l'Allemagne, à la Grande Bretagne et aux États-Unis. Même si les écoles de chimie ont pris une avance sur les autres, la mise en place d'un corps d'enseignants permanents s'est aujourd'hui imposée.

Sur le plan des activités de recherche, les grandes écoles d'ingénieurs sont associées depuis 1974 à des DEA. La loi de 1984 a supprimé la distinction entre le diplôme de docteur ingénieur, le doctorat d'État et le diplôme de docteur de troisième cycle.

Par nature, les sciences de l'ingénieur sont pluridisciplinaires et doivent rechercher les synergies. Dans certains cas, les difficultés persistent pour la gestion des interfaces en raison de la rigidité des classifications thématiques.

Quoiqu'il en soit, les écoles d'ingénieurs se sont trouvées mieux placées que d'autres pour entretenir, très tôt, dans le cursus des étudiants, des contacts étroits avec l'industrie et fonder leurs stratégies de recherche sur la base de relations contractuelles avec celle-ci. C'est là l'une des spécificités de l'activité de formation à la recherche dans les écoles d'ingénieurs.

#### *b) Les facultés de médecine*

La formation y est nécessairement pluridisciplinaire. La formation à la recherche se fait généralement en équipe au sein desquelles se mêlent cliniciens et biologistes. Ils sont rompus aux disciplines nécessaires aux méthodes de diagnostic, de surveillance et de traitement des patients ; d'où l'intérêt du statut hospitalo-universitaire, des collaborations entre laboratoires universitaires et laboratoires des organismes publics, des liens tissés au sein des instituts de recherche en santé et avec les laboratoires de recherche industrielle, tant dans le domaine pharmaceutique que dans celui du génie biomédical.

Plus récemment, se sont développées des formations en relation avec les laboratoires d'ingénierie informatique et de microélectronique, indispensables à la robotisation et au monde naissant de la télémédecine.

L'objectif d'ouvrir les études médicales à d'autres filières professionnelles, spécialement à l'entrée du deuxième cycle, est actuellement en phase de réalisation dans le cadre de la réforme des études médicales.

Après cette rapide ébauche du rôle des grandes Ecoles dans la formation à la recherche, il importe d'insister sur des éléments nouveaux et relativement récents qui vont conditionner l'évolution des dix prochaines années.

- Le premier est lié à la place croissante, sinon motrice, des activités innovantes et/ou de haute technologie. Celles-ci nécessitent de plus en plus de capacités intellectuelles orientées vers la maîtrise de processus complexes dans lesquels se mêlent et interagissent le concret et l'abstrait, le tangible et l'immatériel.
- Le second est en relation avec les liens qui se sont tissés entre les universités, les organismes de recherche, les écoles d'ingénieurs et les entreprises. Dans les universités, des formations professionnalisées de tous niveaux ont connu des progressions fulgurantes. Il faut également souligner l'intérêt porté par beaucoup d'universitaires et de chercheurs des organismes publics pour la création d'entreprises. Après une période d'engouement et malgré les déceptions engendrées par l'effondrement de nombreuses entreprises liées aux technologies de l'information et de la communication, ce type de valorisation des recherches présente encore des perspectives professionnelles attractives, notamment dans le domaine des biotechnologies et des technologies médicales.

### *2.3. La thèse et sa préparation*

Indépendamment des laboratoires communs à l'Ecole Polytechnique et à l'Ecole normale supérieure, dans lesquels les chercheurs et les enseignants mènent des activités complémentaires, il importe de favoriser la création de **laboratoires mixtes** entre organismes de recherche, universités et même entreprises. Dans cette optique, il est nécessaire de multiplier les bourses doctorales mixtes, financées par les organismes et par les entreprises.

Ceci conduira à une refonte des modalités de préparation et de soutenance des thèses, parmi lesquelles il faut insister sur les thèses en cotutelle et sur la nécessité de faire appel à des chercheurs « incompetents » dans le domaine, pour les jurys de thèses.

Quant à la mise en place des écoles doctorales dans les universités et dans les grandes écoles, sans entrer dans le caractère polémique propre à leur localisation exacte (elle constitue un enjeu de territorialité), leur mise en place manifeste la volonté d'organiser la formation à la recherche à travers une forme de collaboration entre les étudiants et les chercheurs, tout en s'ouvrant vers le monde de l'entreprise.

Comme on l'a vu, une majorité des doctorants ne se retrouvera ultérieurement ni dans l'enseignement supérieur, ni dans la recherche publique.

Ce phénomène risque d'ailleurs de s'amplifier au cours des prochaines années en dépit des possibilités de recrutement offertes par le départ à la retraite des tranches d'âges ayant bénéficié précédemment des vagues de titularisation.

La décroissance régulière de l'intérêt des étudiants pour la recherche scientifique et technique devient une préoccupation réelle pour notre pays. Alors que le nombre d'étudiants des universités diminuait, entre la rentrée 1995-1996 et la rentrée 1999-2000, de près de 6 %, le nombre total d'étudiants dans les disciplines scientifiques au sens large du terme s'est réduit de 9,6 %. Les inscriptions en diplôme d'enseignement universitaire général (DEUG) scientifique ont connu une forte baisse (- 14 % entre 1995-1996 et 1999-2000). On remarquera que les bacheliers scientifiques s'orientent plus volontiers, en partie pour des raisons matérielles et de perspectives professionnelles, vers les classes préparatoires, les écoles d'ingénieurs, les filières courtes, (brevet de techniciens supérieurs (BTS), IUT) aux dépens des formations universitaires.

Tableau 2 : Effectifs universitaires par discipline et cycle (France sans TOM)

|                                                                | 1996-97<br>Constat | 1997-98<br>Constat | 1998-99<br>Constat | 1999-00<br>Constat | 2000/01<br>Constat |
|----------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Université (hors IUT mais y compris ingénieurs universitaires) | 1 360 856          | 1 331 182          | 1 309 808          | 1 302 228          | 1 307 687          |
| - dont premier cycle                                           | 656 052            | 631 282            | 616 493            | 606 320            | 600 223            |
| - dont deuxième cycle                                          | 496 029            | 494 423            | 487 621            | 484 243            | 487 583            |
| - dont troisième cycle                                         | 208 755            | 205 477            | 205 694            | 211 665            | 219 881            |
| - dont droit                                                   | 191 940            | 186 356            | 183 839            | 184 586            | 182 542            |
| - dont sciences économiques, AES                               | 156 116            | 153 327            | 153 171            | 158 135            | 165 329            |
| - dont lettres, sciences humaines                              | 522 887            | 512 449            | 502 498            | 493 797            | 489 850            |
| - dont sciences                                                | 315 195            | 302 756            | 289 712            | 283 709            | 284 156            |
| - dont STAPS                                                   | 27 698             | 33 491             | 38 769             | 42 877             | 45 141             |
| - dont santé                                                   | 147 000            | 142 803            | 141 819            | 139 124            | 140 669            |

Source : LFI pour 2002 Sénat, Commission des finances : Enseignement supérieur, M. J.L. Dupont, Rapporteur et Ministère de l'Éducation nationale.

Cette situation s'explique (ou peut, pour partie, s'expliquer) par les difficultés rencontrées pour leur procurer des postes dans les laboratoires de recherche, notamment publics. Il faut y ajouter la compétition que d'autres métiers exercent grâce à l'attractivité des salaires proposés.

Pour rester dans le champ de la recherche «académique», même si un certain nombre d'enseignants chercheurs ont choisi la France pour s'installer pour des raisons idéologiques ou culturelles, voire même « esthétiques » (dans les dernières années, certaines universités ont recruté jusqu'à 20 % d'enseignants chercheurs à l'étranger), certains de nos plus brillants jeunes professeurs trouvent préférables, dans beaucoup de domaines, de prendre un poste dans des universités telles que celle de Lausanne ou de Munich, voire aux Etats-Unis. En effet, les conditions matérielles et de travail qui leur sont offertes sont beaucoup plus favorables qu'en France.

Dans un tel contexte, notre pays va devoir faire face à deux préoccupations majeures apparemment divergentes mais liées à un défaut d'attractivité grandissant pour notre politique de recherche tant en matière de formation que de débouchés.

Il s'agit d'une part de la fuite des cerveaux et d'autre part de l'arrivée de cerveaux « neufs » provenant des pays à économie émergente.

Tous les pays développés commencent à manquer des « bras » nécessaires à une recherche performante, c'est-à-dire d'une main d'œuvre hautement qualifiée sur le plan scientifique et technique.

Certains d'entre eux, comme les Etats-Unis, sont très organisés pour préparer l'arrivée, puis l'insertion de cerveaux étrangers. Dans certaines disciplines, l'énorme majorité des étudiants en thèse, aux Etats-Unis, ne sont pas américains.

Cette tension se manifeste dans la plupart des disciplines et dans tous les pays européens. Un des plus grands défis pour l'Europe, en matière de recherche, est de savoir si elle restera un pôle suffisamment attractif pour la formation des étudiants venant d'autres régions du monde. Aujourd'hui, l'Europe est encore le second pôle d'attraction après les Etats-Unis mais résistera-t-elle à une concurrence américaine de plus en plus forte ? La France, à l'instar notamment de la Grande Bretagne et de l'Allemagne, doit se battre non seulement pour retenir ses cerveaux, mais attirer vers elle les cerveaux du monde entier.

Pour autant, une politique consistant à « drainer » les cerveaux de pays en développement sans se préoccuper des conséquences sur le développement de ces pays ne peut véritablement se concevoir. Cette forme de mobilité est acceptable dans la seule mesure où elle permet la circulation du savoir et du savoir-faire et où elle conduit à des transferts de technologie vers les pays en voie de développement. Elle l'est beaucoup moins si il ne s'agit que de renforcer le potentiel scientifique du pays d'accueil. Dans ce dernier cas, elle ne constitue qu'une politique à « courte vue » dont les effets se feront rapidement sentir.

Il manque en France, voire en Europe, les « vitrines » scientifiques et techniques permettant de mettre en avant la performance des grands plateaux techniques de nos laboratoires. Nous subissons également un déficit de centres d'excellence de réputation internationale. Ceux dont nous disposons sont généralement saturés et n'offrent pas de possibilités de débouchés suffisants.

Il existe ainsi un manque de lisibilité internationale de nos recherches. L'initiative « Scientia Europea » prise par l'Académie des sciences vise à regrouper parmi une liste de 400 « nominés » formés par les académies européennes, 50 de leurs meilleurs chercheurs, pour les réunir pendant quelques jours chaque année, dans un cadre pluridisciplinaire en vue de confronter leurs expériences récentes et de susciter des coopérations. Elle mériterait d'être déclinée vers le monde de la technologie et de faire appel à la contribution de jeunes chercheurs de talents, réunis en Europe, sur le modèle des « Gordon Conférences » américaines. Lorsque l'on interroge les étudiants, nous nous rendons compte du caractère fortement attractif de la vie culturelle européenne. Cependant, ils reprochent à la France le manque de possibilités de pouvoir

prendre des initiatives personnelles et reconnues à tous les niveaux, dans la recherche aussi bien «académique» qu'industrielle.

Dans les sciences du vivant, la mise en place de deux programmes, par le CNRS (ATIPe) et par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM AVENIR) sont de nature à répondre à ces préoccupations.

Sans doute notre formation à la recherche est-elle encore trop scolaire, rythmée par les diplômes, cloisonnée par les disciplines et les territoires, voire même parfois décourageante pour les jeunes talents, et enfin inadaptée à la gestion de la complexité des sciences et des techniques, à l'évolutivité des systèmes de communication et aux besoins du monde économique.

Pour ce qui nous concerne directement dans le cadre de ce rapport, la nécessité d'une approche pluridisciplinaire de la formation à la recherche ne fait plus aucun doute.

Quant à la mise en place de synergies : la recherche se fera de plus en plus aux interfaces. Pour engager une approche de type synergique, il faut avoir appris à maîtriser plusieurs disciplines ou au minimum en comprendre les bases et le langage, dans le cadre d'un travail d'équipe pluridisciplinaire.

Les synergies sont la conséquence d'une mutation structurelle des activités de recherche. Nous sommes en train de passer d'une structuration verticale à une structuration en réseaux beaucoup plus souple dont l'animation se fera à partir d'une formation adaptée, susceptible d'offrir plus de place à l'inventivité, à la curiosité, à l'esprit d'initiative.

#### *2.4. La période post doctorale*

Les chercheurs entrant dans la période post-doctorale doivent faire leur preuve dans leur pays, dans l'Union européenne ou à l'étranger.

C'est sans doute pendant cette période qu'ils se trouveront directement confrontés à composer avec pluridisciplinarité et mise en synergies dans la recherche. A ce stade, le directeur de laboratoire qui a été parfois le directeur de thèse, loin de mettre des entraves à une telle démarche, doit s'appliquer à accompagner les post-doctorants dans une démarche pluridisciplinaire ou, au moins, les faire bénéficier de sa neutralité.

L'expérience prouve que c'est à ce stade que les difficultés surgissent du fait du cloisonnement entre laboratoires, au sein d'un même organisme, d'une même faculté ou d'une même université.

La mobilité s'avère déterminante dans les métiers de la recherche. Elle doit être considérée comme un gage d'ouverture d'esprit et une marque de curiosité intellectuelle et non, de manière négative comme cela est trop souvent le cas. Dès lors, des séjours à l'étranger dans un laboratoire reconnu pour sa qualité et sa compétitivité sont déterminants dans la mesure où ce laboratoire, son directeur et son équipe privilégieront la valeur ajoutée apportée par les jeunes post-doctorants. Ceux-ci devront alors faire preuve de toute la personnalité nécessaire à la poursuite de leur démarche lorsqu'ils retourneront soit dans leur laboratoire d'accueil initial, soit dans d'autres laboratoires.

C'est en particulier à ce moment que le risque de « drainage » des cerveaux est le plus grand : le choix est souvent difficile, notamment pour les plus brillants, entre un contrat négocié de façon souple et adapté aux motivations et aux qualités des jeunes chercheurs que les instituts étrangers souhaitent garder dans leur enceinte, et le parcours d'obstacles propre à nos modalités de recrutement en France. Nous offrons encore trop souvent la perspective de devoir attendre plusieurs années dans des conditions matérielles inadéquates à la structuration et l'équipement de nouvelles jeunes équipes.

C'est en fonction des occasions mais aussi des mentalités des chercheurs, que le choix s'opère entre la sécurité d'emploi assurée (mais le manque d'indépendance et d'initiatives) et la prise de risques que comporte la création d'une petite équipe autour d'un projet.

Quoiqu'il en soit, les chercheurs, désormais confirmés, sont confrontés à plusieurs choix :

- poursuivre une activité de recherche purement scientifique et fondamentale, ou déjà orientée, visant à une publication régulière de leurs résultats dans les meilleures revues internationales. La participation à des congrès spécialisés souvent prestigieux, leur donne l'occasion de se mesurer à leurs compétiteurs dans le domaine. Ces types de confrontation, très dynamiques, leur permettent également de susciter des collaborations et d'élaborer des plans d'approche nouveaux pour leurs sujets de recherche ;
- s'engager dans la recherche industrielle, dont la composante fondamentale est plus faible, mais qui fait plus particulièrement appel à l'établissement de synergies entre recherche de base et recherche orientée. Les objectifs de la recherche industrielle visent à obtenir ou à favoriser l'obtention de produits technologiques en tenant compte, dans l'élaboration du projet, de la stratégie propre à l'entreprise.

Dans les deux cas, les chercheurs peuvent se trouver rapidement confrontés à l'objectif de pluridisciplinarité et de synergies dans la recherche et ceci de plusieurs manières :

- formation complémentaire liée aux spécificités de l'entreprise, pour apprendre à mieux composer avec les objectifs de celle-ci. C'est dans la mesure où ils élaboreront des projets complémentaires de la stratégie des entreprises, qu'ils deviendront alors rapidement chefs de projets, puis responsables d'unités industrielles ;
- formation gestionnaire, conduisant les chercheurs à se spécialiser dans des tâches administratives ou plutôt managériales. Celles-ci les conduisent à s'engager dans la gestion des ressources humaines, dans le contrôle de qualité, dans la production, dans le commerce et l'exportation, dans la gestion financière.

Cette perspective nécessite une approche pluridisciplinaire du projet de recherche fondée sur une formation complémentaire adaptée.

Les capacités managériales et surtout entrepreneuriales bénéficieront largement aux chercheurs qui, familiers de l'approche pluridisciplinaires, pourront susciter des synergies opérationnelles :

- formation socioculturelle notamment dans le domaine de l'éthique des sciences et des technologies. Il s'agit là d'une « démarche réflexive » alimentée par les travaux des philosophes, des sociologues, des représentants des cultes et des courants de pensées. Elle est destinée à élaborer une doctrine sur les travaux de recherche en cours et à venir, et à éclairer les décideurs politiques et/ou l'opinion publique sur les enjeux, les risques et les bénéfices de projets de recherche apparemment prometteurs mais également controversés. Cette démarche s'applique tout particulièrement aux domaines de la biologie ; mais désormais, et de plus en plus, dans tous domaines qui influent sur la vie de la société (technologies d'information et de communication par exemple) ou sur le positionnement stratégique des Etats (politique spatiale).

L'approche pluridisciplinaire, la construction de synergies entre différentes disciplines revêtent ici une importance particulière voire même indispensable.

### *2.5. La formation continue*

Elle doit débiter très tôt dans la vie professionnelle du chercheur et se prolonger le plus longtemps possible.

Qu'elle soit purement scientifique ou technique, ou bien orientée vers l'économie ou l'éthique, elle est destinée à maintenir une « ambiance intelligente » comparable à celle des premières années d'études supérieures, mais néanmoins adaptée à des esprits matures.

Traditionnellement, des institutions comme le Conservatoire national des arts et métiers (CNAM), permettent l'acquisition de disciplines nouvelles en privilégiant l'esprit d'ouverture. Il peut s'agir d'une attitude purement intellectuelle ou au contraire guidée par des préoccupations pratiques d'ordre professionnel.

Dans ce cas, notamment, le stage à l'étranger est souvent le plus utile car il présente deux mérites distincts mais complémentaires :

- compléter la formation des chercheurs ;
- susciter des collaborations et donc favoriser le décroisement et la mise en synergie pour le laboratoire auquel les chercheurs appartiennent, qu'il s'agisse d'institutions publiques ou privées.

La formation complémentaire et continue revêt une importance de plus en plus grande. Elle privilégie en effet les capacités d'adaptation devenues nécessaires en raison des réorganisations et des réorientations stratégiques des laboratoires de recherche et des entreprises ayant donné lieu à des restructurations.





## **CHAPITRE III**

### **LES MÉTIERS DE LA RECHERCHE**

Le modèle linéaire de la recherche fondamentale à la recherche industrielle n'est, désormais, plus de mise. Néanmoins, afin de mieux saisir les interactions nécessaires entre l'une et l'autre, il importe de préciser les motivations des chercheurs et les enjeux des projets dont ils sont porteurs.

#### **I - LA RECHERCHE FONDAMENTALE**

Caractérisée par une démarche essentiellement cognitive et spéculative, elle repose sur une approche « déductive » destinée à créer des connaissances et donc à élargir le champ du savoir.

En effet, la création de connaissance peut être spontanée, liée directement aux préoccupations des chercheurs ou liée à un besoin technologique, à la demande sociale ou à la pression économique.

Quelles que soient les motivations précises des chercheurs, la recherche fondamentale vise à préciser les mécanismes naturels, à en disséquer les rouages pour mieux comprendre et identifier les étapes nouvelles des processus originaux, voire même des objets jusqu'à présent inconnus.

La plupart des chercheurs se positionnent en observateur dans un contexte de créativité. Leur esprit d'analyse et de synthèse doit leur permettre de démontrer des hypothèses et peut les conduire vers une découverte. Il s'agit alors de l'identification d'un objet, d'un produit ou d'un processus préexistant qui n'a, jusqu'à présent, pas été identifié de façon précise.

Une telle démarche est généralement le fruit de rapprochements fortuits conditionnés par la rencontre de mentalités orientées. Les motivations des chercheurs reposent essentiellement sur le « plaisir de connaître » cher à Albert Einstein. Ceci nécessite disponibilité et indépendance d'esprit.

Le maintien de la liberté de la recherche fondamentale, fondée sur l'indépendance et l'ouverture d'esprit, alliée à une capacité d'analyse et de compréhension hors du commun, est irremplaçable. Elle nécessite un statut à part des chercheurs (garantie par l'Etat en France), de toute façon stabilisée dans les grands laboratoires étrangers.

Actuellement, en France, cette forme de stabilité est assurée, essentiellement par les organismes publics qui, assurent en fait, la quasi-totalité de la recherche fondamentale.

Ce statut est caractérisé par une capacité à leur conserver leur originalité et leur caractère inventif, producteurs de nouveaux concepts ou d'hypothèses qu'ils soumettront à l'épreuve de l'expérimentation.

A l'étranger, la pression liée à la compétition scientifique est sans doute plus forte. Elle suscite une mobilisation plus large qui stimule la créativité et la capacité d'entreprendre. Une plus grande mobilité, associée à l'esprit de dialogue et de questionnements, la diversification et l'importance des aides financières extérieures aux organismes pourrait expliquer la multiplication des prix Nobel dans les pays anglo-saxons.

Tableau 3 : Parts mondiale et européenne et indice d'impact de la science française sur longue période (1982-1999)

|                         | 1982 | 1987 | 1992 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Part/monde (%)          | 4,3  | 4,4  | 4,8  | 5,0  | 5,1  | 5,1  | 5,2  | 5,2  | 5,2  |
| Part/UE (%)             | 14,8 | 14,8 | 15,6 | 15,6 | 15,6 | 15,5 | 15,5 | 15,5 | 15,4 |
| Indice d'impact à 2 ans | 0,98 | 0,99 | 0,96 | 0,95 | 0,93 | 0,93 | 0,92 | 0,95 | 0,95 |

N.B. : Indice d'impact : impact relatif à court terme ou nombre moyen de citations reçues en deux ans par publication, normalisé à la moyenne mondiale dans la discipline considérée. C'est aussi le rapport de la part mondiale des citations reçues à la part mondiale des publications (impact relatif monde entier = 1). Tableaux 3 et 4 source : OST.

Tableau 4 : parts mondiales de la science française par discipline sur longue période (1982-1997)

| Disciplines                 | 1982 | 1987 | 1992 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1999 |
|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Biologie fondamentale       | 4,9  | 5,0  | 5,3  | 5,5  | 5,5  | 5,6  | 5,5  | 5,6  |
| Recherche médicale          | 4,2  | 4,3  | 4,6  | 4,7  | 4,8  | 4,8  | 4,8  | 4,8  |
| Biologie appliquée-Ecologie | 3,3  | 3,1  | 3,6  | 4,0  | 4,0  | 4,1  | 4,1  | 4,3  |
| Chimie                      | 4,8  | 4,6  | 4,9  | 5,1  | 5,3  | 5,4  | 5,5  | 5,6  |
| Physique                    | 5,2  | 5,5  | 5,0  | 5,1  | 5,2  | 5,2  | 5,4  | 5,6  |
| Sciences de l'univers       | 3,9  | 4,4  | 4,7  | 4,9  | 5,1  | 5,4  | 5,7  | 5,9  |
| Sciences pour l'ingénieur   | 3,4  | 3,4  | 3,9  | 3,8  | 3,9  | 4,1  | 4,3  | 4,4  |
| Mathématiques               | 4,0  | 5,1  | 6,5  | 6,9  | 7,1  | 7,4  | 7,7  | 7,9  |
| Ensemble                    | 4,3  | 4,4  | 4,8  | 5,0  | 5,1  | 5,1  | 5,2  | 5,2  |

La France garde néanmoins une position remarquable dans le domaine des mathématiques.

Les prix Nobel scientifiques sont plutôt de nature monodisciplinaire : physique, chimie, médecine ; mais, en réalité, la découverte fait appel à une approche pluridisciplinaire ou, en tout cas, profitera à plusieurs disciplines<sup>1</sup>

Il existe donc des liens plus étroits que l'on ne pourrait le penser entre recherche fondamentale et pluridisciplinarité.

La recherche de base ne restera pas isolée. Elle représente à la fois le socle et le tremplin de la recherche finalisée.

<sup>1</sup> En physique, pour la décennie précédente (1991-2000), si trois français ont obtenu cette distinction : MM. Pierre Gilles de Gennes en 1991, Georges Charpak en 1992 et Claude Cohen-Tannoudji en 1997, quinze américains ont été distingués ainsi qu'un canadien et un russe. En physiologie et médecine, entre 1990 et 1998, 19 prix Nobel ont été attribués, 14 l'ont été à des savants américains, 3 à des allemands, 1 à un australien, 1 à un suisse. Le dernier prix Nobel fut Jean Dausset en 1980. En chimie, entre 1991 et 2000, 20 prix Nobel ont été décernés, dont 11 à des citoyens américains, 3 à des britanniques, etc. (le dernier prix Nobel français dans cette spécialité a été Jean-Marie Lehn en 1987).

## II - LA RECHERCHE FINALISÉE

Elle recourt nécessairement à la connaissance, elle se fonde sur la découverte dans la mesure où le développement de produits ou de procédés nécessite l'intégration de connaissances diverses.

Elle repose sur l'élaboration de projets, orientés vers l'utilisation de la recherche de base, à travers une activité inventive.

L'invention permet la création d'un objet nouveau dit « innovant » ou « novateur », lié à une démarche qui participe de l'utilisation d'une ou plusieurs découvertes.

Ainsi, l'utilisation du savoir nécessite de recourir au savoir-faire en vue de l'élaboration d'objets nouveaux, c'est-à-dire de procédés ou de produits innovants.

Plutôt que de chercher à identifier des objets existants, il s'agit de réaliser des objets précis, répondant à un cahier des charges détaillé, fondé sur une préoccupation de nature industrielle, c'est-à-dire orientée vers la production à des fins de commercialisation.

L'invention fait généralement appel à une approche pluridisciplinaire et à la mise en place de synergies entre des approches complémentaires. C'est le cas, par exemple, pour la bio-informatique, pour les activités de simulation qui conduisent à une transformation de l'objet en un produit innovant dont les caractéristiques nouvelles sont le fruit d'une approche différente de celle qui avait conduit à la conception de l'objet initial.

Quelques exemples seront fournis ultérieurement.

## III - LA « TECHNOLOGIE »

Elle s'appuie sur un concept, relativement récent, à partir duquel la démarche du chercheur associe la science et la technologie, le savoir et le savoir-faire, à travers la maîtrise de systèmes complexes qui conduisent à conjuguer, de façon concertée, pluridisciplinarité et synergies dans la recherche.

Dans un tel contexte, les chercheurs ne sont plus isolés, ils se situent au sein d'une équipe pluridisciplinaire ayant noué des collaborations à la fois complémentaires et synergiques. C'est le cas en biologie, en raison de la complexité croissante des systèmes nécessitant de faire appel à des technologies différentes pour l'étude d'un même objet. A titre d'exemple nous pourrions citer l'imagerie médicale ou la génomique. C'est également le cas en astrophysique, en physico-chimie des matériaux mais, aussi, pour l'élaboration de produits technologiques :

- matériaux composites ;
- vitrages ;
- matériaux automobiles ;
- textiles technologiques.

Aujourd'hui, les produits technologiques sont le fruit de la « *technoscience* » qui conduit à définir de nouveaux métiers pour lesquels les qualités requises sont essentiellement :

- connaissances approfondies ;
- compétences spécialisées ;
- capacités d'adaptation et de dialogues constructifs ;
- « capacité d'étonnement », particulièrement développée chez les chercheurs japonais.

S'y ajoute désormais la capacité à communiquer à travers les réseaux informatiques.

La révolution des « TIC » a apporté des changements profonds dans la manière de conduire les recherches, tout en élargissant le champ de la communication entre les chercheurs. Elle favorise pluridisciplinarité et synergies. Mais il ne faut pas négliger les nouveaux risques de cloisonnement que représentent des forums électroniques fermés, réservés à la communication entre un nombre limité d'initiés.

Il faut cependant souligner les potentialités de ces systèmes performants de communication, d'analyse et de simulation.

En effet, leurs potentialités sont considérables, en matière de consultation bibliographique, de mise à disposition des banques de données scientifiques, de veille scientifique et technique.

Ils permettent également la mise en place de réseaux de chercheurs. Grâce à la modélisation des opérations de recherche virtuelle, ils conduisent à ce que l'on appelle des expérimentations « *in silico* » qui se prêtent volontiers à des collaborations digitales.

Indépendamment du risque de cloisonnement supplémentaire, ce système favorise, en réalité, les coopérations pluridisciplinaires et les interactions synergiques.

Ils assurent la promotion de l'excellence scientifique dans la mesure où les chercheurs isolés, aussi bien que les équipes, se trouvent très rapidement confrontés à la comparaison de données en temps réel, dans un contexte de compétition élevée.

Si l'isolement se satisfait de la médiocrité, la mondialisation la dénonce aussitôt car elle réunit des conditions nécessaires à une compétition entre les individus et les équipes, fondée sur les échanges d'informations.

Cette nouvelle approche confère aux métiers de chercheurs une nouvelle dimension qui bénéficie de plus en plus d'une approche pluridisciplinaire et synergique.

Les effets de cette nouvelle culture scientifique et technique se font sentir plus particulièrement dans la physique des hautes énergies et dans l'astronomie ainsi que dans les recherches sur les génomes. Cette nouvelle culture place les universités à un niveau d'égalité plus grand avec les grands centres de recherche scientifiques notamment européens. Elle ouvre alors de nouveaux champs

d'investigations fondés sur une approche pluridisciplinaire et visant à la mise en synergie des thématiques de recherche et des équipes de chercheurs.

Quelques chiffres sont évocateurs :

En astronomie, un simple télescope moderne produit un terabyte de données par an. Les satellites d'observation de la terre en orbite polaire produisent 20 terabytes de données de base, soit l'équivalent du contenu d'un million de livres. Le nouvel accélérateur du Centre européen pour la recherche nucléaire (CERN), le LHC, produira, dès 2005, un pentabyte par an de données, soit l'équivalent de ce qui est stocké dans un million de CD-rom.

Ainsi, les nouvelles techniques de récoltes et d'analyse des données vont devoir faire appel à l'intelligence artificielle qui nécessite la mobilisation d'équipes spécialisées pour la mise à disposition des chercheurs de données dites « élaborées ».

Ceci conduit à prévoir une nouvelle structuration des métiers de la recherche car l'activité mentale des chercheurs va devoir s'exercer de plus en plus sur des systèmes complexes, multifacettes, composés d'ensembles innombrables, à évolutivité rapide et dont il faudra extraire les données pertinentes. Il s'agit de s'appuyer sur ces nouvelles activités que sont la « cyberscience » et la « cybertechnologie » qui feront appel de plus en plus aux techniques de simulations et d'analyse.

Un bon exemple est lié à l'explosion des technologies de l'information et de la communication : la formation continue doit permettre, dans un premier temps, la maîtrise de l'outil, mais également l'adaptation à l'évolution de l'outil et des modalités d'accès aux contenus.

Ceci est aussi vrai pour la gestion liée à la mise en place progressive du multimédia interactif. Les technologies de l'information et de la communication (TIC) donnent accès à de nouvelles modalités de documentation qui peuvent compléter les compétences existantes, mais ouvrir également des perspectives de recherches nouvelles.

Il faut également compter avec les nouvelles modalités de travail des chercheurs plus âgés ou ayant interrompu temporairement leurs activités, voire même handicapés qui bénéficieront de formation à distance. Il s'agit-là des éléments propres à une politique active de maintien ou de retour à l'emploi, fondée sur une réorientation sociale des chercheurs qui bénéficiera de la pluridisciplinarité et de la recherche de synergies.

Aujourd'hui, le concept de formation continue s'élargit à travers celui de formation tout au long de la vie et trouve une application propre pour les chercheurs et les enseignants-chercheurs.

Dans ce cadre, grâce aux technologies de l'information et de la communication, les chercheurs abordent les thèmes de recherche de façon sans doute plus superficielle mais peuvent s'appuyer, beaucoup plus rapidement, sur l'approche pluridisciplinaire alimentent des synergies, afin de mieux comprendre, de mieux cerner un problème scientifique et technique grâce à un accès élargi à une information spécialisée. Elle nécessite, néanmoins, une approche tutorale, permettant les discussions et les confrontations avec des spécialistes, par le biais des forums électroniques. Ceux-ci se développent

beaucoup plus rapidement et à moindre coût que les vidéo-conférences qui restent encore trop souvent au stade de la démonstration. A travers ceux-ci, pluridisciplinarité et synergies sont devenues d'autant plus incontournables qu'il n'existe pas de barrière ni de hiérarchie institutionnelle entre les acteurs.

Notre société, après la période agricole et la période industrielle « traditionnelle », entre dans celle de l'information. A partir de là, elle devrait s'engager dans une étape nouvelle, celle de la créativité. En effet, l'esprit humain se trouve de plus en plus souvent confronté à des données entièrement nouvelles, imprévisibles, voire inconcevables auparavant. Il revient à la démarche scientifique, dans un système totalement ouvert, de faire face à de telles transitions qui ne manqueront pas de susciter débats et polémiques. Il y a donc nécessité d'une **organisation de la politique scientifique**, adaptée aux évolutions non seulement en terme d'objectifs, d'infrastructures de recherche mais aussi en terme de formation des chercheurs afin de développer l'intérêt pour la recherche parmi les jeunes générations et d'assurer une adaptabilité suffisante de la formation aux nouveaux défis scientifiques et techniques.

Il revient à la communauté scientifique d'identifier et de proposer ses objectifs au vu des décisions à prendre au niveau politique. En dépit d'un contexte mouvant, elle doit établir ses propres règles et mieux définir ses objectifs en assurant sa propre crédibilité vis-à-vis de l'opinion publique et de ceux qui lui apportent les concours financiers indispensables. En réalité, il s'agit d'assurer la crédibilité dans la démarche scientifique aussi bien auprès de ceux qui financent que de ceux qui vont bénéficier des résultats des recherches. C'est un des nouveaux défis à relever pour la « *technoscience* ».

Ceci implique d'assurer la meilleure qualité aux travaux de recherche mais aussi de faire l'effort d'une communication objective, de les adapter aux interrogations des décideurs politiques et de l'opinion publique. Il ne suffit pas d'inspirer confiance, il faut transmettre à ceux qui s'en sentent encore éloignés, la fierté de mener des activités de recherche.

Une telle démarche n'exclut pas d'assurer un financement supplémentaire des recherches à travers des accords avec les entreprises industrielles, afin de démontrer la possibilité de transformer la création de connaissances en produits industrialisés, utilisables à des fins commerciales et donc rentables sur le plan économique et social.

Cette **nouvelle organisation de la politique scientifique** vise, en particulier, à maintenir la liberté de la recherche et des chercheurs en utilisant tous les atouts qui sont à la portée de ceux, hommes et femmes et quel que soit leur niveau, qui se sont engagés dans la recherche scientifique et technique.

Tous ces éléments conditionnent les performances des laboratoires de recherche et des équipes qui s'organiseront de plus en plus en unités de projets, orientées vers les applications dans des domaines telle que la métallurgie, les vitrages technologiques, les logiciels ou les nanotechnologies. Il en est de même pour les activités de recherche, liées à l'assemblage aéronautique et spatial, aux dispositifs médicaux et aux médicaments.

#### **IV - PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LES ORGANISMES DE RECHERCHE PUBLICS**

Il paraît nécessaire de broser rapidement le paysage des organismes de recherche publics français en apportant l'éclairage de pluridisciplinarité et synergies dans les métiers de la recherche.

Il est possible de distinguer deux grands types de vocation pour les organismes de recherche publics :

- la vocation généraliste ;
- la vocation spécialisée.

##### **1. La vocation généraliste : le CNRS**

L'organisme de recherche généraliste, par excellence, est représenté par le CNRS. Instrument d'une recherche spéculative et donc non finalisée, le CNRS s'est donc naturellement rapproché des laboratoires universitaires.

De fait, 85 à 90 % des laboratoires soutenus par le CNRS se trouvent situés dans des établissements d'enseignement supérieur (ainsi en 2000, le CNRS aura soutenu sur 1 235 unités de recherche ou de service, 1 082 unités mixtes, en partenariat avec des établissements d'enseignement supérieur).

Les 10 à 15 % restant mènent leurs activités de recherche sur des sites ou centres appartenant en propre au CNRS (soit, pour 2000, 174 unités propres).

Le CNRS emploie 26 400 personnes (dont près de 12 000 chercheurs/docteurs). Son budget annuel est de 2,2 milliards d'euros (15 milliards de francs) consacrés pour 85 % aux salaires des chercheurs, d'où la nécessité d'une forte interaction avec l'extérieur en matière de financement des projets de recherche.

##### **2. La vocation spécialisée**

Les organismes à vocation spécialisée sont essentiellement :

- l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM) pour la biologie et la médecine ;
- l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) pour l'agronomie ;
- le Centre national des études spatiales (CNES) pour le secteur spatial ;
- le Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts (CEMAGREF) ;
- l'Institut national de recherche en informatique et communication (INRIA) pour l'informatique ;
- l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (IFREMER) pour l'océanologie ;
- le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (CIRAD) pour la recherche en matière d'aide au développement ;



- l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) pour la recherche dans le domaine de l'environnement ;
- l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA) ;
- sans oublier le CEA dont les activités sont extrêmement diversifiées autour du pôle nucléaire ;
- enfin, les centres scientifiques et techniques industriels (CTI).

En réalité, la nécessité de faire face à la complexité croissante des problèmes de recherche, les besoins de diversification du financement des projets, conduisent à une approche pluridisciplinaire et synergique, fondée sur la mise en réseaux de laboratoires au sein des organismes ou dépendant d'organismes différents.

C'est ainsi que le CNRS, à vocation plus précisément généraliste, a été conduit à se poser pour une large partie de ses recherches, en interface avec les organismes à vocation spécialisée comme l'INSERM, l'INRA, l'INRIA ou le CEA. Il a dû nouer également des partenariats avec des établissements menant des recherches telles que les grandes écoles, les écoles d'ingénieurs ou les instituts de recherche. A titre d'exemple, l'Institut Curie, engagé dans la recherche sur le cancer n'a pas de personnel propre : 50 % vient du CNRS et 50 % de l'INSERM. De même l'institut Pasteur, organisme semi-public, héberge des équipes venant de l'INSERM et du CNRS.

### **3. Le cas des sciences du vivant : vers des partenariats entre organismes**

La nécessité d'une approche pluridisciplinaire est apparue si forte dans les sciences du vivant qu'elle a conduit à la mise en place, à l'initiative du ministère de la Recherche, d'un Comité de coordination des sciences du vivant. Diversifié et donc pluridisciplinaire dans sa composition, il a pour mission d'évaluer l'activité et les besoins des organismes et de conseiller les pouvoirs publics pour la création « d'actions de recherches incitatives ».

C'est ainsi qu'a pu être renforcé le pôle d'Évry, en Ile-de-France, parallèlement à la création de génopôles régionaux. La recherche sur les maladies infectieuses a permis de faire face à l'émergence de maladies telles que le sida ou les maladies à prion, ainsi qu'aux problèmes médicaux et sociologiques liés à la « ré-émergence » de la tuberculose.

Pour lutter contre le sida, la tuberculose, et les maladies tropicales et en particulier la malaria, une véritable coordination, fondée sur des partenariats, se met actuellement en place entre le CNRS, l'INRA, l'INSERM et le CEA.

De même, les recherches issues du séquençage du génome humain donnent lieu à une approche fonctionnelle que l'on appelle la « post-génomique ». Elles conduisent à mettre en place une approche synergique fondée sur cette nouvelle préoccupation qu'est la « biologie intégrative » destinée à étudier ces systèmes complexes que représentent désormais les systèmes biologiques régulés propres aux tissus et aux organes vivants.

Une telle approche permet, grâce aux progrès de la biologie moléculaire très spécialisée, d'aborder sous un angle neuf et avec des moyens très puissants, l'étude du fonctionnement cellulaire, de la biologie de la reproduction et du développement, la physiologie humaine, l'étude du vieillissement et les relations de l'être humain avec son environnement.

Les retombées industrielles sont évidentes en matière de diagnostic, de traitement médicamenteux, faisant appel à la thérapie génique et à la thérapie cellulaire ou tissulaire dite « régénérative ».

Les sciences du vivant ne sont pas les seules à bénéficier des partenariats entre organismes, mais également :

- l'astrophysique fait appel aux sciences de l'univers et aux progrès de la technologie spatiale ;
- la physique des hautes énergies, à la puissance des moyens de calculs et à l'expérimentation dans de grandes installations pluridisciplinaires ;
- la microélectronique, aux progrès des nanotechnologies ;
- l'informatique et les logiciels, à des concepts issus tant des mathématiques que de la sociologie ;
- les matériaux technologiques, à des approches très diversifiées fondées sur différentes disciplines ;
- l'environnement et la climatologie.

#### **4. Evolution rapide des métiers de la recherche**

De tels efforts de coordination et d'optimisation des ressources sont particulièrement louables dans la mesure où ils créent une dynamique liée au travail en équipe, en suscitant des initiatives fondées sur synergies et complémentarité entre disciplines. Cependant, les investissements financiers du secteur public français sont largement insuffisants comparés à ceux des Etats-Unis par exemple.

##### *4.1. Evolution des financements*

Le budget civil de recherche et de développement technologique, en France, s'est élevé à près de 12,5 milliards d'euros, soit 82 milliards de francs (Loi de finances initiale 2002) dont 8,7 milliards d'euros de dépenses ordinaires et crédits de paiements et 3,8 milliards d'euros en autorisations de programmes. Le tableau suivant permettra de confronter la situation française avec quelques pays comparables.

Tableau 5 : Crédits budgétaires civils de recherche et développement  
en % du PIB dans quelques pays de l'OCDE

|             | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
|-------------|------|------|------|------|
| USA         | 0,42 | 0,41 | 0,41 | 0,39 |
| Japon       | 0,49 | 0,56 | 0,58 | 0,61 |
| Allemagne   | 0,82 | 0,78 | 0,76 | 0,75 |
| France      | 0,77 | 0,75 | 0,74 | 0,74 |
| Royaume-Uni | 0,49 | 0,46 | 0,42 | 0,43 |
| Italie      | 0,55 | 0,49 | 0,57 | 0,56 |

Source : PLFI 2002. Etat de la recherche et du développement technologiques.

Ces données ne concernent, rappelons le, que le budget civil de recherche. Il est évident que les pourcentages, notamment, ceux des Etats-Unis sont d'une autre « nature » si l'on y ajoute les crédits de défense, d'autant que l'effort américain dans le domaine de la R & D de défense est sans aucune mesure avec celui réalisé en Europe, par exemple et qu'il tend à associer de plus en plus les laboratoires universitaires, les entreprises, tandis que les différentes « agences » renforcent leur coopération dans un but de rationalisation, donc de plus grande efficacité.

Sans aller vers une « renationalisation » de la recherche qui n'est plus de mise aujourd'hui, l'État français doit se donner les moyens d'une politique ambitieuse et efficace. Cela est vrai pour les biotechnologies mais aussi et plus particulièrement pour le nucléaire, l'aéronautique et l'espace et pour les technologies de l'information et de la communication.

Si l'État ne réagit pas dans ce sens, nous risquons, dans quelques années, de constater que, bien que nous ayons progressé, les autres pays auront progressé encore plus vite que nous et aurons acquis des avantages compétitifs.

Indépendamment du renforcement des relations entre les organismes à partir de projets menés en commun et de la mise en place de partenariats, les liens avec la recherche industrielle se multiplient sur la base de contrats d'objectifs bien définis dans lesquels l'entreprise bénéficie de la création de connaissances et les laboratoires « académiques » d'apports financiers et de perspectives de valorisation.

Certains organismes de recherche tels que le CEA ou le CNES sont, depuis longtemps, liés directement, voire structurellement à des activités de développement industriel. D'autres ont développé, également, des liens avec les grandes entreprises industrielles mais aussi, dans le cadre de l'innovation, avec les PME et PMI, notamment grâce à l'aide de l'Agence nationale pour la valorisation de la recherche (ANVAR).

La loi sur l'innovation, récemment votée, donne la possibilité aux chercheurs de s'engager dans la création d'entreprise à travers la mise en place de pépinières d'entreprises et d'incubateurs.

Pour le développement des biotechnologies, les « bio-incubateurs » réunissent les chercheurs de l'université et d'organismes tels que l'INSERM ou l'INRA par exemple.

Dans le domaine de la microélectronique ou dans celui des logiciels « enfouis »<sup>1</sup>, les recherches de base destinées à alimenter la recherche industrielle se font par l'intermédiaire de l'INRIA, en partenariat avec l'industrie automobile ou aéronautique par exemple.

#### 4.2. Evolution des stratégies

Ainsi les métiers de la recherche, dans les organismes publics, évoluent rapidement pour s'adapter à la compétition, désormais mondialisée, tant pour les recherches purement spéculatives que pour les recherches finalisées.

Les premières sont confrontées à l'accès, désormais immédiat, à la bibliographie mondiale et doivent se positionner dans la compétition internationale. Elles nécessitent des financements de plus en plus lourds, faisant appel à un éventail de compétences de plus en plus complet, mais aussi à un élargissement géographique des zones de recrutement des chercheurs, engagés dans une compétition scientifique de plus en plus serrée.

Les secondes sont soumises à la compétition économique, marquée par la concurrence technologique entre les entreprises industrielles, et la nécessité d'optimiser les ressources à travers des restructurations parfois douloureuses conduisant à abandonner des pans entiers de compétence.

La demande sociale et les orientations stratégiques des entreprises conduisent à tenter de reconsidérer les profils des différents métiers de la recherche.

En terme de métiers de la recherche, quatre temps pourraient être individualisés dans le domaine de la « technoscience ».

- Un temps T – 1, marqué exclusivement par la création de connaissances. Il fait appel à la recherche universitaire et aux laboratoires de recherche de base, la plus fondamentale. Elle mobilise des enseignants chercheurs, des chercheurs rompus à une dialectique essentiellement spéculative, orientée vers la connaissance et la découverte. C'est le cas notamment dans le domaine de la biologie mais aussi dans celui de la physique, des mathématiques, des logiciels, etc.

Tout en s'appuyant sur les progrès technologiques, elle est indispensable à la recherche orientée à vocation industrielle ou commerciale.

- Un temps T 0 qui correspond à la traduction en programme de recherche d'une demande sociale ou d'une préoccupation économique de positionnement stratégique. Il nécessite une concertation préalable entre chercheurs « académiques », chercheurs industriels, décideurs politiques et acteurs du monde économique.

Ce fut le cas pour les programmes nucléaires et spatiaux. C'est actuellement le cas pour le programme génome et maintenant pour la post-génomique, c'est aussi le cas pour les nanotechnologies.

- Le temps T1 qui consiste à bâtir, c'est-à-dire à élaborer et à construire des projets de recherche et développement. Il fait appel à une approche

---

<sup>1</sup> Il s'agit de logiciels destinés au pilotage informatique de produits tels que l'électroménager ou l'automobile.

pluridisciplinaire qui nécessite des équipes variées et donc différentes, susceptibles de se comprendre et d'élaborer des systèmes de dialogues, visant un ou plusieurs objectifs en dépit d'approches différenciées.

- Le temps T2 est celui de la mise en œuvre puis de la réalisation du projet. Il nécessite des chefs de projets qui sachent assurer les synergies nécessaires visant à la production de résultats.

#### 4.3. Evolution de l'évaluation

A ce stade, se pose la question de l'organisation des équipes, c'est-à-dire de la répartition des tâches, de la hiérarchisation des responsabilités et donc des équilibres entre les caractères, les talents et les compétences. Elles font appel à l'organisation des relations humaines.

En raison des progrès technologiques, les équipes techniques occupent une place de plus en plus importante dans le continuum qui va de la création de connaissances à l'élaboration du prototype, puis du produit.

Dans les laboratoires « académiques »<sup>1</sup>, le support technique n'a cessé de diminuer et conduit à un transfert de responsabilités vers les doctorants et les post-doctorants.

Parallèlement, la haute technicité des travaux de recherche conduit à partager les installations, les banques de prélèvements biologiques, les bases de données, les bancs d'essais, dont la maintenance et l'utilisation font appel à des techniciens et à des ingénieurs de plus en plus spécialisés et dont la fonction doit être reconnue voire même revalorisée.

Cela est d'autant plus clair que les technologies ne donnent plus lieu aux mêmes demandes et attentes des chercheurs que par le passé. Il y a quelques années, les chercheurs attendaient des équipes techniques qu'elles mettent en œuvre l'instrument qui leur permettait d'expérimenter. Aujourd'hui, ou bien l'automatisation est suffisante pour que les chercheurs interviennent par eux-mêmes ou bien, ils sont amenés à compter sur l'équipe technique pour leur fournir les données prétraitées à partir desquelles ils vont pouvoir mener leur activité de recherche et donc de conceptualisation.

Ainsi, la validation de la mesure, la transformation, le prétraitement ne sont plus considérés comme étant directement des sujets de recherche, mais comme des sujets déjà maîtrisés et devant relever des équipes techniques.

Dans cette optique, ces équipes doivent être beaucoup plus performantes, c'est-à-dire à la fois plus « pointues » et plus adaptables, elles doivent acquérir, beaucoup plus rapidement, la capacité de composer avec de nouvelles technologies et de nouvelles méthodes.

En France, l'environnement technique de la recherche « académique » est loin d'être aussi opérationnel que celui de laboratoires équivalents en Allemagne. Il devient donc nécessaire de **redéfinir les métiers d'ingénieurs et de techniciens de la recherche** dans le cadre de travaux réalisés en équipes nécessitant une spécialisation de plus en plus grande.

<sup>1</sup> On entendra dans ce rapport le terme « académique » dans le sens qui lui est donné dans le domaine anglo-saxon (qui a trait aux universités et aux organismes « publics » de recherche et non pas aux activités industrielles de R&D). Il n'y a donc aucun sous-entendu péjoratif.

Ceci doit conduire à revoir les modalités de la formation initiale mais aussi la place de la formation continue en vue d'assurer le maintien des compétences et la compétitivité des équipes de recherche.

Ceci impose également de revoir les modalités d'évaluation des chercheurs et des ingénieurs, techniciens, administratifs (ITA) en insistant sur les fonctions d'ingénieurs et de techniciens, en ciblant mieux les activités dévolues aux tâches administratives. C'est dans ce cadre que sera conduite l'évaluation des individus et notamment de leur capacité à s'intégrer à la collectivité que représente le laboratoire.

### **5. Susciter des capacités d'adaptation**

Dans ce domaine également, il faut compter avec la capacité d'adaptation à un monde de la recherche en pleine mutation, marqué par la compétition scientifique et la concurrence industrielle.

Ce contexte conduit à aborder les difficultés liées non seulement aux relations humaines, mais également à l'interaction entre les chercheurs et leur environnement scientifique et technique.

Tout en gardant leurs capacités opérationnelles, liées aux compétences propres requises par les différents métiers de la recherche, les chercheurs et les équipes techniques vont devoir élargir de plus en plus leur champ d'action, acquérir la capacité de gérer des approches différentes en les intégrant au service d'un projet de recherche. C'est en s'appuyant sur la pluridisciplinarité que l'on saura susciter des synergies.

Cela suppose néanmoins une formation adaptée aux nouvelles méthodes ainsi que des modalités d'évaluation adaptées, mais aussi suffisamment incitatives.

L'absence d'évaluation des équipes par des comités pluri-organismes devient une réelle préoccupation. Le fait de faire appel à des experts étrangers est certainement nécessaire mais n'est pas suffisant. En effet, lorsque des chercheurs relevant de plusieurs organismes se trouvent associés au sein d'une même équipe, chacun est évalué selon les critères propres à son organisme d'origine. L'hétérogénéité des évaluations qui en résultent dessert l'intérêt des équipes qui se sont constituées autour d'approches pluridisciplinaires et synergiques.

Il existe là une grande différence d'approche avec les laboratoires industriels dont les projets de recherche doivent satisfaire trois exigences : un objectif, un calendrier et son financement, une évaluation *a posteriori*.

Tout en conférant la souplesse, nécessaire à la découverte, rien ne s'oppose à une rigueur plus grande dans l'évaluation de l'engagement pluridisciplinaire de la recherche « académique ».

Ces différentes préoccupations sont encore trop souvent limitées, dans la recherche « académique », en raison du caractère relativement « endogamique » des modalités d'évaluation. Ceci pourrait être lié au fait que la recherche « académique » met en avant les résultats spectaculaires obtenus par un nombre limité d'activités parmi les plus prometteuses, performantes et compétitives mais que la production de la majorité des laboratoires n'est pas évaluée en terme suffisamment compétitif.

Notre évaluation « académique » est donc encore trop complaisante. Sans doute devrions-nous demander aux chercheurs, après la phase de recrutement, de présenter plus régulièrement leurs travaux et ceux de leurs équipes. Ceci s'avèrera indispensable dans l'évaluation des jeunes équipes mises en place dans le cadre de la politique actuelle.

Ainsi, le climat relativement convivial de nos évaluations nous singularise de plus en plus par rapport à nos principaux compétiteurs étrangers.

Par ailleurs, les chercheurs se voient rarement fixer un objectif défini tant sur le plan de la création de connaissance que sur celui de leur valorisation. La fixation d'un laps de temps déterminé au préalable pour aboutir, est mal perçue par la recherche « académique » même si cette délimitation dans le temps est évolutive et destinée à procéder pas à pas.

En France, les laboratoires disposent parfois d'un objectif à atteindre, l'individu rarement.

Il importe donc de favoriser l'évaluation fondée sur la qualité de l'équipe et sur le profil individuel des chercheurs, plus encore que sur le sujet de la recherche.

Cette insuffisance de notre système d'évaluation de la recherche « académique » devient criante dans le cadre de la recherche à vocation économique. Dans les entreprises, l'évaluation, tout en s'appuyant sur la qualité scientifique et technique des équipes de recherche, doit prendre en considération les recentrages stratégiques auxquels celles-ci se trouvent confrontés pour mieux résister à la concurrence mondiale.

La qualité des transferts de connaissances et, donc, des « instruments » de ces transferts, est fondamentale. Cette question sera abordée plus loin dans le rapport, au paragraphe traitant de la valorisation des recherches.

## **V - PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LA RECHERCHE INDUSTRIELLE**

### **1. L'exercice de la complémentarité dans les grandes entreprises<sup>1</sup>**

#### *1.1. Le cas d'Usinor*

A *Usinor*, l'organisation de la R&D se fait par projets, autour d'objectifs définis par les débouchés commerciaux.

Les projets sont réalisés par des équipes caractérisées par leurs capacités à partager les techniques et les modes de raisonnement. Ces équipes sont regroupées autour de compétences.

La difficulté de gestion est liée à une double composante :

- l'adéquation entre les compétences disponibles et la nécessité de satisfaire à la demande ;

---

<sup>1</sup> Ce chapitre est tiré des présentations effectuées par les responsables de la R&D des entreprises sous cités lors des « *Entretiens d'Iéna : science, éthique et société* » organisés par le Conseil économique et social le 6 juillet 2000.

- l'anticipation des compétences. Elle est d'autant plus délicate que les taux de rotation des projets sont très supérieurs aux taux de rotation des compétences.

Il y a alors nécessité de raisonner en fonction des compétences des équipes. La détermination de celles-ci fait appel à l'identification des savoir-faire.

Une démarche analytique a conduit, en prenant un à un chaque projet en cours, à demander aux responsables d'identifier les savoir-faire auxquels ils faisaient appel. Ceci a permis de déterminer 4 592 savoir-faire différents qui ont été regroupés en 81 compétences sur lesquelles la majorité des responsables de projets se sont mis d'accord.

Chacune de ces compétences a fait l'objet d'une évaluation qualitative selon quatre critères :

- l'impact compétitif ;
- le niveau concurrentiel ;
- le degré de maturité ;
- la robustesse, c'est-à-dire les risques de fragilité liés à la perte inopinée de certains savoirs, pouvant être débauchés par la concurrence par exemple, mais aussi les risques liés à l'absence de « capitalisation » des « monocompétences ». Lorsque leur titulaire part de l'entreprise celles-ci disparaissent au grand dommage de la collectivité de travail.

Cela a permis ainsi une évaluation plus précise du portefeuille technologique de l'entreprise en identifiant :

- des compétences « pari » (impact compétitif important et maturité faible) sur lesquels l'entreprise doit investir pour l'avenir ;
- des compétences « à exceller » : l'excellence étant marquée par un impact compétitif majeur assurant à l'entreprise une position dominante dont elle n'abusera pas sur le plan concurrentiel ;
- des compétences « à renforcer » indispensables mais peu robustes.

Certaines entreprises, notamment dans le secteur aéronautique, ajoutent : des compétences « à maintenir » en assurant un dispositif de veille.

Cet objectif est de moins en moins pris en considération. Bien que peu efficace financièrement à court terme, il est préjudiciable économiquement à long terme. Le maintien d'un dispositif de veille sur les compétences de l'entreprise doit représenter une réelle préoccupation. Le moyen de garder opérationnelles, à moindre coût, les compétences à maintenir est de les redéployer vers la recherche « académique » où elles pourront évoluer, tout en restant disponibles si nécessaire. D'où l'importance d'assurer les bases d'une bonne recherche cognitive, même pour la recherche industrielle.



A l'issue de cet exercice ont été identifiées :

- 7 compétences « pari » ;
- 8 compétences « à exceller » ;
- 17 compétences « à renforcer » ;
- 22 compétences « à redéployer ».

La mobilité des personnels a pu être obtenue en s'appuyant sur les mobilités thématiques, sur la mobilité de fonction, sur les embauches et sur les relations avec les organismes de recherche publics, et notamment ceux qui assurent la formation nécessaire aux embauches au sein de l'entreprise.

Il a donc été possible de réorienter et de renforcer les compétences de la recherche de l'entreprise en fonction de celles qui s'avéraient nécessaires au futur stratégique de l'entreprise, c'est-à-dire à la demande actuelle et anticipée du marché, tout en maintenant en partenariat avec les organismes de recherche et les universités, un creuset de compétences susceptibles de retrouver un caractère stratégique.

### *1.2. Le cas de Peugeot SA (PSA)*

Chez *PSA*, la pluridisciplinarité est marquée par l'intégration progressive de l'électronique et de la mécanique.

L'innovation est fondée sur le métissage des disciplines et des compétences. Cette demande nécessite une logique de projets, lourde et rigoureuse, dans laquelle l'appropriation des résultats par les équipes de recherche et celles du développement joue un rôle majeur.

Dans cette même optique, il importe de savoir mêler le marketing et les techniques en dépit des difficultés liées à la différence de formation et de culture : plus que le « *market pull* », le « *market push* » est ici la meilleure solution pour pouvoir déboucher vers des résultats technologiques, en rupture par rapport au passé.

Dans l'industrie automobile, la recherche alimente volontiers la stratégie, d'où l'importance de la veille technologique et des outils permettant de développer des interactions fortes au sein de l'entreprise, mais aussi entre entreprises. Le succès de la recherche menée en coopération entre *PSA* et *Saint-Gobain* pour la mise au point de nouveaux vitrages des automobiles est un exemple édifiant.

### *1.3. Le cas d'Alcatel*

Chez *Alcatel*, le secteur des télécommunications impose de s'adapter en permanence à l'accélération technologique : la puissance de calcul double tous les douze mois, le débit des fibres optiques tous les neuf mois, la capacité de la bande passante accessible à l'utilisateur double tous les dix-huit mois.

Le chercheur doit faire preuve d'une extraordinaire capacité d'adaptation dans la mesure où les activités de recherche dites « exploratoires » (ou de pré-développement) doivent pouvoir se transformer très vite en recherche pré-compétitive, c'est-à-dire en activité de développement industriel à rendement rapide.

Afin de répondre aux besoins croissants et accélérés de la société de l'information, les chercheurs doivent intégrer en même temps les résultats des « start up », des incubateurs et des laboratoires universitaires. A cette fin, ils doivent accepter la constitution de plates-formes technologiques ouvertes, évolutives et répondant à tous les problèmes d'interfaces propres à la transmission de la voix par exemple. C'est le cas notamment pour la mise en place de « l'optic Valley », région parisienne, sur le plateau de Saclay.

A la notion de pluridisciplinarité et de synergies s'ajoute celle de « multiculturalisme ».

Chez *Alcatel*, la moyenne de séjour des chercheurs dans la recherche technologique est de l'ordre de cinq ans.

Cependant, cette situation est à moduler en fonction des domaines :

- l'optoélectronique nécessite de mûrir avec le temps. Elle conduit donc à un taux de renouvellement plus faible, mais à des compétences renforcées ;
- pour les logiciels, le passage aux applications est très rapide, la population des chercheurs est jeune et doit se renouveler tous les trois ans.

Cependant, indépendamment de la nécessité de garder un avantage concurrentiel, en maintenant des positions fortes sur le marché, il faut aussi assurer une pérennité aux activités de recherche menées dans l'entreprise : d'où l'initiative de mettre en place au sein d'*Alcatel* un collège technologique composé de chercheurs ayant acquis une expérience reconnue. Un tel collège va devoir faire face aux mesures de restructurations engagées récemment par *Alcatel*.

\*  
\*       \*

Ainsi une recherche ouverte, menée en commun avec les laboratoires « académiques », est devenue primordiale car elle permet de conjuguer excellence technico-scientifique et application industrielle. Elle repose sur une approche, nécessairement, pluridisciplinaire et synergique.

La mise en place des premiers centres nationaux de recherche technologique sera positive si elle ne constitue pas un type d'organismes apparemment nouveau, dans lequel se couleraient des habitudes anciennes. Cette initiative doit permettre la mise en place de plates-formes technologiques ouvertes sur des réalisations permettant aux différents acteurs de la recherche technologique de se retrouver sur des objectifs précis, à partager ensemble.

## 2. La recherche et l'innovation dans les PME et l'artisanat

Le modèle précédant ne s'applique pas de façon uniforme au tissu des PME et, *a fortiori*, à celui de l'artisanat.<sup>1</sup>

Les PME<sup>2</sup> innovantes sont souvent porteuses d'un seul projet plutôt au stade de développement, dans un contexte d'évolution rapide de un ou deux ans. En effet, la capacité de dialogue de ces entreprises avec la recherche n'est alors pas une priorité absolue dans la mesure où elles sont plutôt préoccupées de gestion de leurs ressources, au service d'une rentabilité rapide.

D'autres PME innover dans le domaine de l'amélioration des procédés et processus de fabrication, parfois en liaison avec les centres techniques mais également avec leurs clients ou leurs fournisseurs.

Renforcer la capacité de dialogue de l'ensemble des PME avec le monde de la recherche reste encore une préoccupation d'actualité d'autant plus que les besoins de 80 % d'entre elles doivent être résolus grâce à un enseignement technologique adapté, c'est-à-dire jouant sur l'opérabilité, voire l'interopérabilité.

C'est là qu'intervient l'approche pluridisciplinaire et synergique dans la mesure où l'enseignement technologique doit permettre d'actualiser les connaissances mais également préparer au transfert de technologies.

Il faut sans doute cibler une formation d'ingénieur à capacité entrepreneuriale pour répondre aux besoins des PME/PMI. Ceux-ci pourraient trouver des débouchés dans le cadre des incubateurs d'entreprise et à partir des fonds d'amorçage destinés aux « jeunes pousses » et à la création d'entreprises innovantes. Le ministère de la Recherche a développé récemment un certain nombre de mesures permettant de susciter les qualités entrepreneuriales grâce au concours de création d'entreprises innovantes.

Pour les « start up », l'observatoire des « jeunes pousses » constate que le flux de création d'entreprises technologiques n'est pas tari en France. Si les projets « internet pur » ont pratiquement disparu, les trois quarts des entreprises créées récemment sont tirés par la technologie.

La formation des créateurs se reflète dans cette tendance : les écoles d'ingénieurs et « Bac + 4 sciences » représentent 60 % de cette population, tandis que les formations d'économie et de gestion (MBA, écoles de commerce et Bac + 4 gestion) ne totalisent plus que 28 %.

<sup>1</sup> On notera que la Commission européenne favorise par le biais de programmes spécifiques ou non le rapprochement entre petites entreprises et recherche. Dans ce cadre, les PME sont encouragées à participer aux projets financés par les différents PCRD (cf. notamment, l'étude sur la « *création et pérennisation de l'entreprise de petite taille* » adoptée par le Conseil économique et social le 26 juin 2001, sur le rapport de Mme Jacqueline Socquet-Clerc Lafont – JO avis et rapport du CES n° 13 du 11 juillet 2001).

<sup>2</sup> Les petites et moyennes entreprises représentent près de 2,3 millions unités économiques sur 2,4 millions d'entreprises recensées en France. Une bonne moitié d'entre elles n'a pas de salarié. Le poids des PME dans l'économie nationale est incontestable du fait, par exemple, de leur capacité d'adaptation. Outils majeurs de l'aménagement du territoire, elles contribuent pour près de 60 % au PIB national. Elles réalisent 61 % des investissements et 50 % des exportations de notre pays.

Les créateurs ont de plus en plus une culture scientifique additionnée d'une option « management ». Les créations en équipe se multiplient (un fondateur = 15 % des créations ; une fondation à quatre co-fondateurs = 27 % des cas). Enfin, et ce n'est pas le moindre, si les « start up » créées en 2001 sont moins nombreuses, leurs budgets de R&D sont en hausse. Le plan d'aide décidé par l'Etat (dit plan de consolidation de croissance en faveur des PME, de l'innovation et des biotechnologies) et renforcé récemment devrait permettre à ces entreprises de « passer » quelques unes des étapes les plus difficiles de leur vie.

### *2.1. La création d'entreprises innovantes et la mise en réseau*

Le concours national de création d'entreprises innovantes est destiné à accompagner et à soutenir les projets technologiques. Ces projets sont répartis en deux catégories :

- en « création » : le projet est parvenu au stade de la création d'une entreprise ;
- en « émergence » : le projet nécessite un développement préalable.

Ce concours, entre 1999 et 2001, a bénéficié d'une dotation de 500 millions de francs (plus de 75 millions d'euros).

En ce qui concerne les incubateurs d'entreprises et les fonds d'amorçage, l'appel à proposition entre 1999 et 2001 a été doté de près de 46 millions d'euros (plus de 300 millions de francs) : pour les incubateurs d'entreprises, en tant que lieu d'accueil et d'accompagnement des projets en partenariat avec la recherche publique ; pour les fonds d'amorçage, grâce à l'aide au premier financement des entreprises et aux fonds thématiques régionaux. Il faut enfin rajouter le partenariat technologique visant à construire des réseaux de recherche et d'innovation technologique. Il conduit à s'appuyer sur des centres nationaux de recherche technologique, à publier des actions concertées incitatives et à créer des réseaux de diffusion technologique et des plates-formes technologiques.

Les réseaux de recherche et d'innovation technologique sont destinés à associer des équipes de recherche publiques et des entreprises sur des thématiques porteuses, dans une logique de réponse à la demande du monde économique. Il s'adresse aux sciences et aux technologies de l'information et de la communication, aux sciences et aux technologies du vivant, aux transports et à l'urbanisme, à l'aéronautique et à l'espace, à l'environnement et à l'énergie.

Les centres nationaux de recherche technologique sont destinés à favoriser la collaboration entre les laboratoires de recherche publics et les industriels pour développer les activités de recherche technologique. Ils réunissent donc des partenaires publics et privés. Ils sont mis en œuvre sur un site bien défini, dans un domaine applicatif précis.

Les réseaux de diffusion technologique s'appuient sur un guichet unique réunissant des conseillers en développement technologique pour orienter les PME/PMI vers le meilleur prestataire de technologie. Ils couvrent tout le territoire et sont pilotés à la fois par l'ANVAR, les directions régionales de l'industrie, de la recherche et de l'environnement (DRIRE), les délégations régionales à la recherche et à la technologie (DRRT) et les conseils régionaux.

Dans ce contexte, l'insertion des jeunes diplômés dans la vie économique s'appuie sur les conventions de recherche pour les techniciens supérieurs (CORTECHS)<sup>1</sup> les diplômes de recherche technologique et les conventions industrielles de formation pour la recherche (les bourses CIFRE)<sup>2</sup>.

### *2.2. La promotion de la recherche à vocation technique*

Indépendamment de ces mesures incitatives, il importe également de promouvoir la recherche à vocation technique. Des secteurs importants d'activités industrielles, comme la machine outils, ont presque entièrement disparu aujourd'hui quand ils ne nous ont pas, dès l'origine, échappé. Il convient donc de s'interroger sur les obstacles mis, dans notre pays, au développement de l'enseignement supérieur technique et en particulier sur les difficultés rencontrées dans la création de grandes universités de technologie à l'instar de nos principaux concurrents étrangers. L'enseignement des sciences et des techniques de l'ingénieur devrait être soutenu par une recherche de qualité afin d'occuper la place qui lui est reconnue dans tous les autres pays industriels.

Les sciences de l'ingénieur devraient être considérées et soutenues, comme des disciplines à part entière et non plus comme des sous-produits de la science, dite « noble ». Des structures de caractérisation et d'évaluation de la conception des produits et des procédés nouveaux, allant de la détermination des performances aux études de marché, devraient être mises en place dans différents points du territoire afin d'aider les entreprises à diminuer les délais de mise au point. Une clarification de la politique des brevets permettra de mieux protéger la propriété industrielle afin d'empêcher que les innovations développées dans nos laboratoires ne se trouvent détournées.

Les sociétés scientifiques sont un moteur essentiel pour l'industrialisation de notre pays. Elles continuent à jouer en Allemagne, aux Etats-Unis et au Japon un rôle de tout premier plan dans la vie industrielle, comme dans l'enseignement et la recherche.

La création récente de l'Académie des technologies par le ministre de la Recherche devra répondre à ce besoin. Il s'agit là de favoriser l'évolution des mentalités, rendue indispensable par la pression de la compétition économique internationale en s'appuyant sur une approche à la fois pluridisciplinaire et synergique.

Le soutien, par contrat sur projet bien défini, permettrait de s'affranchir de la contrainte de grands programmes mobilisateurs en introduisant une souplesse indispensable à l'exploration des nouveaux concepts innovants dès qu'ils apparaissent. Il importe de considérer dans sa globalité et sa complexité le processus interactif allant de la recherche fondamentale aux débouchés

<sup>1</sup> Majoritairement financées sur les crédits du ministère de la recherche, les conventions CORTECHS peuvent bénéficier d'un abondement des conseils régionaux et/ou des fonds structurels européens, ainsi que d'EDF. Le plafond annuel de l'aide à l'entreprise, avec participation obligatoire du centre de compétences, a été fixé à 13 000 euros (85 270 F). Le taux global de l'aide ne peut dépasser 50 % de l'assiette retenue. Ces conventions bénéficient majoritairement aux « jeunes pousses », essentiellement dans les secteurs des services professionnels et du travail des métaux et de la mécanique.

<sup>2</sup> Les bénéficiaires d'une bourse CIFRE s'orientent majoritairement vers les PME. Les doctorants issus de l'université sont plus nombreux à bénéficier de cette aide que les ingénieurs.

commerciaux, plutôt que comme la somme d'étapes successives encouragées indépendamment les unes des autres. Il sera ainsi possible de privilégier l'efficacité par une approche coordonnée des différents systèmes de financement, basés sur des évaluations rigoureuses et de mettre fin à un saupoudrage excessif. Une recherche bien comprise devra être bien soutenue car elle prépare, dès à présent, l'avenir de notre pays.

En conclusion, le monde de la très grande entreprise et celui des PME ne sont confrontés ni aux mêmes logiques ni aux mêmes difficultés. Néanmoins, leurs stratégies se rejoignent dans la mesure où elles sont, l'une et l'autre, confrontées à la mondialisation et à la concurrence.

Les grandes entreprises doivent composer avec une double difficulté : celle de leur internationalisation en matière de recherche et celle des activités productives et du maintien du capital, majoritairement alimenté par des actionnaires extérieurs.

Que devient aujourd'hui, la notion d'entreprise française ?

Certes, elle doit assurer un maximum d'emplois et des revenus à notre pays, mais ses ressources ne sont plus exclusivement françaises : elles sont mondialisées.

Le corollaire en matière de recherche est que la logique d'implantation des activités de recherche et développement des grandes entreprises n'est plus nécessairement hexagonale.

En revanche, l'approche pluridisciplinaire et synergique permet de maintenir une capacité de coordination et de définition des orientations stratégiques à partir des atouts que présente notre pays dans la mesure où il garde son image culturelle, son prestige et sa capacité d'influence.

Pour ce qui concerne les petites et moyennes entreprises innovantes et les « jeunes pousses », se pose sérieusement le problème de leur implantation dans notre pays ou dans un autre. Aujourd'hui, l'environnement culturel, scientifique et technique, économique et financier d'un pays, est devenu un élément essentiel dans le choix de l'implantation d'une petite entreprise.

Un tel environnement est lié à de nombreux paramètres parmi lesquels deux paraissent plus importants que les autres :

**La formation** : les entreprises s'implantent là où elles trouvent des chercheurs, des ingénieurs, des techniciens et des cadres administratifs et commerciaux correctement formés. Ils doivent avoir acquis les compétences technologiques nécessaires et les capacités d'adaptation et de raisonnement indispensables à l'agilité que demande la mondialisation.

La France répond mal à cette demande.

**L'apport de la recherche publique** : il est insuffisamment ciblé en terme d'apport de connaissances et d'assistance technico-scientifique.

Le monde des entreprises évolue extrêmement vite en fonction des marchés et de la demande sociale, alimentée par les nouvelles ruptures technologiques. Ses modes d'organisation et de fonctionnement doivent s'adapter avec une rapidité croissante, compte tenu de la mondialisation des échanges et de la mobilité des cerveaux, ainsi que de la main d'œuvre technique.

Il est donc nécessaire que le monde de la recherche évolue au même rythme : ce n'est pas toujours évident et les exemples de mises en synergies réussies à travers les coopérations et les partenariats sont encore trop peu nombreux. Outre les avantages liés à la proximité géographique des laboratoires du secteur public, il faut susciter une véritable volonté de collaboration des équipes.

Tout en maintenant la stabilité et la maturité nécessaires à la recherche «académique», il importe d'assurer une bonne complémentarité, c'est-à-dire la recherche de synergies entre disciplines mais également entre la recherche «académique» et la recherche industrielle.

Ceci devrait conduire à une plus grande mobilité entre les deux secteurs, dans la mesure où une partie de la recherche «académique» se trouverait impliquée dans l'élaboration de la stratégie des entreprises tout en assurant les conditions nécessaires à la création de connaissances.

Dans un tel contexte, la démarche des chercheurs, confrontés à l'explosion des technosciences, doit s'orienter vers la valorisation des résultats de leur recherche.

Les besoins technologiques des petites entreprises artisanales s'expriment différemment de ceux des PME.

Composée souvent d'un homme ou d'une petite équipe occupés prioritairement à la production, l'entreprise artisanale n'a souvent ni le temps, ni la culture et encore moins les moyens de réfléchir à une stratégie d'innovation. Il lui faut donc un accompagnement spécifique. On reviendra plus loin sur ce point (cf. Chap. VII – I).

## **VI - VALORISATION DES RECHERCHES PAR LES CHERCHEURS : UNE APPROCHE ORIENTÉE**

### **1. Découverte et invention**

Il importe tout d'abord de souligner la différence entre découverte et invention.

La découverte représente l'identification d'un objet ou d'un processus qui préexistait dans la nature mais que l'intelligence humaine n'avait pas encore pu ou su isoler. La découverte se situe à l'interface entre l'être humain et la nature, mais elle n'est cependant pas d'essence exclusivement humaine, de sorte qu'elle appartient à la fois à la nature et à l'humanité tout entière. Dans ces conditions, la découverte doit, sans aucune contrepartie, pouvoir être mise à la disposition du monde des chercheurs.

Pour sa part, l'invention est directement liée à l'intelligence et à la perspicacité de l'être humain. Fruit exclusif de l'activité humaine, en relation directe avec la valeur ajoutée liée à l'intelligence, l'invention peut donner lieu à rétribution.

Le brevet qui donne accès à un monopole transitoire d'exploitation de l'invention, paraît justifié du fait de l'activité intellectuelle de l'inventeur<sup>1</sup>.

Ainsi, dans le cadre de la découverte, l'exercice de la connaissance est libre et doit donc pouvoir être partagé. Dans le cadre de l'invention, le degré de contrainte exercé par l'inventeur, dans sa démarche novatrice, justifie l'appropriation de l'objet à travers le brevet ou à travers la protection liée au secret de fabrication.

Le brevet ouvre le champ de la propriété intellectuelle et industrielle dans lequel il y a partage négocié des redevances entre l'inventeur et l'entreprise qui devient partenaire, du fait de son engagement financier pour le développement de l'invention. Un tel engagement financier est en effet indispensable au développement et à l'entretien du brevet dont l'inventeur ne peut pas toujours assurer, par lui-même, le financement.

Afin d'obtenir les fonds nécessaires au développement d'un brevet international, le chercheur doit nécessairement s'engager dans une démarche pluridisciplinaire non plus seulement sur le plan scientifique mais également sur le plan juridique ainsi que sur le plan industriel et commercial. Il importe cependant de se garder de considérer la recherche comme une marchandise et donc de reconnaître que l'approche technico-économique n'est rien sans une approche technico-scientifique préalable.

Dans la relation université-organisme de recherche-entreprise, la valeur marchande d'une recherche est liée à la qualité de la recherche initiale, menée parfois au service de l'entreprise, mais dans le cadre d'une synergie entre université et organismes de recherche.

## **2. Des obstacles aux retombées économiques d'une recherche de qualité**

La France possède un dispositif de recherche fondamentale de très haute qualité, ses organismes de recherche sont reconnus sur le plan international. Dans ces conditions, pourquoi les retombées économiques d'une recherche de qualité sont-elles insuffisantes ?

Cela conduit à identifier trois obstacles majeurs, d'ordre culturel, réglementaire et législatif qui interagissent.

- En France, les chercheurs se satisfont encore trop souvent d'une approche théorique, largement spéculative, vis-à-vis de laquelle l'approche économique apparaît comme une menace, une entrave à la liberté d'esprit indispensable à la découverte ou à l'analyse minutieuse des mécanismes et des objets qui mobilisent la préoccupation du scientifique.
- L'insuffisance de mobilité souvent due à des obstacles réglementaires entre les différents acteurs de la recherche :
  - entre discipline, en raison du cloisonnement maintenu par des comités d'évaluation souvent mono disciplinaires ou sectoriels ;

---

<sup>1</sup> Cf. notamment : « *le rôle des brevets et des normes dans l'innovation et l'emploi* » - Avis adopté par le Conseil économique et social sur le rapport de M. Christian Ramphit les 26 et 27 mai 1998 – Avis et rapport du Conseil économique et social n° 11 du 4 juin 1998.



- entre les organismes, pour des raisons de différence de statut des personnels au sein des organismes publics ;
- entre organismes, université et entreprises. Des échanges se font sur le plan des programmes de formation ainsi que pour les boursiers de recherche mais beaucoup moins entre chercheurs confirmés.
- La loi de juillet 1999, sur l'innovation et la recherche marque une volonté de la puissance publique d'encourager la création d'entreprises, Il existe encore des blocages, cependant liés, en partie, au fait que, dans notre pays, l'investissement public doit retourner aux organismes publics.

Les avantages économiques pour le pays, en matière de créations d'emplois et de bénéfices financiers, ne sont pas pris en considération. A titre d'exemple, la part maximale autorisée pour un chercheur du secteur public dans le capital d'une entreprise qu'il crée est limitée à 15 % de sorte que l'apport financier du chercheur, réduit une première fois, lors du premier tour de table, se trouvera pratiquement dissout, dès le deuxième tour de table, qui intervient en cas de succès de l'entreprise.

Il existe là un paradoxe pénalisant pour le créateur d'entreprise qui se trouve alors conduit à recourir à des artifices financiers, voire même à délocaliser ou à vendre son entreprise. Ceci est préjudiciable à la bonne santé économique du pays qui perd ainsi d'importantes parts de bénéfices de la valorisation de sa recherche.

Ainsi, même si la loi sur l'innovation et la recherche peut être considérée comme une excellente initiative, il n'est pas exclu qu'elle ne produise pas tous les effets attendus en matière de valorisation, du fait de ses textes d'application.

Tout en assurant la pérennité de ses organismes de recherche publics, le rôle de l'État est également de lever les obstacles pour que les initiatives puissent se développer. Sur ce point, parallèlement à la création d'entreprise par les chercheurs, il doit assurer également une plus grande mobilité. Sans être perçue comme une obligation morale, une telle mobilité doit pouvoir être accessible à ceux qui le souhaitent, ne demander aucun effort administratif supplémentaire et présenter des avantages réellement incitatifs.

La situation actuelle a pour conséquence qu'un pays comme le nôtre, doté d'une forte puissance de recherche, dispose d'un nombre d'entreprises innovantes cotés au NASDAQ inférieur à celui des pays aux populations dix fois plus faibles que celle de l'hexagone et dont les dispositifs de recherche sont incomparablement plus réduits. C'est notamment le cas de l'Irlande, des Pays-Bas, de la Suède ou de la Finlande.

### **3. Vers une évolution des mentalités**

En dépit de ces obstacles structurels, les mentalités des chercheurs ont été conduites à évoluer. Bien que les évaluations des équipes restent fondées majoritairement sur la qualité des publications scientifiques et sur les études « *d'impact factor* », nous voyons se réduire la fracture entre le monde « académique » et celui de l'entreprise notamment dans le domaine des TIC et des biotechnologies. Actuellement, 800 laboratoires « académiques » sont en relation

étroite, quasiment partenariale, avec 250 entreprises de biotechnologie. Il y a là une bonne illustration de la pluridisciplinarité à la fois thématique et organisationnelle ou structurelle conduisant à des partenariats équilibrés. Les porteurs de projets sont issus pour moitié des universités et pour moitié des grandes écoles. Cependant les organismes de recherche sont encore trop peu nombreux à s'engager dans cette voie.

Notre pays a besoin de chercheurs qui assurent les liens entre les laboratoires « académiques » et ceux de l'entreprise mais aussi de spécialistes du droit des brevets, d'économistes pour les montages financiers, de sociologues pour préparer les relations avec les consommateurs, de cercles de réflexion pluridisciplinaire pour aborder les aspects éthiques des applications de la science et du progrès technologique.

En matière de biotechnologie, ce qui est vrai pour les nouvelles méthodes de diagnostic ou de traitement, l'est également pour l'agroalimentaire. La reconnaissance de la qualité et l'acceptation de l'aliment de demain conduisent à faire travailler ensemble, en équipe, des chercheurs préoccupés de la sécurité alimentaire, de la protection de l'environnement, de l'évolutivité des marchés et donc de la demande sociale.

Ainsi, une seule et même personne ne peut plus répondre à la diversité des approches et à la diversification des besoins. C'est sans doute grâce à l'approche pluridisciplinaire que des équipes individualisées devront chercher les synergies fondées sur les complémentarités. Pourront ainsi être abordés et traités les problèmes liés aux nouvelles formes de valorisation de la nature.

Le chercheur doit privilégier l'approche scientifique et il doit, parallèlement, prendre des brevets. Ce n'est pas suffisant car ces brevets doivent assurer un retour par rapport à l'investissement initial et donc permettre le développement de produits commercialisables, dans une perspective de développement durable. Un dépôt de brevet doit nécessairement être valorisé.

Aujourd'hui, ces liens s'établissent au niveau de la réflexion et des recommandations, mais ils manquent d'opérabilité dans le domaine décisionnel aussi bien dans le cadre « académique » que dans le cadre industriel.

En France, traditionnellement, les cadres décideurs de l'industrie ou de l'entreprise sont issus des grandes Ecoles alors que les responsables des laboratoires « académiques » dans les universités ou les organismes de recherche sont issus majoritairement de l'université ou de l'École normale supérieure. Cet état de chose change progressivement, mais il existe encore des blocages catégoriels dus à des mentalités de castes. L'étiquette d'une grande Ecole est une garantie de qualité mais pas nécessairement de compétences pour gérer la complexité et encore moins la compétitivité : d'où la nécessité d'une formation complémentaire managériale. Elle s'effectue, pour partie, aux États-Unis ou en Grande Bretagne et pour partie dans des écoles de management performantes telles que l'INSEAD. Mais là encore, il s'agit d'écoles professionnelles qui n'ouvrent pas nécessairement l'esprit sur les activités du chercheur ni sur les métiers de la recherche.

Deux voies mériteraient d'être étudiées pour améliorer les capacités de valorisation de nos recherches.

- Une action auprès des entreprises

Elle viserait à convaincre d'embaucher des docteurs non ingénieurs. A la fin de la thèse, il n'existe pas de différence de valeur entre le docteur « maître » et le docteur ingénieur. Pour l'entreprise, ceci nécessite de maintenir plus longtemps les jeunes docteurs dans les laboratoires de recherche industriels et donc de revaloriser leur carrière autrement qu'en exigeant d'eux la mobilité vers les autres secteurs. Il y a là une véritable « révolution culturelle », dans la mesure où, dans l'entreprise, le chercheur est considéré, encore actuellement, comme un opérateur et non comme un décideur. Cette disposition permettrait pourtant d'assurer une meilleure interaction entre recherche industrielle et monde « académique » et donc, sans engager directement l'entreprise dans une recherche de base, de lui permettre de bénéficier plus efficacement des retombées de la recherche « académique ».

- Une action auprès des grandes Ecoles

Elle viserait à attirer plus d'élèves vers la thèse. La préparation d'une thèse est devenue plus rapide, elle ouvre l'esprit sur le monde de la recherche. L'élève issu d'une grande Ecole et titulaire d'une thèse pourrait, beaucoup plus facilement, pénétrer les préoccupations des laboratoires de recherche d'une entreprise et en potentialiser les résultats en matière industrielle et commerciale.

Dans les deux cas, la difficulté pour la culture scientifique et technique française est de sortir d'une logique scolaire, inculquée dès le primaire puis dans l'enseignement secondaire.

Dans les grandes Ecoles, trop d'enseignements sont encore destinés à acquérir les savoirs, mais pas assez destinés à préparer l'élève à la création de connaissances.

Il n'y aura pas de mobilité efficace des chercheurs entre le monde « académique » et celui de l'entreprise sans une transformation culturelle, fondée sur l'approche pluridisciplinaire, et la recherche de complémentarité à travers les synergies. La mobilité restera marginale tant que les finalités et les motivations seront différentes dans la recherche « académique » et dans la recherche industrielle. La valorisation de notre recherche continuera d'en subir les conséquences.

## **VII - LA DIFFUSION DES RECHERCHES DANS LE CADRE DES ACTIVITÉS PRODUCTIVES**

Ainsi la valorisation fait appel soit à la prise de brevet, seul ou plus souvent en partenariat, soit à la création d'entreprise. Cette étape est suivie d'une phase de développement du produit et non plus seulement du brevet. Elle fait appel à la prise en considération des normes et des standards en vue de la phase de production des produits ou des procédés technologiques. Cette approche qui conduit à la commercialisation, fait appel à des activités très différenciées, nécessairement pluridisciplinaires, puisqu'il s'agit de tenir compte des modalités de production et de suivi de la qualité ainsi que de l'existence de marchés potentiels.

Les choses se compliquent encore du fait de la mondialisation, dans la mesure où la mise au point d'un produit doit tenir compte non seulement du marché mais également des potentialités liées à l'export **dès la conception du produit.**

A ce stade, les notions de « portefeuille technologique », de modalité de production et de commercialisation font appel à une approche pluridisciplinaire, visant à mettre en synergie l'approche technico-scientifique et les stratégies purement économiques et commerciales. C'est la qualité de la recherche initiale mais aussi celles de ces synergies qui assurent la crédibilité du potentiel économique et qui permettent de lever les capitaux nécessaires à l'industrialisation.

Indépendamment des cas où les chercheurs et l'organisme de recherche auquel ils appartiennent, ont décidé de céder le brevet à une entreprise contre des royalties à partager, les chercheurs doivent faire preuve de qualités entrepreneuriales. Celles-ci doivent les conduire à préciser, par eux-mêmes et en partenariat avec les entreprises industrielles, les enjeux et les limites, c'est-à-dire la rentabilité des procédés ou des produits destinés à être mis sur le marché.

Dans cette optique, les sciences humaines et sociales tendent à se « durcir » en raison des enjeux économiques. Il s'agit en effet d'assurer une bonne mise en pratique des recherches issues de ces domaines pour la gestion des ressources humaines des acteurs de la recherche, pour l'organisation de la production, pour le financement et en vue de la levée de capitaux, en appliquant des systèmes d'évaluation tels que le « *benchmarking* ». Il s'agit-là d'une approche comparative et donc à la fois plus complète et mieux intégrée, du marché et de ses potentialités commerciales.

Les liens qui se sont désormais tissés entre recherche technico-scientifique, innovations et activités de développement et de commercialisation, permettent d'élargir la notion de produits technologiques à celle de services faisant appel à la technologie. De tels bouleversements sont à l'origine d'une mutation de l'emploi scientifique et technique qui illustre bien le caractère indispensable de la pluridisciplinarité et des synergies dans la recherche mais aussi dans toutes les activités issues de la recherche.

## VIII - UNE ORIENTATION STRATÉGIQUE DES MÉTIERS DE LA RECHERCHE

Différents objectifs se dessinent désormais, pour la politique de la recherche, fondée sur des motivations différentes des chercheurs.

- Le retour sur investissement à court terme

Il fait appel à une mentalité entrepreneuriale particulièrement agile et adaptable. Elle doit en effet viser à un retour sur investissement rapide permettant de développer les nouvelles initiatives. C'est le cas, en particulier, des « jeunes pousses » ou « start up » ainsi que des PME les plus innovantes.

La « jeune pousse » qui réussit, accède rapidement à un taux élevé d'investissement mais risque également rapidement de se faire acheter par une grande entreprise qui bénéficiera d'un coût de production réduit et d'un marché plus large.

Certaines innovations technologiques donnent lieu à des développements rapides et « tous azimuts » de produits, services ou procédés ainsi que des entreprises nouvelles. Dans ce contexte, le système d'appel financier qu'elles suscitent favorise, à court terme, la bulle financière. Les récents événements concernant les « TIC » en ont été un exemple et la chute boursière qui les a concernée a frappé de nombreuses entreprises et causés de nombreuses pertes d'emplois.

Il faut donc s'attacher à ne pas mélanger la notion de stabilité du rendement et le culte du profit à court terme, en raison de la volatilité de certains marchés émergents qui font les frais de la concurrence ou de la saturation des marchés technologiques.

- Le retour sur investissement à plus long terme.

Il est fondé sur une volonté de positionnement stratégique qui se développe sur plusieurs années et qui doit donc s'appuyer sur un investissement lourd et *a priori* plus stable. Celui-ci est justifié par une stratégie de positionnement économique.

C'est le cas pour les produits de haute technologie plus traditionnels tels que l'automobile ou l'aéronautique. C'est également le cas dans le domaine de positionnements stratégiques étatiques : parc nucléaire, lanceur de satellites par exemple.

Cela conduit à présenter rapidement quelques idées sur le capital-risque. Nous assistons à une arrivée massive de « *venture capitalists* » et de « *business angels* » américains, anglais, néo-zélandais, mais également français prêts à investir dans les produits technologiques commercialisables directement ou par l'intermédiaire de services, notamment pour les technologies d'information et de communication. Cet apport de capitaux nourrit le développement des « jeunes pousses » et de certaines PME très innovantes. Quant aux grandes entreprises, soumises à une compétition de plus en plus serrée, elles doivent positionner leurs produits face à la concurrence. Pour engager des économies d'échelle, elles sont conduites à des réorientations stratégiques situées dans le contexte de fusions acquisitions, celles-ci les conduisent à revoir la constitution de leur portefeuille technologique. Chaque fois que cela leur paraît rentable, elles interagissent avec des « jeunes pousses » en vue d'acquisition ultérieure.

Une telle dynamique est préjudiciable aux liens qui s'étaient constitués au cours du temps entre le monde « académique » et le monde de l'entreprise. Ainsi cette nouvelle stratégie de valorisation risque d'influer, à moyen terme, sur la qualité des recherches visant à la création de connaissances.

Après les déboires financiers essuyés par les technologies d'information et de communication, liées, notamment, à l'explosion temporaire de nouveaux marchés technologiques, le balancier revient vers une culture d'entreprise plus traditionnelle sans pour autant négliger les capacités de développement acquises par les technologies. Celles-ci reposent, en ce qui concerne la biotechnologie, sur

une assise stratégique développée plus lentement et faisant appel à un cycle de vie de l'innovation moins accéléré que pour les TIC et donc plus pérenne.

Dans ce contexte, après une période d'euphorie puis de déception concernant la politique de développement technologique à court terme, certains grands pays industrialisés tels que les États-Unis et le Japon, reviennent à des préoccupations qui tendent à une remise en perspective de la recherche de base.

Ces programmes de recherche fondamentale visent à éviter que ne disparaissent ou que ne se figent les réservoirs de connaissances, en réhabilitant une politique de financement de la recherche en amont. C'est le cas à travers des initiatives tels que *Human Genome Science* aux États-Unis pour les biotechnologies, ou PITAC (*Présidency information technological advisory comity*) mis en place dès 1998.

Mais il existe des exemples plus récents :

- les initiatives « nanotechnologies » aux États-Unis au Japon et en Europe sont destinées à augmenter les performances de l'électronique, de la bio-informatique et des matériaux ;
- l'informatique de base permet d'améliorer les conditions de stockage et de traitement de l'information en matière de services pour le bénéfice du tissu économique et social ;
- les travaux de base sur la biologie du développement cellulaire et tissulaire ouvrent la voie à des thérapies dites « régénératives », pour le traitement des maladies cardiovasculaires, neurologiques ou métaboliques, comme le diabète ;
- la mise au point de traitements spécifiques ou de vaccins pour les maladies infectieuses émergentes comme le sida et l'hépatite ou pour des maladies ré-émergente comme la tuberculose, de même que la lutte contre les maladies parasitaires, (notamment la malaria), bénéficieront largement de la recherche fondamentale sur les mécanismes infectieux ;
- les technologies de simulations sont devenues indispensables dans le domaine des matériaux, de l'aéronautique et de l'espace, de même que pour la maîtrise de l'énergie nucléaire. Leur développement fait appel à des notions issues de la recherche très fondamentale.

Tout en assurant la compétitivité de la recherche par la valorisation autant que par les publications internationales, ceci conduit à s'interroger sur :

- l'orientation de la formation ;
- le cursus des jeunes chercheurs ;
- les métiers de la recherche tant dans le domaine des installations technologiques que dans celui de l'animation des équipes ;
- l'évaluation de la recherche et des chercheurs visant à préciser les contours du statut des chercheurs dans les organismes et dans les entreprises ;
- le moyen de promouvoir les approches pluridisciplinaires et les composantes synergiques.

Il s'agit non seulement d'éviter les dichotomies entre organismes publics et laboratoires de recherche des entreprises mais également de rééquilibrer notre politique de recherche. Il faudrait, pour cela, solliciter les entreprises afin qu'elles participent, dans les limites de leurs orientations stratégiques propres, à une reconquête de la recherche de base visant ainsi à préserver le long terme, tout en se positionnant sur le court terme.

Faire face à la concurrence internationale est indispensable. Assurer la compétitivité à moyen et long terme des politiques de recherche est devenue l'une des préoccupations majeures des stratégies fondées sur la recherche de base. Ceci nécessite une réflexion approfondie de nature, à la fois spéculative et réaliste.

Cette courte présentation à orientation stratégique est destinée à prouver que pluridisciplinarité et synergies se conjuguent désormais tant dans le domaine de la recherche proprement dite, de type technico-scientifique, qu'en vue de la valorisation des recherches technologiques dans un contexte d'internationalisation et de compétition mondiale.

Après quelques exemples, nous serons conduits à envisager l'éthique et l'expertise puis la recherche en région et les aspects internationaux de la politique de recherche avant d'aborder la recherche européenne.

Nous essayerons chaque fois de préciser le rôle et l'influence des deux idées fortes de ce rapport : pluridisciplinarité et synergies dans la recherche.

## CHAPITRE IV

### PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES : QUELQUES EXEMPLES

Nous présenterons six exemples : les deux premiers sont fondés sur une logique spéculative mais orientée. Il s'agit de l'informatique et de la simulation numérique.

Les deux suivants sont fondés sur une logique industrielle, appuyée sur une recherche de base solide et illustrée par les activités du CEA et les matériaux technologiques.

Les deux derniers sont destinés à démontrer le bénéfice d'une approche spécialisée au service de ruptures technologiques : les nanotechnologies et les biotechnologies.

#### I - UNE LOGIQUE SPÉCULATIVE POUR PRÉPARER L'AVENIR TECHNOLOGIQUE

Les deux premiers exemples sont fondés sur une logique spéculative mais également orientée. Il s'agit de l'informatique et des technologies de simulation.

##### 1. Les spécificités de l'informatique

L'informatique *stricto sensu* est déjà, par elle-même, un ensemble complexe dans la mesure où le cœur de l'informatique est représenté par la science du stockage et du traitement de l'information, associée à deux disciplines connexes que sont l'automatique et le traitement du signal.

Il s'agit d'un secteur fondamental, récemment reconnu à l'université, et donc encore très jeune puisque deux tiers de 2 400 enseignants dans ce domaine ont été recrutés depuis moins de quinze ans. Afin de trouver sa place parmi les autres disciplines enseignées à l'université, l'enseignement de l'informatique s'est fait à travers la création d'écoles d'ingénieurs universitaires et de formation professionnelle.

Quant à l'INRIA, créé dans les années 1960, il ne compte que 350 chercheurs à temps plein. Le CNRS compte des effectifs identiques, mais leur reconnaissance et leur pénétration dans cet organisme se font difficilement.

Le reste de la population des chercheurs en informatique se répartit entre le CEA, l'Office national d'études et de recherches aérospatiales (ONERA), et les grandes écoles de télécommunications.

L'insertion professionnelle des enseignants et des chercheurs en informatique est donc très pluridisciplinaire.

L'informatique de base recouvre un champ très vaste d'applications : indépendamment de l'électronique et de la microélectronique qui se situent en dehors du champ parce que les problèmes de recherche relèvent plutôt du domaine des matériaux, il s'agit des ordinateurs, des logiciels, et notamment des



logiciels dits « enfouis » dans les objets manufacturés (automobiles, téléphones portables, etc.) mais aussi des services logiciels de même que de la simulation informatique de phénomènes complexes.

En réalité, de telles applications font appel à la fois à une approche pluridisciplinaire et à l'identification de synergies, dans la mesure où la recherche produit de l'innovation technologique qui alimente elle-même la recherche de base.

De fait, il existe de nombreuses unités mixtes et des équipes universitaires rattachées à l'INRIA pour aborder des problèmes de recherche aussi fondamentaux que la calculabilité et la gestion de la complexité. Ces approches sont d'autant plus performantes que la vitesse de gestion des données s'accroît et que les capacités de mémoire des instruments s'élargissent de plus en plus rapidement. Ceci pose, en particulier, le problème aigu de la gestion des bases de données pour laquelle les États-Unis sont très en pointe et menacent la compétitivité européenne.

Si l'on ajoute à cela une forte demande de recherche et développement à très court terme, poussée par des impératifs économiques, une tendance à un fort déséquilibre s'instaure entre des impératifs économiques et la nécessaire maturité d'une recherche dont les capacités prolifèrent de façon incontrôlable du fait des progrès technologiques.

Or, le cerveau humain ne fonctionne pas plus vite parce qu'il s'attaque à un problème d'informatique.

C'est dans un tel contexte que pluridisciplinarité et synergies jouent un rôle modérateur au bénéfice de la qualité de la recherche. Elle permet, en particulier, sans freiner la course technologique, de maintenir une recherche de base approfondie. En s'intéressant aux problèmes de fond, il sera possible de maîtriser mieux l'effervescence technologique, mais aussi d'anticiper les ruptures à venir.

En informatique, il existe un risque majeur de travailler avec des solutions temporaires, immédiatement utilisables, là où il existe encore des défis scientifiques à relever.

A titre d'exemple, pour le traitement (stockage et exploration) des données issues du séquençage des génomes, l'algèbre relationnelle a fait, dans l'immédiat, ses preuves. Cependant rien n'exclut de penser que la demande croissante de traitements plus perfectionnés ne conduise à s'adresser à une autre typologie d'analyse informatique.

Pour répondre aux besoins immédiats dans ce domaine, on utilise des systèmes éprouvés, standardisés mais qui ne répondent pas au mieux à la spécificité de l'information génomique.

L'approche pluridisciplinaire a ainsi l'avantage d'éviter de se reposer sur l'acquis et de ne pas se limiter uniquement et définitivement aux solutions *ad hoc* : l'invention est liée à la créativité : quand on invente, on a nécessairement des surprises qu'il faudra s'attacher à maîtriser.

La recherche en informatique est un bon exemple de pluridisciplinarité dans la mesure où elle associe des mathématiciens, des physiciens, des chimistes, des biologistes. La pluridisciplinarité permet d'assurer une forme de dialogue entre les spécialistes de différentes disciplines et, par voie de conséquence, permet des échanges plus ouverts et donc plus fructueux au sein d'une même discipline.

C'est en grande partie grâce à l'ouverture d'esprit que confèrent pluridisciplinarité et synergies dans la recherche, que les centres de recherche en informatique ont réussi à se distinguer des centres de calcul.

## **2. La simulation numérique : une approche novatrice**

Il s'agit d'une activité de recherche destinée à alimenter à la fois la conception des produits et l'aide à la décision, en fonction des résultats obtenus. Elle doit donner lieu à une analyse détaillée pluridisciplinaire qui, comme nous le verrons, fait appel à une approche économique et sociétale, à travers une démarche de nature éthique.

La portée actuelle de la simulation numérique est de plus en plus large dans la mesure où elle devient incontournable dans des domaines aussi différents que l'aéronautique, l'automobile, le ferroviaire, les ouvrages d'art, l'industrie navale, les médicaments et les dispositifs médicaux.

Le développement rapide des systèmes de simulation numérique est lié à leur retombée économique principale qui est de permettre une réduction du coût de développement du produit et un raccourcissement considérable des délais de fabrication.

A titre d'exemple, dans la construction automobile, au cours des dix dernières années, la conception d'un nouveau modèle a été réduite des deux tiers : elle est passée de 7-8 ans à 2 ans et demi environ.

Grâce à l'intégration de la simulation numérique dans la conception assistée par ordinateur (CAO), les « modeleurs numériques » permettent d'éviter des essais de prototypes en assurant la prise de décisions à partir de données obtenues par un « prototype virtuel », évitant ainsi les problèmes successifs de conception, puis d'industrialisation.

L'énergie, les ouvrages d'art, le génie chimique, la pharmacologie, le génie biomédical bénéficient largement de la simulation numérique. En permettant d'accélérer les qualifications en vue d'une mise sur le marché d'un produit performant fiable et sécurisé, elle participe largement à la réduction des coûts.

De nouvelles modélisations restent à inventer. Elles ouvriront largement le champ à une recherche fondamentale sur la pertinence et la performance des logiciels et sur les bases théoriques de l'informatique en vue de l'élaboration de concepts nouveaux. Ceux-ci seront susceptibles de créer de nouvelles ruptures dans le domaine de la simulation numérique.

Cette recherche fondamentale reste pluridisciplinaire dans la mesure où la maîtrise des méthodes de simulation est destinée à répondre à des objets précis. Même une approche très « générique » de la recherche sur les logiciels de simulation peut déboucher vers une ou plusieurs applications précises et rejaillir sur l'ensemble des applications de la simulation numérique.

Cela justifie largement une approche pluridisciplinaire de la recherche de base.

Quant à la recherche appliquée proprement dite, elle est, par définition, pluridisciplinaire pour les raisons développées plus haut qui tiennent au cahier des charges et à la nature de l'objet qui donne lieu à simulation.

La recherche appliquée fait, également, appel à une approche synergique entre chercheurs et ingénieurs, entre laboratoires de recherche et décideurs industriels, entre disciplines différentes. En effet, la simulation permet non seulement de réaliser un prototype virtuel mais d'en analyser le comportement à travers une approche multiparamétrique.

Les essais portant sur des « prototypes virtuels » conduisent à mettre en œuvre une série de batteries de tests physiques pour analyser le comportement du prototype numérisé, confronté à différents types d'environnements.

Les essais menés, par simulation numérique, permettent également une approche synthétique grâce à l'observation des interactions entre les phénomènes observés. C'est en se fondant sur une compréhension approfondie du comportement des systèmes qu'il est possible d'en assurer la maîtrise et par conséquent l'optimisation.

A titre d'exemple, la simulation numérique permet d'analyser, dans le détail, les différentes composantes d'un système complexe, de prévoir ses comportements, mais également de suivre et d'anticiper son vieillissement donc d'assurer sa fiabilité et sa sécurité.

A côté de la conception des processus, la simulation numérique intervient dans la maintenance des composants. Elle éclaire, également, la prise de risques, fondée sur les études d'impacts et sur l'application des règles de sécurité.

La démarche du dépouillement et de l'analyse des résultats n'est cependant pas immédiate. Elle se fonde sur une approche critique et prudente, nécessitant de croiser les informations à partir de la validation des résultats par d'autres simulations. Ceci permet d'éviter les pièges liés à la puissance des calculs disponibles qui fournissent des données performantes, mais qui restent néanmoins conceptuelles. En effet, la puissance de calcul n'est pas une sécurité en soi, si le problème a été mal posé au départ, en particulier si un paramètre essentiel a échappé ou si le logiciel est insuffisamment adapté à la demande, c'est-à-dire à l'objectif poursuivi.

Ainsi, se fait jour une activité de recherche nouvelle à la fois intégrative et critique, nécessairement pluridisciplinaire puisqu'elle fait appel aux informaticiens, aux électroniciens, aux physico-chimistes, aux biologistes. Elle réunit, nécessairement, chercheurs, ingénieurs et décideurs puisque le prototype fait appel à la modélisation et débouche sur une aide à la décision dans un contexte d'expérimentation critique et donc pluridisciplinaire.

Cette nouvelle approche de recherche et de développement industriel nécessite tout particulièrement un décroisement entre les équipes. Elle nécessite également la réalisation d'interfaces et l'approche synergique à la fois analytique et intégrative.

Pour former les spécialistes de la simulation dont notre recherche et notre économie ont besoin, il importe de faire sauter les verrous des disciplines, de s'appuyer sur des universités prêtes à former les étudiants en fonction des techniques mais aussi des enjeux auxquels ils vont se trouver confrontés.

Il importe, également, d'instaurer un climat de confiance entre les équipes qui devront néanmoins s'accorder à accepter des contrôles diversifiés et des contre-expertises.

Il importe, enfin, d'assurer une bonne plasticité du système qui doit être prêt à intégrer toute nouvelle approche prometteuse et à la tester par simulation.

Dans ces cas, les difficultés sont beaucoup plus d'ordre psychologique que financière. Dans la réalisation d'un centre de recherche équipé pour la simulation, le coût est dérisoire par rapport à la fabrication des prototypes. La plasticité du système est beaucoup plus grande et conditionne son évolutivité et donc son adaptabilité. La bonne marche d'un centre de simulation se heurtera plus facilement aux relations hiérarchiques entre les personnes qu'aux difficultés à obtenir des financements en personnels ou en matériel. C'est une transformation radicale des mentalités des universitaires et des chercheurs dans leur ensemble qui s'impose. Elle représente un des défis de l'irruption de la simulation numérique, tant dans ses aspects scientifiques que techniques.

Autre révolution culturelle en matière de recherche, les relations entre maître d'ouvrage et maître d'œuvre.

Le maître d'ouvrage est confronté à une difficulté liée à la nature du produit, au respect des normes et standards, aux caractéristiques du marché, à la perception par les clients, qui s'expriment à travers la demande sociale. Il ne peut cependant élaborer, à lui seul, le cahier des charges. Il exprime ses besoins et ceux-ci doivent être analysés par le maître d'œuvre qui connaît le savoir-faire de son équipe et les capacités, donc les limites des instruments dont elle dispose.

La concertation préalable est donc indispensable entre maître d'ouvrage, et le maître d'œuvre, quitte à ce que ce dernier suscite chez l'industriel donneur d'ordre, le financement d'un programme de recherche ciblé ou d'une étude de faisabilité préalable.

Tant que le donneur d'ordre n'a pas défini clairement ses besoins et ses attentes, l'équipe de recherche en simulation numérique ne pourra pas traiter sa demande. Lorsque le donneur d'ordre a précisé correctement sa demande, charge alors, au maître d'œuvre de la lire convenablement et de la traduire dans les projets qu'il va engager. Il garde cependant la maîtrise du savoir-faire du déroulement du projet et en particulier du déroulement des différentes étapes de la simulation jusqu'au rendu des résultats accessibles à l'utilisateur avec qui une lecture critique sera nécessaire.

Dans ce contexte, une approche à la fois itérative et interactive est devenue primordiale. C'est à ce prix que la maîtrise des calculs et des logiciels de simulation donnera des résultats utilisables et donc utiles.

De nombreux problèmes éthiques sont soulevés par la numération numérique :

- éthique de la qualité ;
- éthique des relations humaines ;
- éthique de la transparence des résultats et de l'objectivité des analyses ;
- éthique du partage des compétences ;
- éthique de la propriété intellectuelle posant le difficile problème de la protection des logiciels de simulation.

Il s'agit de savoir ce qui revient en propre à la communauté scientifique et ce qui reste du domaine de la valeur ajoutée industrielle fondée sur les principes de nouveauté, inventivité et application industrielle qui sous-tendent la politique des brevets. Dans un tel domaine, pluridisciplinarité et synergies sont indispensables pour avancer à la fois de façon critique et transparente. Cependant, la culture anglo-saxonne est sans doute, pour l'instant, mieux adaptée que la nôtre, à répondre aux besoins scientifiques, techniques, économiques et éthiques de la simulation numérique.

## **II - UNE RECHERCHE INDUSTRIELLE PERFORMANTE FONDÉE SUR UNE RECHERCHE DE BASE SOLIDE**

Nous nous appuierons sur les deux exemples suivants : les activités de recherche du Commissariat à l'énergie atomique (CEA) et les textiles de haute technologie.

### **1. La recherche au CEA : des objectifs fondés sur une approche diversifiée**

Issu de la décision politique de doter la France d'une indépendance militaire et énergétique, le CEA a bénéficié d'un soutien sans faille de l'État. Celui-ci a permis, grâce à une culture mixte d'ingénieurs et de chercheurs, de mettre au service du pays des applications pratiques fondées sur la recherche et le développement technologique.

Cet organisme, à vocation scientifique, technologique, industrielle, représente un bon exemple de pluridisciplinarité et de synergies dans la mesure où il est particulièrement bien adapté à la réalisation de produits diversifiés et des services qui en découlent. Il situe l'élaboration de ses compétences dans un contexte de recherche prospective, c'est-à-dire dans la durée.

En effet, la complexité des objectifs à atteindre fait appel à des solutions scientifiques qui se déclinent sur le moyen et sur le long terme. La valeur ajoutée, propre au CEA, est fondée sur la recherche de synergies à travers une collaboration étroite entre les activités de recherche et de développement industriel. A cet égard, l'absence de distinction professionnelle entre chercheurs et ingénieurs constitue un facteur de diffusion, au sein de l'organisme d'une culture associant acquisition de connaissances et préoccupations, de développement technologique.

Le maintien permanent de cette interface a permis au CEA d'assurer sa compétitivité dans la grande majorité de ses domaines d'activités.

Cela a été possible non seulement grâce à l'aide de l'État mais également grâce à une politique volontariste de l'organisme visant des innovations et des développements industriels diversifiés.

Grâce à sa situation d'interface entre recherche et industrie, basée sur un savoir-faire et une large expérience dans l'ingénierie et la conduite de projets, le CEA a pu développer une stratégie d'essaimage industriel. Celle-ci a permis de faire naître des entreprises qui occupent les tout premiers rangs mondiaux dans leurs spécialités.

A titre d'exemple, le CEA contribue au succès de la microélectronique française notamment à travers les laboratoires du laboratoire d'électronique, de technologie et d'instrumentation (LETI) à Grenoble.

Cette stratégie de développement de ses compétences et de valorisation lui assure des ressources propres qui représentent actuellement un tiers du budget civil de l'organisme, soit environ 500 millions d'euros pour un budget annuel des activités civiles de l'ordre de 1 500 millions d'euros. Ces ressources propres proviennent essentiellement des produits de R&D avec des partenaires nucléaires, de produits associés à des études ou à des prestations ainsi qu'aux dividendes remontant du groupe industriel AREVA dont le CEA est l'actionnaire principal.

Une analyse pluridisciplinaire à la fois scientifique, technique et socioéconomique a conduit le CEA à s'attacher à répondre aux deux défis majeurs que sont l'accélération du cycle de l'innovation et la mondialisation de la recherche. C'est pour renforcer ses compétences scientifiques et techniques que le CEA a été conduit à définir, en accord avec les pouvoirs publics, quatre priorités dans le cadre de son dernier programme pluriannuel :

### *1.1. Développer l'énergie nucléaire*

Il s'agit de se préparer au maintien, voire à l'augmentation du parc nucléaire mondial. Le nucléaire n'aura d'avenir, que s'il s'avère compétitif par rapport aux autres modes de production d'électricité, en particulier à partir du gaz. Ainsi, est-il indispensable d'améliorer sa performance économique notamment en réduisant les coûts de construction, d'exploitation du cycle complet du combustible y compris le traitement des déchets et de décontamination..

Les approches dans ce domaine sont à la fois technologiques mais également industrielles et économiques et donc nécessairement pluridisciplinaires.

### *1.2. Réduire l'impact des activités nucléaires et assurer leur acceptation par l'opinion publique*

Ceci implique des campagnes d'informations objectives et transparentes notamment sur les capacités de la recherche technologique à minimiser les volumes et la nocivité des déchets nucléaires. Pour cela, il faut également définir un cadre décisionnel pour les quelques décennies à venir, comme cela a été engagé par la loi du 30 décembre 1991 relative aux recherches sur la gestion des déchets radioactifs (dite Loi Bataille) et aussi mettre au point des solutions nouvelles ou proportionnées de retraitement des déchets.

Les approches sont technologiques mais également économiques et sociétales dans le cadre d'une évaluation à triple composante : coût, bénéfice, perception. Et donc là encore pluridisciplinaire.

### *1.3. Évaluer l'impact sur la santé des radiations ionisantes*

Ceci conduit à des recherches destinées à améliorer la dosimétrie biologique et l'étude des réactions des organismes vivants aux faibles doses de rayonnement ionisant.

Ceci fait appel à des études très spécialisées de biologie moléculaire, permettant d'identifier les mécanismes de réparation de l'ADN.

Les approches sont nécessairement pluridisciplinaires puisqu'elles font appel à des médecins, à des biologistes, à des physiciens, à des informaticiens en vue de développer une recherche sur la simulation d'exposition au rayonnement ionisant. Il est également indispensable de faire appel à des écologistes spécialisés dans les équilibres entre les êtres vivants et leur environnement.

### *1.4. Poursuivre une politique diversifiée de recherche et développement technologique*

#### *a) pour les technologies énergétiques :*

Les projets comportent un important effort de recherche technologique pour atteindre la compétitivité économique, notamment sur la filière hydrogène comme futur vecteur énergétique à travers ses applications comme la pile à combustible, ainsi que sur la rentabilité des cellules photovoltaïques.

#### *b) Pour les infrastructures propres aux technologies d'information et de communication*

Les pôles de compétences se situent essentiellement dans la région Rhône-Alpes pour la microélectronique, les écrans plats, ainsi qu'en région parisienne.

#### *c) Pour les biotechnologies*

Les recherches portent notamment sur le développement des biopuces à ADN qui permettent de passer au crible les séquences d'ADN à des fins de diagnostic et en vue de la mise au point de nouvelles molécules thérapeutiques issues de la pharmaco-génomique.

Ces types de développements technologiques associent des biologistes, des microélectroniciens, des physiciens, des chimistes qui réunissent leurs compétences autour d'un même projet.

Dans cette optique générale de diversification de la recherche et du développement, se situent sans doute les bases d'un MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) à la française, c'est-à-dire d'un organisme qui fait appel aux segments existants et qui réunit les conditions leur permettant de mettre en synergie leurs compétences autour d'un projet commun.

La réalisation d'un tel programme pluriannuel représente donc un excellent exemple de pluridisciplinarité et de synergies dans la recherche. Il nécessite d'établir des partenariats multiples avec les universités, les organismes de recherche publics et le tissu régional, et d'engager les processus de valorisation au fur et à mesure de l'obtention de résultats concrets.

Avec les universités, quarante-trois accords cadres ont été passés mais seulement six sont suffisamment actifs pour se trouver impliqués dans un contrat de plan pluriannuel.

Cette constatation rend compte des difficultés de mise en synergie d'une recherche à vocation industrielle avec une recherche universitaire qui manque, pour un industriel, de capacités d'investissement suffisantes.

En revanche, le CEA dispose de trente unités mixtes de recherche avec le CNRS. Il s'agit d'un partenariat public - public, grâce auquel le CEA contribue à maintenir une capacité de recherche à long terme.

Quant au tissu régional, le CEA y trouve un facteur d'implantation et de valorisation à travers des centres de recherche locaux permettant d'assurer le développement d'un certain nombre de technopôles.

Dans un tel contexte, la démarche des chercheurs, confrontés à l'explosion des technosciences doit s'orienter vers la valorisation des résultats de leur recherche.

Indépendamment de ses liens avec les laboratoires de recherche « académiques », le CEA est un site d'accueil privilégié pour des chercheurs extérieurs :

- 500 appartiennent à d'autres organismes, mais sont affectés au CEA ;
- 400 sont accueillis temporairement au CEA pour des périodes de plus de trois mois : ils viennent de France et de l'étranger ;
- 800 sont des étudiants en thèse.

Ces deux dernières catégories de chercheurs apportent, en permanence, un sang nouveau. Elles favorisent des approches novatrices ou en rupture par rapport à la vie et aux habitudes de l'organisme. Il s'agit davantage, cependant, d'un apport intellectuel que d'une véritable approche pluridisciplinaire volontariste.

En revanche, la politique de valorisation industrielle est naturellement développée au CEA. En 1999, le CEA disposait d'un portefeuille de 7 500 brevets, 69 « jeunes pousses » étaient créées sur un parc d'une centaine sur le territoire national.

Cela conforte singulièrement les activités de diversification industrielle du CEA à travers des pôles tels que : MINATEC en Rhône-Alpes qui associe au CEA les collectivités locales, l'Institut National Polytechnique de Grenoble, la caisse des dépôts et consignations ainsi que des industriels. Le pôle accueillera, à



terme, plus de 1 000 élèves-ingénieurs, 500 stagiaires, 400 enseignants et plus de 2 000 chercheurs, ingénieurs et techniciens. MINATEC accueillera de nouvelles « start up » dans leur phase de croissance ainsi que des lignes pilotes avec de grands groupes industriels et des entreprises innovantes ; et la société *STM Microélectronics*, laquelle est le premier fabricant européen de semi-conducteurs.

La culture de valorisation industrielle du CEA se trouve encore renforcée par la création du groupe industriel AREVA en septembre 2001, qui rassemble l'ensemble des principaux industriels de la filière nucléaire française, notamment COGEMA et FRAMATOME. Coiffant un pôle nucléaire et un pôle des technologies de l'information et de la communication, ce nouveau groupe se trouve doté d'une capacité financière suffisante pour permettre aux filiales de développer leurs activités mondiales, en particulier aux Etats-Unis.

Le CEA, doté de compétences exceptionnelles dans des secteurs très spécialisés, tout en diversifiant ses activités, fournit un exemple de pluridisciplinarité au service des applications dans une approche de mondialisation des échanges alimentée par un puissant bras de levier économique et financier.

La stratégie industrielle qui caractérise les relations entre le CEA et son groupe industriel doit contribuer à mobiliser ses équipes de recherche et à développer leurs compétences dans un secteur où la recherche doit se situer désormais dans une compétition mondialisée. Compétences pluridisciplinaires et mises en synergies sont nécessaires pour assurer la concurrence indispensable à la survie de la recherche au CEA.

## **2. Les nouveaux matériaux : une maîtrise des procédés, facteur d'irrigation du maillage industriel**

Nous envisagerons successivement les matériaux composites et les textiles technologiques. L'un et l'autre font appel à des approches à la fois pluridisciplinaires et synergiques.

### *2.1. Les matériaux composites*

Ils sont constitués d'un réseau de fibres de carbone dont la cohésion est assurée par un encollage de résine.

La recherche sur les matériaux composites est à la fois pluridisciplinaire et orientée. Il s'agit de faire appel à des compétences de chimistes et de physiciens en vue de la réalisation d'un objet répondant à un cahier des charges très précis. Celui-ci vise à assurer la cohésion du matériau et donc sa résistance à des lignes de force bien définies.

Là intervient la maîtrise du procédé de bobinage qui doit aboutir à un produit capable de se déformer, tout en résistant à des mises en tension considérables.

Le matériau doit être malléable, résistant, capable de répondre très rapidement à des sollicitations extérieures puisqu'il s'agit de matériaux tels que ceux qui composent la fusée Ariane. Sa déformabilité au moment du lancement

donne lieu à des corrections permanentes, pilotées par des logiciels reliés à des capteurs.

Autre contrainte, la légèreté : un kilogramme gagné est un kilogramme de plus que l'on peut mettre sur le satellite embarqué. En effet, lorsque le poids du satellite est saturé, l'abaissement du poids du lanceur représente un gain de coût considérable.

Sur le plan de la recherche, la démarche très finalisée associe différents acteurs qui vont interagir avec des spécialistes en modélisation du comportement thermomécanique.

La pluridisciplinarité et la synergie se déclinent entre différentes fonctions d'assembler et de formatage des matériaux qui a conduit à la mise au point de la coque d'Ariane V. Celle-ci utilise des matériaux lamifiés, constitués d'élastomère et de lamelles métalliques, donnant à cette structure une fonction d'amortissement dynamique adaptée à des efforts de plus de 500 tonnes.

Au total, l'utilisation de ces matériaux composites ne se limite pas aux technologies spatiales, elle s'applique également aux freins d'avions, aux TGV et aux voitures de compétition puis de « haut de gamme ».

La réalisation du cahier des charges fait appel à différents laboratoires qui travaillent en connexion étroite ainsi qu'à différentes disciplines :

- recherche sur la nature des matériaux, sur leur spécificité, leur processus de durcissement, leur résistance dans des conditions extrêmes, leur disponibilité d'accès pour le marché ;
- évaluation de la qualité et de la performance ;
- amélioration des technologies de fabrication et de contrôle en vue de la réduction des coûts ;
- étude des concepts structuraux ;
- modélisation, afin de caler les logiciels sur les points nécessitant correction. Ceci implique de revenir sur une analyse fine du matériau pour en déduire des lois de comportement et les faire entrer dans les modèles de calcul de structures ;
- tolérance aux dommages, robustesse et prévention du vieillissement.

Un tel cahier des charges doit répondre à un double objectif de performances technologiques et de réduction des coûts qui mobilisent de nombreuses équipes dans divers organismes de recherche (et notamment l'ONERA) en les adossant à des entreprises industrielles telles que *EADS* née de la fusion de *Matra*, *Aérospatiale*, *DLR* en Allemagne et *CASA* en Espagne, sans omettre, naturellement, la société *ARIANESPACE*.

C'est sans doute autour de ce type de matériau que les mentalités des chercheurs et des ingénieurs ont évolué le plus rapidement en tenant compte de la concurrence mondiale entre l'Europe, les Etats-Unis, la Russie, la Chine, l'Inde et le Japon en matière de lanceur.

Ces mentalités se sont adaptées à la concertation, au dialogue, à l'approche synergique, au service de la réalisation d'un objet complexe soumis à une très forte pression concurrentielle.

Après les enjeux propres à la grande entreprise, nous allons examiner les matériaux qui composent les textiles technologiques.

## 2.2. Les textiles technologiques

Il s'agit de matériaux par essence pluridisciplinaires, dans la mesure où nous avons affaire à des textiles dits « à usage technique ». Ce sont des matériaux qui doivent répondre à des exigences techniques élevées : haute performance thermique et isothermique, mécanique, électrique, mis au service d'une fonction bien définie et exigée par le donneur d'ordre qui doit composer avec un utilisateur final exigeant.

Le cahier des charges se partage entre quatre types de fonction : mécanique, fonction d'échange, et de protection, fonctions biologiques.

Face au développement de ce matériau multifonctionnel, un changement de culture s'impose. Il s'agit, en effet, du passage d'un matériau traditionnel à un matériau entièrement nouveau.

Le tisseur devient fabricant de matériaux et doit intégrer de plus en plus de savoir-faire ; d'où la nécessité, pour le fabricant, d'engager des partenariats avec des centres de recherche du CNRS, de l'INSERM, de l'INRA, du CEA etc. ainsi qu'avec les universités par le biais de thèses doctorales qui permettront ultérieurement le transfert de savoir-faire. Ces thèses permettront également de progresser dans le domaine de la modélisation des nouvelles structures textiles qui représentent un gain de temps et d'argent très précieux.

Ceci se fait dans d'assez bonnes conditions grâce aux bourses CIFRE gérées par l'Association nationale pour la recherche technique (ANRT).

Des partenariats sont engagés également avec les centres techniques industriels. Une telle démarche conduit à privilégier les interfaces, les approches pluridisciplinaires et les synergies, au service d'un cahier des charges fonctionnel à la fois précis, rigoureux et exigeant.

Le fabricant devra composer également avec l'évolution de la chimie mondiale des matériaux de base dans la mesure où ils contrôlent la production des fibres élémentaires.

Le textile technologique ne pourra survivre que si les producteurs associent la matière « grise » qui nourrit la recherche, au savoir-faire qui sous-tend le croisement des fils.

Il s'agit de produire des textiles technologiques à haute valeur ajoutée économique puisqu'ils s'adressent :

- à l'aéronautique (matériau composite du nez de Concorde) ;
- à l'espace (bouclier thermique de rentrée dans l'atmosphère, de capsule récupérable) ;
- au médical (biomatériaux) ;
- aux transports terrestres (ballaste de chemins de fer) ;
- au bâtiment (poutre à très longue portée) ;
- à l'agriculture (brise-vent) ;
- à l'habillement et au mobilier (tissus antistatiques) ;

- à des tissus dissimulant, bientôt, des logiciels enfouis pour régler la température ou pour contrôler des biocapteurs ou des capteurs sensoriels de la voix ou du toucher un téléphone portable, une rétine artificielle pourront un jour se trouver inclus dans un costume prêt à porter !...

La recherche pluridisciplinaire est indispensable à la création de tels matériaux et conduit, sur le plan de la production, à des restructurations importantes des entreprises industrielles.

La diversification de l'industrie du textile reste encore relativement lente dans notre pays, car elle nécessite de lourds investissements en personnel et en infrastructure de production mais aussi en marketing, de façon à assurer parallèlement les débouchés sur le marché mondial.

Une telle diversification est particulièrement coûteuse et elle est exclue lorsque l'entreprise est en difficulté. Elle ne peut être envisagée que lorsque l'entreprise est en plein essor, généralement grâce à l'exploitation d'un savoir-faire spécifique ou d'une niche technologique (c'est le cas par exemple pour une PMI de 170 personnes qui exporte avec succès vers le Japon).

Ce contexte conduit à une dynamique de concertations et de regroupements dans la mesure où la diversification vers les textiles techniques est une œuvre de longue haleine. Elle est, en particulier, parsemée d'obstacles liés non seulement à la concurrence mais également à la contrefaçon.

En France, les leaders mondiaux sont situés essentiellement dans la région Rhône-Alpes, où il existe 130 entreprises dont la moitié emploient moins de 50 personnes pour un chiffre d'affaires de moins de 50 millions de francs. Ce sont donc des petites PMI qui auront du mal à assurer de nombreux transferts de technologies à partir de la recherche et qui doivent privilégier un savoir-faire industriel et commercial, associé à l'exploitation de quelques niches technologiques.

C'est la raison pour laquelle, il est question de constituer un réseau de l'innovation textile en France qui devrait rassembler les universités, les centres techniques industriels, la recherche publique et privée et les industriels.

Ceci illustre l'actualité des pluridisciplinarités et des synergies dans la recherche mais également le fait que le maillage des PMI pourra difficilement engager une restructuration d'envergure sans une aide financière appuyée des pouvoirs publics et une réelle volonté de se diversifier.

Il importe de rappeler que le responsable industriel d'une PMI évitera toujours la remise en cause en interne lorsque l'horizon est dégagé alors que c'est à ce moment-là que l'entreprise doit se restructurer pour pouvoir prendre son envol ; d'où l'intérêt de créer une dynamique non seulement par des crédits incitatifs mais par la pression exercée à la fois par le progrès technologique et par la pression de la demande sociale, dans un contexte de compétition économique mondialisée.

### III - UNE APPROCHE SPÉCIALISÉE AU SERVICE DES RUPTURES TECHNOLOGIQUES

#### 1. L'univers nanométrique

Enjeu remarquable des technosciences, les nanotechnologies fournissent un bon exemple de questions diversifiées et complexes auxquelles la recherche scientifique et technique se trouve actuellement confrontée.

Elles nécessitent de recourir à de nouvelles dynamiques de la politique scientifique, à de nouvelles approches de l'organisation de la recherche fondée sur la mise en œuvre d'une réelle pluridisciplinarité au bénéfice des synergies.

Afin de mieux cerner l'échelle à laquelle se situe l'univers nanométrique, il importe de rappeler que le nanomètre est cent mille fois plus petit que le diamètre d'un cheveu. La dimension d'un atome est de l'ordre du tiers du nanomètre.

Cet univers se situe donc à l'échelle atomique qu'il est, désormais, possible de visualiser grâce aux progrès de l'analyse microscopique et notamment à la réalisation de microscopes atomiques dits à « effet tunnel ». Ceux-ci permettent de visualiser l'organisation des atomes constituant un matériau purifié. Leurs inventeurs Binnig et Rohrer ont d'ailleurs reçu le prix Nobel. Grâce à l'utilisation d'une pointe très fine, ils ont réussi à mesurer le courant électrique qui passe entre cette pointe et une surface très proche. Ce dispositif performant permet, en le déplaçant, de visualiser les fluctuations de la surface et donc d'en effectuer le relevé topographique à l'échelle nanométrique, visualisant ainsi les atomes extérieurs de la surface.

Encore plus spectaculaire est la possibilité désormais acquise de manipuler les atomes et de fabriquer des objets atome par atome. C'est ainsi qu'a été réalisé récemment à Grenoble, un minuscule transistor de 600 atomes de large.

Ces constructions de surfaces artificielles et expérimentales se situent néanmoins en deçà des performances de la nature qui restent infiniment supérieures.

Si nous sommes actuellement proches de l'aboutissement d'une électronique moléculaire, et si l'accès à l'infiniment petit démultiplie les possibilités d'expérimentation, il faut toutefois se garder d'aller trop vite et d'anticiper les résultats en annonçant des applications dont la faisabilité est encore loin d'être démontrée. Il existe, cependant, déjà des exemples précis d'applications, par exemple dans le domaine des bandes magnétiques, des composants électroniques et des vitrages.

Cette grande variabilité d'application montre la nécessité d'une approche pluridisciplinaire dans la maîtrise d'une recherche qui doit s'adapter aux contraintes d'une palette d'applications très diversifiée. On ne peut donc plus parler d'une nanoscience mais de nanosciences, en fonction des différentes technologies mises en œuvre et des différentes applications recherchées qui vont se conjuguer à travers différents types de nanotechnologies.

Illustration du concept de « technoscience », les nanotechnologies apparaissent ainsi de nature très diverse et reposent au moins sur deux approches communes :

- les outils d'observation moléculaires ;
- la capacité de modélisation des données.

Elles font également émerger une réalité organisationnelle : la nécessité de « salle blanche » afin d'éviter tout effet parasite dans l'observation nanométrique des objets expérimentaux. Dans les années qui viennent, l'aménagement de « salles blanches » quasiment dépourvues de particules parasites, va devoir compléter l'équipement des ateliers de mécanique ou d'électronique.

Indépendamment des capacités d'observation et de modélisation renforcées, l'accès à l'univers nanométrique ouvre des perspectives scientifiques insoupçonnées dans la mesure où des comportements physiques nouveaux apparaissent à l'échelle quantique, c'est-à-dire à celle qui approche les phénomènes d'énergie de liaison entre les atomes.

Cela démontre bien que, dans le domaine scientifique, rien n'est jamais acquis définitivement et qu'il faut se garder les moyens d'ouvrir le champ des possibles.

Cela conduit à rappeler que la simplification qui consiste à ramener l'objet à l'application est trop réductrice. Il existe, en fait, un long cheminement entre un objet qui, expérimentalement, manifeste certains comportements au laboratoire et l'innovation ou la rupture technologique qui découlent de ces recherches expérimentales et qui sont susceptibles d'être mises en application au niveau industriel.

Alors que l'étude de l'objet pourrait faire appel à une seule discipline, l'approche spéculative, de même que la mise en œuvre technologique, nécessitera le plus souvent des compétences pluridisciplinaires.

Ainsi dans le domaine des nanosciences, les lois fondatrices de la physique « traditionnelle » ne changent pas mais, appliquées à l'univers nanométrique, les mêmes lois physiques conduisent à de nouveaux comportements et donc à de nouvelles applications.

A titre d'exemple, dans le domaine électronique, on sait fabriquer de la matière « auto-organisée » à l'échelle nanométrique. On a ainsi créé au Centre d'étude des nanotechnologies (CENT), à Bagnex, des petites structures pyramidales dans lesquelles les électrons se trouvent confinés et qui ont les caractéristiques d'atomes artificiels.

La possibilité de multiplier par milliards de tels objets nanométriques permet de fabriquer des composants électroniques très performants, par exemple des lasers.

La nature sait aussi réaliser de tels atomes artificiels qui forment des cristaux protecteurs vis-à-vis d'atomes toxiques. C'est une piste de recherche actuellement explorée pour permettre de dépolluer un milieu biologique grâce aux nanotechnologies. Ceci permettrait, par un processus biologique orienté, de rendre des polluants inoffensifs. Ce procédé est utilisé également pour identifier la présence de chaînes d'ADN, enjeu important de la recherche en génomique.

La maîtrise des nanoparticules a permis d'améliorer la résistance et l'élasticité des pneus, d'éviter des cassures préjudiciables à la déformabilité des céramiques.

Ainsi les nanotechnologies représentent l'aboutissement, dans **chacun des champs disciplinaires**, des progrès de la maîtrise de la matière.

A la question que certains posent de savoir si l'on doit parler de nanosciences ou de nanotechnologies, la réponse nécessairement complexe est « technosciences nanométriques ».

Cela illustre, par là même, la nécessité d'une approche scientifique et technique d'autant plus profondément pluridisciplinaire que les applications portent sur des objets ou des procédés aussi différents que les matériaux déjà cités, mais également la dépollution, le dessalement de l'eau de mer. Quant à la libération d'insuline par des nanoparticules sensibilisées au taux de glucose, elle ouvre la perspective de mettre au point, un jour, un pancréas artificiel grâce aux nanotechnologies.

L'accès au monde nanométrique, les capacités de maîtrise des nanotechnologies, les perspectives ouvertes par les nanosciences ont conduit les Etats-Unis à mettre en place un programme de recherche spécifique doté de 500 millions de dollars : la « *nanotechnology initiative* ». Un effort financier nettement inférieur va être accompli en Europe entre l'Union européenne et différents Etats membres pour un montant de l'ordre de 400 millions d'euros au total.

La performance, tant scientifique que technologique, des nanotechnologies bénéficierait grandement d'une meilleure organisation des synergies dans un contexte pluridisciplinaire comme cela est le cas pour le programme américain.

Ainsi, les « technosciences nanométriques » ou plus simplement les « nanotechnologies » au sens large, représentent une occasion unique d'instaurer de nouvelles synergies entre disciplines, entre équipes de recherche, entre recherches « académique » et industrielle.

L'apparition des nanotechnologies est l'occasion d'engager la communauté des chercheurs impliqués sur ce thème à développer une nouvelle culture de recherche. Plutôt qu'un grand programme pluridisciplinaire traditionnel, c'est peut-être l'occasion d'engager une gestion par projet rassemblant les acteurs autour d'une approche intégrée. Il s'agirait de répondre à des objectifs rassemblant plusieurs disciplines, plusieurs métiers différents et faisant appel à une vision synthétique plutôt qu'à une approche morcelée, cloisonnante et donc réductrice.

Le seul moyen d'obtenir un réel impact pour les recherches au niveau nanométrique est donc d'arriver à réunir des équipes pluridisciplinaires. Aujourd'hui, la production de connaissances et la réalisation d'objets nanotechnologiques sont fondées sur un va-et-vient permanent (à la fois régulier et renouvelé) entre des procédés, des objets, des structures, des propriétés et des fonctions qu'il faut savoir maîtriser.

Cela n'est d'ailleurs pas nouveau. C'est sur ce principe qu'en 1940, ont été confiées, à des chefs de projets talentueux, des équipes pluridisciplinaires créées de toutes pièces pour la maîtrise de l'énergie nucléaire civile et militaire puis

pour l'accès à l'espace, plus récemment pour les applications de la physique des solides aux transistors et à la microélectronique.

Nous avons gardé notre indépendance, voire une forme de souveraineté dans les domaines du nucléaire et de l'espace, en raison du maintien de nos compétences dans un domaine à coût élevé et à valeur ajoutée économique faible. Nous avons pourtant perdu notre avance dans les transistors et la microélectronique domestique, en raison de la concurrence exercée par nos principaux compétiteurs grâce à l'abaissement des coûts de production.

D'un tel exemple, il importe de retenir : la complémentarité entre sciences et techniques ; le fait que la démarche spéculative se développe sur une base technologique de plus en plus pointue ; et que les ruptures naissent de l'approfondissement d'une démarche scientifique élaborée et progressive, ayant acquis une maturité suffisante.

Le principe de l'escalier montre qu'il faut gravir chaque marche en s'assurant de sa rigidité et de sa résistance. Le phénomène général, lié aux lois de la gravité, s'applique également à la démarche scientifique. Rien n'empêche cependant d'utiliser de façon concomitante et séquentielle plusieurs escaliers dans la mesure où ils restent adaptés au mouvement qu'il y a lieu d'effectuer.

Cet exemple illustre, semble-t-il, la gestion de la complexité à travers pluridisciplinarité et synergies dans la recherche.

Il existe, depuis 1999, un réseau sur les micro et nanotechnologies (RMNT) dont l'animation est assurée par le CEA-LETI.

Depuis son lancement, quatre-vingt-dix projets ont été déposés et trente-et-un labellisés. Les spécialités les plus « couvertes » sont la microélectronique, l'optoélectronique et les microcomposants. Les projets apparaissent comme des « biens coopératifs » avec cinq partenaires en moyenne, symbole d'une « surpluridisciplinarité ». L'appel à propositions « micro et nanotechnologies » dans le programme Genhomme de 2001 a fait intervenir des experts du réseau RMNT dans l'évaluation des projets.

## **2. Le monde des biotechnologies**

Nous nous référerons, dans ce domaine, à l'avis du Conseil économique et social figurant dans le rapport présenté par M. Philippe Rouvillois, au nom de la section des activités productives, de la recherche et de la technologie et de M. Guy Le Fur, au nom de celle de l'agriculture et de l'alimentation, en juillet 1999<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> *La France face au défi des biotechnologies : quels enjeux pour l'avenir ?* Avis adopté par le Conseil économique et social sur le rapport de MM. P. Rouvillois et G. Le Fur les 6 et 7 juillet 1999. Avis et rapport du Conseil économique et social n° 13 du 16 juillet 1999.



Les avancées de la biologie moléculaire, symbolisées par la découverte de la double hélice de l'acide désoxyribonucléique (ADN) en 1953, ont conduit à la lecture des messages génétiques, puis aux techniques de séquençage, c'est-à-dire de lecture puis d'assemblage des génomes.

Le séquençage intégral du génome humain est pratiquement terminé. L'objectif est maintenant d'identifier les fonctions de chacune de ces séquences d'où découleront des produits utilisables et protégés en raison de leur nouveauté, de leur inventivité et de leurs applications industrielles.

C'est d'une telle approche que sont dérivées la génomique, la pharmaco-génomique, et maintenant la post-génomique visant à identifier la fonction des gènes dans les tissus et dans les organismes vivants : c'est-à-dire dans les conditions naturelles. Les applications sont considérables dans le domaine de la santé humaine, pour la mise au point de nouvelles méthodes de diagnostic des maladies génétiques mais aussi pour la mise au point de nouveaux traitements, soit par génie génétique soit par thérapie cellulaire régénérative. Les applications pour l'agroalimentaire se font jour grâce au développement de la biochimie et de l'ingénierie des procédés biologiques.

En France et dans le monde, la recherche dans le domaine des sciences du vivant qui s'appuie directement sur les biotechnologies conduit au développement d'innovations donnant lieu à des bio-incubateurs et des « jeunes pousses » particulièrement performantes.

Les biotechnologies et notamment la génomique et la pharmaco-génomique nourrissent également la recherche de l'industrie pharmaceutique pour la mise au point de nouveaux produits.

Les sommes engagées dans l'investissement « recherche/développement » dans les biotechnologies sont cependant souvent « colossales ». Ainsi, *Bayer* et *Aventis* ont déboursé chacun 500 millions de dollars pour accéder à la banque de données d'une start up. *Roche* a investi le même montant pour bénéficier des travaux d'une « jeune pousse », ayant dressé le profil génétique de toute la population...islandaise (dans le cadre d'une initiative gouvernementale approuvée par le Parlement islandais !).

Un récent travail du « *Boston consulting group* » fixerait le coût du « ticket d'entrée » à 800 millions de dollars et la durée du cycle de mise au point à près de quinze ans. Selon cette étude, les 3/4 des efforts budgétaires de recherche seraient déployés en pure perte. L'apport de la génomique est alors déterminant en ce qu'elle permet une économie de un tiers sur les coûts et de 15 % sur le temps. Une autre « révolution » serait en préparation : l'étude virtuelle des molécules.

Les biotechnologies font appel à des approches largement pluridisciplinaires puisqu'elles impliquent à la fois des biologistes, des chimistes et des informaticiens pour le séquençage. Elles touchent aussi bien au domaine de la recherche médicale qu'à celui de la recherche agroalimentaire. Elles impliquent également des juristes et des « éthiciens » compte tenu des problèmes liés à l'appropriation du vivant et à la brevetabilité des inventions biotechnologiques.

Le Conseil économique et social a insisté sur la nécessité, pour des raisons d'efficacité, de mieux fédérer les efforts des divers organismes de recherche comme cela a commencé d'être fait sur les enjeux prioritaires choisis après mûres réflexions.

Cette mise en réseaux effective des équipes conduirait à l'octroi d'une partie des moyens financiers des laboratoires publics sans que cette extension se fasse au détriment d'autres secteurs de recherche plus classiques.

Les potentialités de la valorisation de la biotechnologie ont conduit à la mise en place d'incubateurs et de fonds de capital amorçage qui participent de la nouvelle politique incitative qui a donné naissance au concours d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes<sup>1</sup>.

Dans ce domaine, il s'agit d'affirmer une véritable stratégie de l'Etat qui doit jouer son rôle d'impulsion notamment dans un contexte très concurrentiel lié aux moyens alloués, à la fois, en Grande Bretagne, aux Etats-Unis, au Japon, et en Allemagne, pour les biotechnologies<sup>2</sup>.

Parallèlement à son rôle d'impulsion, l'Etat doit également lever les obstacles au développement, faute de quoi les risques de délocalisation de la recherche en biotechnologie sont réels.

Enfin, touchant directement à l'appropriation du vivant et à son instrumentalisation, les biotechnologies doivent réunir les conditions d'un essor durable répondant aux enjeux éthiques et aux enjeux d'acceptation. C'est, en effet, à partir de l'éthique biomédicale puis de la bioéthique qui traite directement des applications des biotechnologiques qu'est née l'éthique de la science et de la technique dont nous reparlerons plus loin.

Ainsi, les biotechnologies représentent un exemple achevé des technosciences. Les potentialités cognitives et industrielles sont considérables, elles posent un réel problème d'éthique. Elles nécessitent d'être abordées de façon pluridisciplinaire, afin d'assurer un développement durable de l'application des biotechnologies.

---

<sup>1</sup> Ce concours a connu un franc succès et le budget initial a été porté à 24,6 millions d'euros (près de 162 millions de francs) pour les incubateurs et à presque 23 millions d'euros (environ 150 millions de francs) pour les fonds d'amorçage. Fin 2000, 31 projets d'incubateurs avaient été retenus dont 8 sont des « bio-incubateurs ». Précisons que chaque incubateur est susceptible de recevoir plusieurs entreprises.

<sup>2</sup> Si le nombre d'entreprises « biotech » a crû de manière spectaculaire en France depuis 1998 pour atteindre 240 fin 2000, le mouvement le plus important s'est produit en Allemagne qui se trouve aujourd'hui en tête pour le nombre d'entreprises en Europe (près de 350, soit un quasi doublement des structures par rapport à 1998), si donc l'Europe dépasse aujourd'hui les Etats-Unis pour le nombre des entreprises de Bio-technologie, le commissaire Busquin relevait cependant qu'elle compte trois fois moins de chercheurs travaillant dans ce secteur que les Etats-Unis et qu'elle ne consacre **que le 10<sup>ème</sup>** de ce que dépensent ces mêmes Etats-Unis pour la R&D dans ce domaine.



## CHAPITRE V

### L'ÉTHIQUE DES TECHNOSCIENCES

#### I - L'HOMME ET LES TECHNOSCIENCES : UNE NOUVELLE APPROCHE ÉTHIQUE

##### 1. La démarche éthique

En dépit des contraintes technologiques, le chercheur reste, malgré tout, « un libre penseur », mais il n'est plus un penseur isolé. Il dirige ou il appartient à une équipe sur les compétences de laquelle il s'appuie et qui l'alimente.

Du fait de l'accélération du mouvement de la spéculation vers l'application, la « technoscience » bénéficie d'un processus itératif et interactif fondé sur l'augmentation des synergies entre le concepteur, l'utilisateur et le prescripteur de technologies nouvelles.

Cependant, si l'accélération des savoirs n'est pas mauvaise en soi, l'usage qui est fait de la « technoscience » comporte des risques et peut présenter une menace.

C'est à travers l'augmentation de la capacité de puissance du chercheur que se situe la relation entre l'être humain et la technologie. Face au progrès technologique, ceci renvoie à deux conceptions de l'homme :

- « l'homme de l'art » en tant que concepteur de technologies nouvelles ;
- « l'homme sociétal » en tant qu'utilisateur de ces progrès technologiques : il s'agit de l'utilisateur final, c'est-à-dire du consommateur de produits ou de services technologiques.

C'est à ce niveau que s'opère la relation entre technologie et société qui fait appel à la démarche éthique.

« *Technoscience* » et économie interagissent étroitement l'une avec l'autre, confrontées aux pressions du marché. Désormais, le marché n'est plus uniquement tributaire du pouvoir d'achat, mais également de la demande sociale en matière de produits nouveaux ou innovants : celle-ci est conditionnée pour partie par l'acceptation sociale.

La démarche éthique vise à replacer **l'être humain au centre du débat**. Le terme éthique présente deux racines :

- *ethos* : les mœurs, c'est-à-dire le comportement moral ;
- *itos* : l'ordre de la nature, c'est-à-dire le caractère immuable du lever et du coucher du soleil.

Jean Bernard a rassemblé ces deux définitions en un seul concept « *la tenue de l'âme* ».

L'éthique contemporaine est bien différente de la morale personnelle ou de la morale professionnelle. La démarche éthique moderne est à la fois **morale de l'action** et **pensée du risque**.

## 2. L'éthique morale de l'action

L'éthique était initialement fondée sur le respect des droits de l'homme et la reconnaissance de la dignité de l'être humain.

Ce sont ces bases qui, à la suite du code de Nuremberg, rédigé aux sorties du second conflit mondial, ont alimenté dans un premier temps, la réflexion en éthique biomédicale. Elle a conduit à la création de comité d'éthique biomédicale. Progressivement, est apparu le concept plus large de « bioéthique » puis s'est développé celui « d'info éthique » et plus récemment celui de « spatio-éthique » (éthique de la politique spatiale à la suite des travaux menés au sein de l'UNESCO avec l'Agence spatiale européenne).

Nous sommes aujourd'hui conduits à envisager une **éthique des sciences et des techniques**.

Ceci a conduit au changement de dénomination du Comité de bioéthique de la Commission européenne qui est devenu, en 1998, Comité consultatif européen d'éthique de la science et de la technologie. Il a toujours été placé auprès du président de la Commission européenne.

Quant à la Commission mondiale d'éthique des sciences et des technologies (COMEST) elle a été mise en place à l'UNESCO à la suite des travaux du Comité de bioéthique, et se situe au niveau mondial.

Ces deux exemples marquent bien l'évolution des mentalités par rapport à la prise en considération éthique des progrès de la « technoscience » et donc de ses applications.

## 3. L'éthique, pensée du risque

Elle est fondée sur le traditionnel « *primum non nocere* », cher au monde médical. Dans le domaine des technosciences, ceci conduit à avancer avec précaution. Il s'agit des effets irréversibles liés aux connaissances insuffisantes ou incomplètes des conséquences à long terme de l'utilisation de certaines technologies ; d'où la notion d'éviter des menaces pour les générations futures. Le recours au « principe de précaution » peut dans un tel contexte conduire au moratoire, c'est à dire à l'arrêt temporaire, voire définitif des recherches dont les conséquences ne sont pas claires. Le moratoire est pénalisant pour le progrès scientifique et technique. Même s'il peut paraître s'imposer, comment fonder un moratoire sur des incertitudes ?

D'où la nécessité d'un principe de précaution proportionné qui se fonde sur le recours à deux autres principes complémentaires :

- Le retour d'expérience

Bien connu des scientifiques, il ouvre le champ à une expérimentation limitée, raisonnable et raisonnée. Procédant ainsi pas à pas, il s'appuie sur la méthode expérimentale, chère à Claude Bernard.

- Le principe de vigilance

Il vise à rester attentif aux signaux faibles et à mettre en place des dispositifs d'alerte.

C'est à ce stade que la morale de l'action rejoint la pensée du risque. Cette démarche conduit à anticiper le risque, à intervenir de façon optimale, en cas de risque avéré, voire d'accident ou de catastrophe : de l'anticipation du risque à la gestion des crises, il s'agit d'une démarche éthique imprégnée de la pensée du risque.

#### **4. La confrontation des acteurs de la recherche face à l'opinion publique**

Ainsi, la démarche éthique appliquée au progrès scientifique et technique vise à situer l'être humain par rapport aux percées technologiques qui font désormais irruption dans sa vie quotidienne.

Cette démarche nécessite la **confrontation de différents acteurs** :

- les chercheurs : ils sont responsables de l'élargissement des connaissances et des savoir-faire ;
- les experts : leur formation scientifique et technique est indispensable. Ils doivent présenter les enjeux des sciences et des techniques en tenant compte des aspects économiques et sociétaux. Ils se basent sur des données permettant d'identifier l'équilibre entre les avantages et les inconvénients, les bénéfices et les risques ;
- les décideurs politiques : il s'agit des élus, des représentants de l'administration ou des responsables gouvernementaux. Ils doivent parvenir à se familiariser avec les avancées scientifiques et techniques et s'engager **en connaissance de cause**, sur les choix économiques et sociétaux ;
- l'opinion publique : elle est souvent prisonnière des médias. Insuffisamment éclairée et informée, elle réagit encore de façon trop émotionnelle mais elle exprime néanmoins, le plus souvent, le bon sens. Une certaine part d'émotion a le mérite d'alimenter des choix fondés sur l'esprit critique.

Dans un tel contexte, l'évaluation éthique ne comptera que si elle est reconnue et si elle se fonde naturellement sur l'objectivité, l'esprit critique, l'indépendance, la transparence.

#### **5. Technoscience, éthique et société**

C'est en particulier à ce stade que pluridisciplinarité et synergies permettront, en se fondant sur des compétences reconnues, d'identifier les espoirs et les écueils, les bénéfices et les risques, en apportant une vision à la fois éclairée et éclairante.

Les différentes disciplines scientifiques, y compris les sciences humaines et sociales, participent désormais à l'élaboration d'objets technologiques.

C'est dans ce contexte que l'éthique des sciences et des technologies évitera les avis biaisés. Elle participera également à l'amélioration du fonctionnement démocratique à partir de l'élaboration d'avis autorisés en s'appuyant sur l'expertise de personnalités techniquement compétentes. Celles-ci devront s'attacher à faire comprendre aux décideurs politiques et à l'opinion publique les capacités, les performances, mais aussi les limites d'une expertise collective correctement menée.

Dans un sondage récent, 88 % des Français font confiance à la science mais 78 % considèrent qu'il faut « contrôler » les chercheurs afin d'éviter les dangers pour la société. Ceci est un réel avertissement pour les chercheurs.

En effet, une attitude obscurantiste pourrait conduire à une remise en cause de l'indépendance de leur démarche, fondée sur le doute et la démonstration des hypothèses par la théorie et les applications.

Après Spinoza, Descartes, Kant puis plus récemment Hans Jonas, face aux avancées des technosciences, la responsabilité éthique, c'est-à-dire celle de l'être humain, fait appel à une démarche critique ; elle est fondée sur trois affirmations chères à Jean Bernard :

- le respect de la science et du monde technico-scientifique ;
- le respect de la personne de l'être humain et notamment de sa liberté de choisir ;
- le refus de l'enrichissement inconsidéré et de l'exercice d'une puissance injustifiée.

Ceci pose le problème des modalités du partage des connaissances entre d'une part les pays industrialisés, les nouveaux pays industrialisés qui sont, dans certains domaines, amenés à se positionner encore beaucoup plus rapidement que les précédents, et d'autre part les pays en voie de développement, encore soumis à d'énormes difficultés liées à la maigre influence du progrès technologique sur leur vie quotidienne.

Quant à la dialectique entre les technosciences et l'éthique, c'est-à-dire entre progrès technologique et respect de la personne, elle n'est pas suffisante car il lui manque la dimension sociétale. Il est désormais nécessaire de prendre en considération la dimension socioculturelle des avancées scientifiques et techniques.

L'éthique n'est pas seulement normative, elle participe d'une approche qui nous permet de sortir des limites du rationalisme qui a marqué successivement le XIXe puis le XXe siècle. Le XXIe siècle ne se fera pas sans replacer l'être humain au cœur des activités.

Plutôt que d'alimenter le débat entre banalisation et sacralisation des activités humaines, il importe d'engager une nouvelle forme de questionnements.

Il s'agit de se poser la question de savoir ce que « *je* » représente en tant qu'être humain, face à des percées technologiques de plus en plus prégnantes. Ne laissons pas cette réflexion aux sectes ou aux sectaires, nous devons nous en emparer avec une capacité d'écoute et un esprit d'ouverture.

L'effet multiplicateur des nouvelles technologies entraîne une accélération des savoirs et nous conduit irrémédiablement vers des territoires inconnus.

L'éthique marque la fin des idéologies traditionnelles : elle va conduire l'être humain à s'interroger sur sa nature profonde, celle qui guidera des choix adaptés à ce qu'il est en train de devenir.

La démarche éthique vise à aider les femmes et les hommes du XXI<sup>e</sup> siècle à s'armer d'esprit critique mais aussi d'une certaine capacité à écouter et donc à évaluer.

Nous participerons ainsi à l'élaboration des modalités de choix qui vont tailler le costume du citoyen de demain, et à évaluer et préparer l'avenir des générations futures.

## **II - EXPERTISE PLURIDISCIPLINAIRE ET PÉDAGOGIE DE LA MÉDIATION**

Marquée par une approche essentiellement déductive, l'acquisition de connaissances nouvelles représente un progrès pour l'humanité. Cependant, ses applications ne concourent pas nécessairement au bien de l'humanité ni aux respects des droits de l'homme. Il s'agit de se poser la question des risques d'atteinte au respect de la dignité des personnes, d'atteinte au libre arbitre et à l'intégrité des générations futures.

Devant l'inquiétude légitime de l'opinion publique face aux ruptures technologiques que représentent la recherche sur l'embryon, le clonage thérapeutique, les thérapies régénératives, l'utilisation de certains organismes génétiquement modifiés (OGM), les dérives de l'organisation de la filière agroalimentaire, il est indispensable de créer les conditions d'un débat démocratique visant à mieux articuler la science et la société contemporaine.

Cela nécessite d'éclairer les citoyens et de leur assurer une formation suffisante pour permettre à chacun de former son jugement face aux médias et de mobiliser les experts. Des initiatives dans ce sens ont été prises en France en 1999 sous forme d'une « conférence de citoyens » organisée par J.Y. Le Déaut, sous l'égide du Ministère de la recherche, mais également et plus récemment par la Commission européenne<sup>1</sup>.

Le scientifique conçoit des hypothèses et en démontre la pertinence. Sa démarche est source d'avancée scientifique.

Le technologue les met en application.

L'économie alors s'en empare dans des conditions où le critère essentiel repose sur la rentabilité sans se préoccuper nécessairement des conséquences à court, moyen et long terme pour le citoyen et la société.

---

<sup>1</sup> Communication de la commission : *vers une vision stratégique des sciences du vivant et de la biotechnologie* : document de consultation (com 2001) 254 final. 4 septembre 2001. Cf. également : communication de la commission au Conseil, au Parlement européen, au Comité économique et social et au Comité des régions : « Sciences du vivant et biotechnologie ». *Une stratégie pour l'Europe* (com.2002) 27 final. 23 janvier 2002.



L'expert intervient alors comme un intermédiaire entre le monde de la « technoscience » et celui de la décision politique mais aussi celui de la perception par l'opinion publique, sensibilisée parallèlement par les médias. Il servira les droits de l'homme en se référant aux règles d'indépendance, d'objectivité et de transparence, mais aussi en situant l'être humain au centre du débat.

L'expert n'est pas seulement celui qui sait : il doit savoir expliquer, c'est-à-dire faire comprendre et pour cela s'engager dans une véritable « pédagogie de la médiation ». L'expert est un scientifique de formation, il est capable de prendre connaissance d'un travail de recherche et de le situer dans le contexte des préoccupations du monde économique et social. Il s'agit alors de se positionner dans un contexte politique : celui de la stratégie d'entreprise, celui de la préoccupation des décideurs politiques, enfin celui de la perception par l'opinion publique.

L'expert ne se cantonne pas à des explications a posteriori, il doit être également capable d'anticiper et d'assurer l'identification précoce des problèmes aussi bien les enjeux que les difficultés. Il est confronté parfois à la nécessité d'une meilleure gestion de l'incertitude, en raison de la révision permanente des perceptions et des décisions se fondant sur l'évolution de la connaissance et les avancées les plus récentes des technosciences. Il importe donc de ne pas se limiter à un seul avis d'expert, mais à faire appel à des groupes d'experts indépendants.

L'expert est en effet dans une position difficile, confronté qu'il est à la rigueur et à l'ambiguïté. Rigueur, car il doit s'appuyer sur des faits précis, objectifs et si possible les démontrer ; ambiguïté car il fait appel à deux types de démarches, d'une part celle de la connaissance et de l'approche scientifique fondées sur une méthodologie logique et rigoureuse, d'autre part celle de l'interprétation qui dépend de l'éclairage apporté par l'expert. Cet éclairage est nécessairement lié au profil de celui qui a sollicité l'expert.

Engagé ainsi dans une démarche à la fois pluridisciplinaire et synergique, l'expert participe à la construction de la réalité économique et sociale. En effet, l'expert doit avoir exercé les activités de recherche afin de comprendre les motivations des scientifiques et les objectifs des ingénieurs. L'éclairage de l'expert sera différent selon qu'il sera sollicité ou mandaté par une entreprise, par des décideurs politiques, par des associations ou des ONG ou selon qu'il se trouvera en situation d'interagir avec les médias.

Il y a donc nécessité d'élargir le champ de l'expertise et de susciter un dialogue pluridisciplinaire, et néanmoins synergique, né de la confrontation entre les experts. En effet, l'expertise est désormais pluridisciplinaire et contradictoire donc collective.

En raison de cette complexité de la position de l'expert, il apparaît désormais nécessaire de faire appel à une forme d'expertise collective.

Nécessairement pluridisciplinaire, cette expertise collective permet d'analyser tous les aspects d'un problème sous un angle dialectique, critique, voire même « intercritique » comme l'a souligné Henri Atlan. L'objectif est d'arriver à plusieurs éclairages d'une même scène et à partir de là, de susciter la réflexion du public : acteurs économiques, décideurs politiques ou simples citoyens. L'expert prend alors toute sa valeur synergique dans la mesure où il apparaît comme une sorte de catalyseur, celui qui ne se contente pas d'informer, mais qui suscite les interrogations nécessaires, en vue d'une prise de décision.

C'est à ce stade que l'on peut opposer consensus et accord. Le consensus fait appel au plus petit commun dénominateur, il reste néanmoins réducteur. En revanche, l'élaboration d'un accord est plus mobilisateur dans la mesure où il détermine l'action de partisans au préalable convaincus. C'est à l'élaboration d'un accord, tout en tenant compte et en exprimant au besoin les positions minoritaires, que doivent s'attacher les comités d'éthique tel que le Comité consultatif national d'éthique en France, ou le Comité d'éthique présidentiel des États-Unis ainsi que le Comité d'éthique des sciences et des technologies de l'Union Européenne et de l'UNESCO (la COMEST).

Quoi qu'il en soit, l'expert est irremplaçable pour aider l'opinion publique à se dégager d'une perception purement émotionnelle sans nécessairement se limiter à la seule rationalisation. Il s'agit de garder toute sa fraîcheur de perception à l'opinion publique. L'expert fera également en sorte que le principe de précaution ne conduise pas nécessairement à l'abstention ou au moratoire réducteur, grâce à une approche proportionnée.

Le principe de précaution sera proportionné, nous l'avons vu, dans la mesure où il sera assorti du principe du retour d'expérience et de celui de vigilance. C'est dans la mise en pratique et dans l'appréciation de l'ensemble des résultats obtenus dans ce cadre que l'expert intervient encore de façon pluridisciplinaire et synergique.

C'est à ce prix, en restaurant les relations démocratiques entre les technosciences, le monde économique-politique et l'opinion publique, que seront respectés les droits de l'individu et en particulier, le droit de savoir afin de pouvoir choisir en connaissance de cause.

C'est à type d'expertise collective pourrait concourir parallèlement aux travaux des comités d'éthique, l'Académie nationale des technologies en France et ses homologues des pays industrialisés ou nouvellement industrialisés. En effet, ceux-ci doivent désormais apporter leur contribution au débat au même titre que le Conseil économique et social français.

Le lien avec la société civile se recréerait en effet au mieux par l'implication des conseils économiques et sociaux. La présentation des enjeux technologiques de demain nécessite en effet de faire appel à des experts tels que ceux des académies de technologies, pour l'expertise technique et notamment celle de l'Académie des technologies (AT) mise en place en décembre 2000 par le Ministre de la recherche. L'approche sociétale reviendrait, pour sa part, à la représentation de la société civile.

Quant aux offices parlementaires des choix scientifiques et techniques, ils ont pour vocation d'éclairer les décideurs politiques et notamment les élus.

Dans un tel contexte de remise en perspective du débat démocratique, liberté de la science et respect des droits de la personne pourront être conjugués au service d'une éthique des sciences et des technologies. Les progrès liés aux applications de la « technoscience » serviront ainsi les demandes exprimées par la société contemporaine.

Se trouve ainsi ébauchée une nouvelle approche de gouvernance. Elle nous conduira à distinguer dans un premier temps, évaluation et expertise puis à ouvrir le champ de la perspective visant à identifier acceptabilité et demande sociale.

## CHAPITRE VI

### VERS UNE NOUVELLE GOUVERNANCE : ÉVALUATION, EXPERTISE ET PROSPECTIVE

Par souci de simplification sémantique, nous considérerons l'évaluation comme mono dimensionnelle, et donc mono disciplinaire, alors que l'expertise est pluridimensionnelle et pluridisciplinaire. Elle s'adresse, en effet, à des sujets dont la complexité est liée à la nature multiparamétrique et donc objet de controverses. L'une et l'autre permettent d'engager une démarche prospective en matière scientifique et technique.

#### I - L'ÉVALUATION DE LA RECHERCHE ET DES CHERCHEURS

Il s'agit d'évaluation des personnes, des équipes, des projets, des laboratoires et plus globalement des universités, des instituts et organismes de recherche publique.

L'évaluation de la qualité des travaux scientifiques est donc, le plus souvent, de nature mono disciplinaire. Elle fait appel à l'examen par des comités spécialisés au sein desquels se trouve réunie une représentation large des chercheurs. De cette évaluation découle l'avancement des personnels, les recrutements, et les moyens alloués aux laboratoires sur la base de demande de financements sur projets, examinés le plus souvent par des comités *ad hoc*.

L'indépendance de ces comités est actuellement remise en cause en raison de leur caractère « endogamique ». Elle conduit encore trop souvent à une complaisance préjudiciable à une réelle compétitivité de nos travaux de recherche. C'est afin de palier cette dérive qu'il est recommandé de faire appel à des personnalités extérieures et notamment à des scientifiques étrangers. Ils apportent en effet un regard neuf et plus objectif, parce que plus indépendant. En France, nous n'avons pas encore suffisamment réuni les conditions optimales de l'évaluation des activités de recherche.

La constitution d'instituts de recherche, de laboratoires mixtes, de fédérations, réunissant plusieurs équipes dans les « instituts fédératifs de recherche » rend compte des besoins liés à la pluridisciplinarité des approches ainsi qu'à l'optimisation des moyens, à travers la mise en place de synergies entre équipes ou laboratoires de recherche.

De sorte que, parallèlement à l'évaluation mono-disciplinaire de la qualité des travaux de recherche, les capacités des équipes et des responsables d'unités sont jugées en fonction du succès de leurs collaborations scientifiques. L'objectif est d'élargir le champ des investigations et de se conformer aux approches différenciées de plusieurs équipes qui partagent les mêmes préoccupations. L'évaluation doit alors tenir compte de la compétitivité des équipes et donc de leur positionnement par rapport aux équipes concurrentes au niveau national ou international.

L'évaluation scientifique porte à la fois sur les publications et sur la qualité des thèses ainsi que sur les modalités d'échange de chercheurs de même que sur les capacités à obtenir des bourses ou des financements complémentaires.

Cette évaluation scientifique trouve sa prolongation dans l'attribution des prix nationaux ou internationaux. Ils permettent d'identifier les talents et de récompenser les scientifiques pour l'excellence de leurs travaux. Ceux-ci peuvent aller jusqu'à la découverte de mécanismes ou d'objets entièrement nouveaux récompensés par les prix Nobel pour les différents champs d'investigation scientifique et par la médaille Fields pour les mathématiques.

En matière de recherche appliquée ou finalisée, la valorisation est le critère d'évaluation. Elle se mesure en fonction du nombre de brevets déposés mais également en fonction des contrats passés avec l'industrie. Il s'agit d'identifier les procédés ou les produits technologiques dont l'industrie assurera la protection puis la production en vue de la mise sur le marché. Là encore, un produit ou un procédé est le fruit d'une équipe et de la façon de mener des projets de recherche pluridisciplinaire faisant appel à des synergies de compétences.

Il est cependant des cas où c'est de la conceptualisation par un seul individu que découle une rupture technologique qui va toucher tout un pan de l'activité économique. Ce fut le cas, pour la carte à puce conçue par Roland Moreno ou Internet, conçu initialement au centre européen pour la recherche nucléaire CERN, en 1991, par Tim Berners Lee. Dans ce cas, l'évaluation est relativement simple.

En revanche, l'évaluation des projets à vocation industrielle menés par le secteur «académique» porte, non seulement, sur les compétences technico-scientifiques des chercheurs des laboratoires publics mais également sur leurs capacités à interagir, c'est-à-dire à entrer en synergie avec les équipes de recherche des laboratoires industriels dont les financements sont directement orientés vers la fabrication de produits commercialisables permettant un retour sur investissement suffisamment rapide.

Parallèlement à «l'endogamie» de l'évaluation de la recherche dite «académique», la lourdeur, voire la lenteur des évaluations de la recherche menée dans les grandes entreprises conduit à privilégier des structures de R&D plus petites, plus agiles, plus indépendantes, plus rapides.

C'est le cas des «jeunes pousses» dont l'évaluation repose sur l'identification de la performance et sur la capacité à se positionner sur un marché concurrentiel.

Qu'elles soient liées à des universités ou hébergées au sein de technopôles, ces «jeunes pousses» ont vocation à grossir rapidement ou à être absorbées par les grandes entreprises.

Leur évaluation est à la fois d'ordre technique et économique. Elle fait appel à une démarche nécessairement pluridisciplinaire technico-scientifique, économique et commerciale qui se fonde sur la qualité du plan de développement («*business plan*»). Indépendamment des critères économico-financiers, elle doit également prendre en considération la qualité de la mentalité entrepreneuriale des chercheurs qui sont à l'origine de ces «jeunes pousses».

De sorte qu'aujourd'hui, l'évaluation devient à la fois plus complète et plus complexe. Elle fait appel à des critères pluridisciplinaires d'ordre technico-scientifique, économique et financier mais également de nature commerciale, visant à identifier non seulement les capacités à commercialiser mais aussi les besoins du marché, c'est-à-dire la demande sociale.

Ainsi l'évaluation de la politique de recherche peut rester mono-disciplinaire sur les plans scientifique et technique mais trouve une ouverture nécessairement pluridisciplinaire dans la mesure où elle fait appel à des critères économiques et sociaux.

Quant aux aspects sociétaux de la politique de recherche et développement, ils touchent aux domaines socioculturels dans la mesure où ils suscitent une démarche dialectique où interagissent la demande sociale et l'acceptation sociale. Leur évaluation doit prendre en considération les motivations des chercheurs, les modalités du travail de recherche, les risques encourus et les bénéfices attendus.

Les concepts d'acceptabilité et d'utilité des recherches font appel à la gestion des risques physiques, mentaux ou idéologiques c'est-à-dire au contexte socioculturel.

## **II - L'EXPERTISE DE LA « TECHNOSCIENCE » ET DE SES RETOMBÉES**

Une nouvelle logique d'expertise s'applique également à l'évaluation de la « technoscience » et de ses retombées.

La complexité croissante des activités de recherche est liée à la performance d'outils dont la puissance est en relation avec les progrès d'une technologie de plus en plus élaborée et de plus en plus largement accessible.

Les politiques de recherche et développement doivent tenir compte du fait que le progrès technologique évolue beaucoup plus rapidement que les capacités de l'esprit humain à élaborer des théories nouvelles et à les intégrer.

La démonstration précède parfois l'élaboration de l'hypothèse. De façon plus lapidaire : la pratique tend à dépasser la théorie ; de sorte que la réflexion est souvent distancée par l'action.

C'est la raison pour laquelle, certains pays parmi les plus évolués sur le plan technologique reviennent, nous l'avons vu, à une politique visant à réhabiliter les sciences fondamentales.

C'est notamment le cas aux États-Unis et au Japon où de nouvelles impulsions sont données en faveur des programmes de recherche fondamentale afin de ne pas passer à côté de nouvelles hypothèses ou de théories prometteuses.

Ce retour vers les activités déductives et spéculatives justifie la nécessité de ne pas laisser le champ ouvert à la composante exclusivement productiviste et à visées purement économiques des activités de la recherche.

Une telle orientation pourrait renvoyer vers une démarche mono disciplinaire de la recherche. Celle-ci est nécessaire mais se situe, néanmoins, dans un contexte où les finalités dépassent largement l'élargissement des connaissances mais visent à les situer dans le contexte propre à celui dans lequel évolue désormais la société contemporaine.

L'évaluation de qualité scientifique et technique est désormais doublée d'une approche prospective afin de tenir compte des finalités de la recherche et des motivations des chercheurs vers des préoccupations de nature sociétale.

Cette nouvelle logique d'expertise vise à assurer le bien de l'humanité et à répondre aux interrogations sur la place de l'être humain dans l'univers. Elle doit s'attacher à préciser le rôle de l'intelligence et de la création face aux contraintes exercées naturellement sur l'espèce humaine qu'elles soient d'origine spontanée (catastrophes, épidémies, désordres pathologiques, physiques ou mentaux), ou d'origine induite par les percées technologiques : perte des repères traditionnels, défaut de maturité des activités, désir de conquête illimité, perte du sens commun.

Ceci indique la nécessité de recourir à des modalités d'évaluation et d'expertise éclairées par une vision prospective et faisant appel à une approche pluridisciplinaire et contradictoire en vue de dégager des orientations susceptibles d'aboutir à des synergies mobilisatrices. Cette nouvelle approche de gouvernance est fondée sur une nouvelle logique d'expertise. Elle conduit à distinguer dans un premier temps évaluation et expertise et dans un deuxième temps à ouvrir le champ de la prospective visant à identifier acceptabilité et demande sociale.

### III - LA PROSPECTIVE

Elle se fonde aujourd'hui sur deux objectifs principaux :

- anticiper les avancées scientifiques et les ruptures technologiques,
- répondre à la demande sociale et assurer la gestion des risques potentiels.

#### 1. Anticiper les avancées technico-scientifiques

Prévoir les avancées scientifiques est pratiquement impossible. Engager avec succès une telle démarche conduirait à la négation de l'activité du chercheur. Il suit en effet des orientations, un raisonnement parfois guidés par des intuitions, mais il n'est jamais assuré de l'acquisition de certitudes tant qu'il n'est pas parvenu à la démonstration. Son objectif est de cerner une réalité fuyante et imprévisible.

En revanche, identifier les ruptures technologiques est plus aisé dans la mesure où elles se fondent sur une réalité plus tangible et en phase de domestication, afin de servir un usage.

La difficulté est de sélectionner parmi la masse des brevets et des prototypes celui ou ceux qui sont les plus prometteurs parce qu'ils correspondent à une demande et que le produit est aisément réalisable compte tenu de l'état de l'art, mais aussi rapidement commercialisable.

Cependant, ni la carte à puce, ni le PC, ni le téléphone portable, ni le réseau Internet n'ont donné lieu à une anticipation suffisante. Il pourrait en être de même pour l'utilisation des données issues du séquençage du génome humain ou pour les nanotechnologies dont les applications réserveront des surprises !

L'objectif est de se maintenir en état d'alerte afin d'identifier la conjonction de circonstances susceptible de « positionner » un procédé ou un produit sur un marché hautement concurrentiel.

Ceci implique de disposer des données les plus précises et les plus perspicaces grâce à des systèmes performants d'information scientifique et technique permettant de prévoir les tendances venant de domaines différents. La veille technologique n'est pas faite d'une démarche purement descriptive, identificatrice. Elle fait appel au croisement d'informations d'ordre scientifique, technique et économique.

Elle se fonde par essence sur une démarche pluridisciplinaire et visant à identifier des synergies potentielles entre technologies différentes, entre centres technologiques, entre laboratoires publics et privés. L'objectif final est d'identifier les convergences technologiques, facteur de synergies entre différentes approches propres à des disciplines différentes.

Il s'agit d'une démarche qui fonde « l'intelligence économique » ou « business intelligence » nécessairement pluridisciplinaire.

## **2. Evaluer la demande et l'acceptabilité sociales**

Il s'agit-là de l'identification des besoins et des attentes du marché. Ceci fait appel à des approches sociologiques et socio-économiques qui appartiennent aux sciences humaines et sociales.

Il faut ensuite confronter la demande à l'acceptabilité sociale qui se fonde sur des repères socioculturels. Plusieurs aspects doivent être pris en considération :

- les modalités de production qui font appel à l'organisation du travail dans les unités de production ;
- le respect des normes de qualité voire même, désormais, de la traçabilité des produits, notamment dans le domaine du nucléaire ou de l'agroalimentaire.

A titre d'exemple, on rappellera les déboires de la marque *Perrier*, contrainte de retirer du marché plusieurs millions de bouteilles en quelques jours après la découverte de traces d'hydrocarbures dans ses produits. Celle-ci a été possible grâce à un contrôle de qualité rigoureux qui a bénéficié à l'image de marque de la firme.

Quant à la traçabilité des OGM et notamment des produits incorporant des quantités même faibles de maïs transgénique, elle est désormais imposée par la demande sociale.

La préoccupation sociétale s'exprime en matière d'acceptabilité des risques et donc de gestion du risque selon une appréciation parfois subjective du rapport risque/bénéfice.

C'est à ce niveau que les concepts de séduction et d'utilité interviennent.



A titre d'exemple, l'usage des biotechnologies appliquées à l'amélioration des besoins de santé est considéré comme présentant un risque acceptable en raison de son utilité pour le diagnostic et le traitement des maladies humaines.

Il en est de même pour les méthodes d'assistance médicale à la procréation qui conduit à une expérimentation sans bénéfice direct sur les embryons en vue de répondre à la demande de parents stériles ou hypofertiles.

Les risques liés à l'exploration spatiale sont tangibles puisque le nombre d'accidents mortels est loin d'être négligeable. Ces risques sont, néanmoins, acceptés en raison du caractère exceptionnel et fascinant donc « séduisant » de la conquête spatiale. Mais l'opinion publique se réfère également à l'utilité, voire au caractère indispensable de satellites de communication qui justifie, à ses yeux, une véritable prise de risque technologique.

Par contre, la prise de risque paraît inacceptable en matière d'utilisation des biotechnologies à des fins agroalimentaires et même, pour certains, en matière de domestication de l'énergie nucléaire. Les bénéfices obtenus sur le plan de la limitation d'effet de serre sont minimisés par rapport aux inquiétudes suscitées par la gestion des déchets nucléaires.

L'intrusion dans la vie quotidienne des TIC, de la génétique, de l'aéronautique, de l'espace, les nouveaux médicaments et les nanotechnologies présentent des retombées qui nécessitent désormais une approche prospective fondée sur une approche pluridisciplinaire visant à apprécier la qualité technologique et en même temps les retombées socioéconomiques.

Les perceptions culturelles voire même émotionnelles, fondées sur des systèmes de valeurs sont parfois temporairement estompées par une perception utilitariste. Elles sont néanmoins promptes à se reconstituer en raison de la puissance des mécanismes conservateurs de la société. Sur eux se fonde la notion de développement durable. Destinée à préserver les générations futures, elle est en fait l'expression d'un mécanisme de protection de l'espèce humaine en tant qu'entité composée d'individus, insérée dans une société et bien identifiée par les repères socioculturels.

Une telle démarche prospective nécessite non seulement une approche pluridisciplinaire mais également l'identification d'intersections entre différents aspects liés à la « technoscience » et aux sciences humaines et sociales.

La notion d'acceptabilité, liée à celle de demande sociale, est de nature à justifier les financements de projets de recherche faisant appel soit à l'argent du contribuable, soit à la sensibilisation des actionnaires dont dépend, pour partie, la pérennité de l'entreprise industrielle et commerciale.

Cette démarche prospective nouvelle s'appuie sur l'identification de l'orientation des connaissances et du savoir-faire mais également sur la demande et l'acceptabilité sociale. Plus qu'un handicap économique, elle représente à la fois un support et un moteur pour l'innovation, et donc pour les progrès liés aux applications des technosciences.

## **CHAPITRE VII**

### **RÉGIONS, AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE ET COOPÉRATIONS INTERNATIONALES**

#### **I - RECHERCHE EN RÉGIONS ET AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE**

Dans le cadre de la loi de décentralisation, les collectivités territoriales ont compris tout ce que le développement d'une recherche de qualité peut apporter à leur compétitivité, à leur positionnement international, et donc en matière d'emploi.

Il ne saurait être question, pour elles, de lancer de nouvelles et lourdes opérations de recherche mais plutôt de conforter celles définies au niveau national, européen ou international, en particulier en relation avec les pays en développement.

En effet, les résultats de la recherche constituent un « gisement » de connaissances et de techniques, moteur du développement économique régional. C'est pourquoi la plupart des régions, de même que certains départements, des municipalités, voire d'autres acteurs de l'ordre économique, apportent des aides financières importantes aux laboratoires régionaux de recherche par :

- des allocations de recherche pour les doctorants et/ou des chercheurs post-doctoraux, tant français qu'étrangers ;
- des participations à l'achat d'équipements mi-lourds en collaboration avec les organismes de recherche, les ministères et, éventuellement, les industriels ;
- une participation à l'implantation des très grands équipements et/ou de laboratoires, dans le cadre de la décentralisation des activités de recherche.

Ces participations ont été définies dans les livres blancs de la recherche et de la technologie. Elles sont reprises et affinées dans les négociations de contrats de plan Etat/région par la mise en œuvre :

- des financements du ministère de la recherche ;
- des crédits ANVAR affectés aux programmes de recherche (conventions annexes aux contrats de plan Etat/région) ;
- d'une expertise des projets au niveau régional et national.

Une évaluation sérieuse des projets de recherche est parfois délicate au niveau régional : les « experts locaux » étant souvent juges et parties. Pour les grands projets nationaux, l'expertise se fait en général à partir du ministère de la recherche. Pour les actions développées dans les laboratoires régionaux, rattachés aux grands organismes, l'avis des comités nationaux est généralement sollicité.

Il est en effet indispensable qu'aucun crédit ne puisse être affecté sans avoir fait l'objet d'une étude sérieuse de son impact régional à travers une approche à la fois technico-scientifique et économique. De plus, une évaluation scientifique « *a posteriori* » et non plus un simple contrôle financier doit être mis en place.

La concertation interrégionale peut être, dans certains cas, fructueuse permettant la collaboration, sur un même thème, de deux laboratoires localisés dans des régions différentes, ainsi que la notion de fédération ou de réseaux si plus de deux laboratoires sont impliqués.

Ceci conduit à engager les conseils régionaux limitrophes à lancer des actions conjointes dans des secteurs intéressant leur région, notamment, en faveur du maillage de PME ayant des intérêts communs.

Afin de « potentialiser » les approches à la fois pluridisciplinaires et synergiques, le problème des guichets se pose. Actuellement, un industriel qui recherche une information ou un partenaire pour développer une recherche est confronté à une véritable course d'obstacle pour trouver le bon interlocuteur. Les ministères, les organismes de recherche, les universités, les organismes consulaires ont tous leurs propres guichets. Une cellule de coordination des actions au niveau régional pourrait être créée, animée notamment par le secrétaire général de l'action régionale. Elle devrait réunir le délégué régional à la recherche et à la technologie, ainsi que les représentants régionaux de différents organismes de recherche et des universités. Une telle coordination est de nature à rendre plus opérationnelle les synergies au sein des régions et entre les régions.

Par ailleurs, certains conseils régionaux ont ouvert des bureaux à Bruxelles, d'autres abondent des contrats de recherche européens obtenus par les laboratoires régionaux. Une telle politique nécessite une coordination efficace, surtout dans la mesure où les programmes concernés peuvent avoir des retombées importantes pour l'économie locale.

Enfin, la région doit être la source de relations plus vivantes entre les différents acteurs de la recherche. A cette fin, les liens entre formation et recherche devraient être plus étroits grâce à :

- un plus grand engagement des chercheurs auprès des enseignants de tous ordres, primaires, secondaires et techniques ;
- une coordination des actions des universités avec celles des grands organismes représentés localement, en particulier lors du recrutement des chercheurs ;
- la participation à l'information scientifique et technique du grand public en collaboration avec les organismes et les associations locales ;
- une veille technologique adaptée et doublée d'une politique d'intelligence économique régionale.

Ainsi, les conseils régionaux dont certains en relation avec l'appareil consulaire et éclairés par les avis des CESR accompagnent régulièrement la politique d'implantation de laboratoires de recherche et des organismes publics ils apportent des aides structurelles à l'implantation des laboratoires industriels<sup>1</sup>.

Bien que la région Ile-de-France concentre encore une majeure partie de la recherche, d'autres régions prennent une place de plus en plus importante.

C'est ainsi qu'a émergé la notion de « technopôle » associant des laboratoires publics et privés mais également un certain nombre de PME/PMI innovantes et de « jeunes pousses ».

La multiplication des accès à Internet lève les obstacles à la délocalisation des laboratoires de recherche sur le territoire français, de même que l'amélioration du réseau de transports grâce aux autoroutes et au TGV.

Se sont ainsi construits progressivement de grands pôles technologiques régionaux :

- le pôle technologique « Ile-de-France » regroupant notamment le génopole d'Évry et le plateau de Saclay sur des thématiques largement diversifiées ;
- Midi-Pyrénées pour l'aéronautique et l'espace ;
- la région PACA pour les technologies d'informations et de communication avec Sophia-Antipolis ;
- la région Rhône Alpes, notamment pour les textiles de haute technologie ;
- la région Alsace pour les biotechnologies et l'industrie pharmaceutique.

L'objectif en matière d'aménagement du territoire est double :

- assurer l'implantation la plus favorable des grandes installations en tenant compte de la proximité des centres de formation universitaire, ou professionnelle ainsi que des mentalités locales souvent conditionnées par un passé industriel performant ;
- favoriser le transfert de technologies et l'innovation dans l'entreprise grâce à la proximité des laboratoires des organismes de recherche, de ceux des entreprises (quelle qu'en soit la taille) et des centres de production industrielle.

---

<sup>1</sup> L'avis que le Conseil économique et social a rendu sur le rapport de M. André Sappa sur « *l'avenir des chambres de commerce et d'industrie* » les 3 et 4 avril 2001, relève, cependant, que la relation entre le conseil régional et l'appareil consulaire est loin d'être systématique. Or par leur connaissance du tissu économique local et régional, les chambres sont particulièrement à même de connaître et donc de recenser les besoins.

Ceci reste encore assez théorique dans la mesure où la fertilisation croisée d'activités de recherche de nature et/ou d'orientation différentes, dépend surtout des objectifs et des projets, c'est-à-dire de l'intérêt et donc de la volonté des personnes à coopérer entre elles à travers leurs activités de recherche. La réorientation des activités de recherche, la réorganisation des équipes obéit désormais à une logique de pôle d'activités, voire même de restructuration technico-scientifique.

Le succès ne peut se borner à de simples mesures d'aménagement du territoire et de mise en place des infrastructures : il faut également tenir compte des gisements de compétences et des différents aspects de la culture technico-scientifique ainsi que des capacités à collaborer et à diffuser sur place les connaissances et le savoir-faire. Il est indispensable enfin de composer avec l'intérêt économique potentiel et les effets économiques induits sur le maillage économique local.

Aujourd'hui, la délocalisation à l'étranger, en Europe ou ailleurs, de la valorisation de la recherche et de la production représente une tentation si forte qu'elle ne peut être compensée que grâce à la valeur ajoutée liée à la concertation entre disciplines et aux économies d'échelles liées à des synergies qui n'impliquent pas de restructurations suffisamment destructives pour déstabiliser tout un bassin d'emplois loco-régional.

Les principes d'aménagement du territoire sont relativement simples. La recette du succès est claire. Il faut cependant tenir compte non seulement des stratégies des organismes de recherche et des entreprises, mais également de la capacité à améliorer les fonctionnalités, c'est-à-dire l'opérabilité des mesures d'aménagement du territoire régional.

C'est là que n'interviennent pas toujours en interaction synergique, les DDRT, les DRIRE, les conseils régionaux, les chambres consulaires, ainsi que les centres régionaux d'innovation et de transfert de technologie CRITT et les clubs CRINS.

Dans ce cas, pluridisciplinarité et synergies reposent sur la volonté des personnes qui doivent se comporter en leaders et surtout en porteurs de projets ambitieux mais néanmoins réalistes.

On a dit plus haut, que les besoins des entreprises artisanales présentaient des spécificités.

C'est dans cet esprit que les pouvoirs publics ont souhaité, avec les chambres consulaires et les organisations professionnelles, mettre à leur service un réseau de compétences opérationnel et pragmatique composé d'une cinquantaine d'ingénieurs et d'une quinzaine de pôles d'innovation animés par l'Institut supérieur des métiers (ISM) association fondée par l'Etat, les chambres de métiers et les organisations professionnelles.

Ces pôles d'innovation développent des actions d'appui technique individuel et des opérations collectives. Leurs missions portent autant sur la veille technologique que sur le transfert de technologie à l'occasion de stages ou de séminaires ainsi que sur la recherche appliquée pour adapter les matériels, faire évoluer les pratiques mais également sur la réalisation de prototypes. Ils travaillent souvent en coopération ou en partenariat avec des grandes écoles, les

centres techniques, les universités... : à titre d'exemples l'Ecole Centrale de Paris et le Centre de ressources en technologies avancées (CRTA d'Avignon) pour la réalisation d'une machine à récolter la lavande ; l'Université de Lille 1 avec l'Institut de recherches appliquées au contrôle de la qualité l'INRACQ à Arras) ; le Centre technique sur les salaisons de Maisons Alfort (CTSCCV) avec le CEPROCK ; l'Institut catholique des arts et métiers (ICAM à Nantes) avec le Centre de formation aux métiers et à l'innovation (CFMI à Niort) ; le laboratoire d'acoustique de l'Université du Maine (LAUM) avec l'Institut technologique européen des métiers de la musique (ITEMM au Mans)...

Le secrétariat d'Etat aux PME, au commerce, à l'artisanat et à la consommation soutient régulièrement des actions en faveur des entreprises artisanales qui sont conduites avec des écoles, des universités ou des centres techniques. On peut citer des collaborations avec l'Institut des sciences de la matière et du rayonnement (ISMRA – Université de Caen) et la Chambre régionale de métiers de Basse-Normandie qui a conduit à la réalisation de deux guides pratiques sur le collage technique et la comptabilité électromagnétique publiés par l'Institut supérieur des métiers dans la collection les guides techniques de l'artisan qui comprend d'autres titres résultant de telles actions comme la CAO/DAO (ADEPA Toulouse, CRITT Bois Rodez – CRM Midi-Pyrénées), la finition dans l'ameublement (CRITT Bois Lorraine – CRM Lorraine)...

En matière de recherches et prospectives, l'Institut supérieur des métiers conduit pour le secteur de l'artisanat des enquêtes et études telles que l'enquête TIME (Technologie et innovation dans le secteur des métiers), l'étude appliquée sur la mise en place des 35 heures dans les entreprises artisanales, l'étude sur l'évolution de la profession des réparateurs électroniciens...

Le réseau de diffusion des innovations dans l'artisanat (technologie, environnement, qualité...) fonctionne en s'appuyant largement sur les NTIC sous forme de communautés virtuelles et a établi des partenariats avec plus particulièrement :

- l'observatoire des sciences et techniques ;
- le réseau des Centres techniques industriels ;
- l'UMR Espace ;
- les réseaux régionaux de développement technologique ainsi que le réseau interrégional de développement technologique...

## II - L'INTERNATIONALISATION DE LA RECHERCHE

Il s'agit de composer avec les aides apportées par le programme cadre de recherche de l'Union européenne ainsi que par les fonds structurels.

Il faut également tenir compte des conséquences de l'approche pluridisciplinaire et synergique dans l'internationalisation des recherches scientifiques et techniques au-delà de l'Union européenne.

Dans les deux cas, le maillage destiné à assurer une bonne opérabilité des technologies d'informations et de communication est indispensable. Tel que ceci a été proposé récemment par le Conseil économique et social, la politique d'aménagement du territoire doit prévoir les installations qui vont permettre de recourir à l'utilisation des réseaux de communications à haut débit<sup>1</sup>. Les perspectives de développement des systèmes de communication à haut débit ouvrent, en effet, le champ du multimédia et de l'interactivité.

Ainsi, l'accélération des moyens de transports liée à l'augmentation du trafic aérien et au maillage TGV réduit la notion d'espace, la constitution rapide de la toile informatique permet des communications quasi instantanées, révisant la notion de temps.

Ces deux aspects de l'aménagement du territoire favorisent la mondialisation des échanges et en particulier celles des activités de recherche et de développement technologiques.

Cependant, les conséquences ne sont pas les mêmes en fonction des différentes régions géographiques mondiales, compte tenu des disparités de leur développement économique et de leurs capacités à mobiliser leurs richesses tant matérielles qu'immatérielles.

Cela conduit à distinguer trois ensembles différenciés en vue de la coopération scientifique et technique :

- les pays industrialisés, essentiellement l'Amérique du Nord, Israël, l'Australie, le Japon, mais également l'Europe et les Pays de l'Europe centrale et orientale (PECO) ainsi que la fédération de Russie dans lesquels la politique de recherche, dotée de budgets importants est alimentée par une culture de recherche traditionnelle et largement éprouvée ;
- les pays en développement (PED), voire les pays les moins avancés (PMA) soumis à une forte pression démographique et qui doivent faire face à de graves problèmes de santé publique (maladies tropicales, sida et tuberculose), ainsi qu'à de lourdes difficultés économiques. C'est le cas de la majeure partie du continent africain à l'exclusion des pays du pourtour méditerranéen et de l'Afrique du Sud ; c'est également le cas de l'Amérique centrale, de l'Amérique du Sud, à l'exception du Brésil et de l'Argentine ;

---

<sup>1</sup> « Haut débit, mobile : quelle desserte des territoires ». Avis adopté par le Conseil économique et social sur le rapport de M. André Marcon, les 12 et 13 juin 2001. Avis de rapport du Conseil économique et social n° 11 du 21 juin 2001.

- les pays à économie émergente ou nouveaux pays industrialisés (NPI) qui développent leur recherche scientifique et technique et qui s'engagent de plus en plus dans une politique technico-scientifique, économique et commerciale bien ciblée, liée à la qualité et au faible coût de la main d'œuvre. Il s'agit de la Chine, de l'Inde, de l'Asie du Sud-Est mais aussi du Brésil et de l'Argentine ainsi que du Moyen-Orient engagé, désormais, dans la compétition scientifique et technique à visée économique. En dépit de réelles difficultés à assurer la transition vers un développement économique et social largement partagé, ces pays deviennent de réels compétiteurs.

Cette distinction, nécessairement arbitraire, mériterait d'être encore affinée, en tenant compte qu'en matière de coopération scientifique et technique, pluridisciplinarité et synergies se déclinent différemment suivant les grandes orientations socio-économiques des pays partenaires.

### **1. Les pays industrialisés**

Dans ce contexte, les collaborations scientifiques et techniques donnent lieu à ce que les Américains ont coutume d'appeler « *la compétition dans la coopération* ». Elle est destinée, théoriquement, à aboutir à des partenariats équilibrés visant à servir des bénéfices mutuels et réciproques.

Dans le domaine purement scientifique, des liens étroits, avec échanges de chercheurs, existent entre l'Amérique du Nord, Israël, le Japon et l'Europe. Les instituts de recherche ont tous une politique de formation complémentaire des chercheurs à l'étranger : nous avons déjà largement abordé ce problème.

Il est intéressant de noter que les grands pôles d'attraction internationaux se situent essentiellement aux États-Unis, en Grande Bretagne et à un moindre degré, au Japon. Ce maillage scientifique est très étroit. Il donne lieu à de réelles coopérations scientifiques tant mono-disciplinaires (c'est le cas pour la physique des hautes énergies, les matériaux, la microélectronique) que, de plus en plus, pluridisciplinaires (recherche biomédicale ou recherches sur l'environnement par exemple) étant donné que les moyens d'investigation dépendent de développements technologiques différents de la discipline de base qui fait l'objet de la recherche.

Le maillage de collaboration est nécessairement synergique. Ceci se fait d'autant plus facilement que les coopérations scientifiques internationales donnent lieu à des résultats partagés sans difficultés : la compétition existe néanmoins pendant la préparation et au moment de la publication scientifique. C'est sans doute dans ce cas de figure que pluridisciplinarité et synergies dans la recherche posent le moins de difficultés dans la mesure où il n'existe, pour la communauté des jeunes chercheurs, qu'un seul objectif : celui de se faire reconnaître de l'ensemble de la communauté scientifique à travers la qualité et la renommée internationale de leurs publications.



Ultérieurement, au moment de trouver une position stable dans une équipe de recherche pour les post-doctorants, les exigences de la compétition « favorisant » la fuite des cerveaux, rendent tout au moins temporairement, plus difficile le maintien des synergies. C'est en effet, à partir de ce moment-là qu'intervient la possibilité de fuite des cerveaux liée aux offres matérielles et aux moyens de recherches proposés par nos principaux compétiteurs. Ils s'appuient non seulement sur des crédits d'État mais également sur les fonds privés des fondations ou des instituts de recherche tant japonais qu'anglo-saxons.

En France, à l'exception de quelques cas particuliers (Institut Pasteur, centre anti-cancéreux et quelques laboratoires de pointe des organismes publics), les jeunes doctorants ou post-doctorants franchissent le pas, tout au moins à titre temporaire, d'une insertion à l'étranger, quitte à revenir ultérieurement dans notre pays, en fonction des offres qui leur seront faites.

En revanche, dans le domaine technologique, la pluridisciplinarité ne pose pas de difficulté pour les collaborations internationales, dans la mesure où tout un arsenal technologique est nécessaire à la réalisation des projets propres à la recherche finalisée. Cependant, les synergies sont plus difficiles à susciter spontanément dans la mesure où elles sont la conséquence de la stratégie des entreprises dont les projets sont liés à des objectifs économiques. Néanmoins, la prise en considération de synergies en matière de recherche et développement technologiques, doit tendre à une organisation bien comprise de l'exercice des compétences, sans nécessairement conduire à des restructurations réductrices.

La restructuration ne se justifie que dans la mesure où elle permet d'optimiser les moyens en vue d'atteindre des objectifs préalablement déterminés. Il s'agit de définir les projets en utilisant le maximum de compétences.

Cependant, réduire les capacités de recherche en France en ciblant plus efficacement certains projets, participe d'une stratégie efficace à court terme mais qui ne fera pas nécessairement ses preuves à moyen ou long terme.

C'est en particulier dans la recherche d'équilibre, entre la recherche de base et le développement technologique que la coopération internationale permettra de positionner les instituts de recherche ainsi que les laboratoires, les organismes et les universités. C'est à ce niveau, qu'un maillage de coopération régionale, permettra de maintenir des relations synergiques ou au moins complémentaires, dans le cadre d'une coopération bien comprise avec les laboratoires industriels.

Une telle stratégie, fondée sur la prise en considération pluridisciplinaire et synergique de la recherche, bénéficiera tant à l'élargissement des connaissances de base qu'à l'élaboration de procédés ou de produits technologiques nouveaux.

Ceci implique un partage très large des connaissances issues des activités spéculatives propres à la recherche fondamentale, puis une juste répartition des revenus des brevets issus de la recherche appliquée fondée sur la reconnaissance de la valeur ajoutée propre à chaque chercheur ou à chaque équipe.

C'est grâce à une politique équilibrée de partenariat et de répartition équitable des bénéfices que se développeront au mieux des coopérations scientifiques et techniques internationales, tant dans un contexte national que dans celui de programmes de coopération, menés au niveau régional.

Les négociations préalables sont toujours nécessaires afin de préciser la part de chacun des partenaires dans les apports intellectuels et financiers, mais aussi de stimuler les individus et les équipes dans un contexte de bénéfices mutuels et réciproques.

## **2. Les pays en développement**

Il existe une grande diversité parmi les pays en développement d'où la nécessité, en matière de coopération scientifique et technique, de tenir compte, au préalable :

- des spécificités régionales, géographiques, climatiques, culturelles et socio-politiques ;
- des atouts liés aux richesses naturelles ;
- des capacités des personnes à poursuivre une recherche et de leurs compétences scientifiques ;
- du tissu industriel et des organisations commerciales ;
- des besoins des populations et des attentes des gouvernements.

La coopération avec les PED passe par deux étapes qui peuvent s'interpénétrer : assistance et transfert de technologies.

L'assistance est liée en partie à la formation de base mais aussi à l'aménagement d'installations adaptées au contexte local et socio-culturel, géographique et politico-économique.

Un travail préalable destiné à susciter une compréhension mutuelle fait appel à une approche pluridisciplinaire où se mêle « technoscience » et sciences humaines et sociales.

La formation de base, aussi bien scientifique que technique, bénéficiera d'une remise en perspective dans le contexte local. Vient ensuite la mise en place des installations dans des locaux nouveaux ou déjà existants. Toute innovation utile à l'organisation des activités de recherche et à la maintenance doit tendre au pragmatisme et à l'efficacité en s'assurant régulièrement les soutiens politiques nécessaires.

Les transferts de technologie ne pourront pas s'opérer de manière efficace avant cette étape préliminaire de mise en place et d'optimisation des moyens et des activités de recherche. Ils visent à l'amélioration, voire à la transformation des productions locales, à des fins de commercialisation sur place et pour l'exportation, notamment dans les domaines de la production agricole et des biens de santé. C'est le rôle en particulier de l'IRD, institut de recherche pour le développement (ex : ORSTOM).

Le transfert de technologies implique partage des redevances ou des bénéfices commerciaux dans les cas où les applications des recherches sont protégées par le savoir-faire, donc par les brevets.

C'est dans ce contexte que l'approche pluridisciplinaire touche non seulement les recherches proprement dites, mais également les modalités de déroulement et de mise en application des recherches. L'identification de synergies et la promotion de l'esprit d'équipe doit s'appuyer sur l'organisation socioculturelle propre à chacun des pays en voie de développement.

C'est sans doute grâce à une démarche bien comprise que des résultats rapides et remarquables peuvent être obtenus. Il ne faut pas se dissimuler que se posera rapidement la question de la compétitivité et de la concurrence. Du positionnement international des pays en développement dépend désormais le succès à moyen et long terme de la coopération scientifique et technique, dans la mesure où le système politique et donc socio-économique reste suffisamment stable.

C'est dire combien nous sommes éloignés de la coopération avec les pays industrialisés. Il est néanmoins possible, dans certains cas, de se rapprocher de ce type de modèle. C'est le cas plus particulièrement pour les pays à économie émergente.

### **3. Les pays à économie émergente ou nouveaux pays industrialisés (NPI)**

Il s'agit de pays qui, par tradition, ont acquis de longue date une culture scientifique et/ou technologique, mais que l'histoire a écarté plus ou moins longtemps du contexte socio-économique propre à la société industrielle contemporaine.

Souvent confrontés à la surnatalité et, pour certains, à l'isolement politique, ces pays bénéficient désormais de l'accélération des connaissances et des capacités technologiques les plus récentes issues des recherches menées initialement dans les pays industrialisés.

Souvent, leur capacité à produire et à commercialiser rapidement les produits technologiques est devenue une source d'apports financiers mais aussi d'investissements extérieurs.

La Chine occupe ainsi une place de choix dans la fabrication de produits technologiques de toute nature depuis les jouets jusqu'aux produits domestiques, notamment électroménagers. La Chine s'engage de plus en plus aussi dans la recherche de haute technologie, dans le domaine des biotechnologies notamment à visée agroalimentaire et dans le secteur spatial.

L'innovation dans le marché des produits technologiques et dans les services intègre tout particulièrement pluridisciplinarité et synergies en raison d'une composante socioculturelle qui permet à la Chine une capacité de gestion de la complexité.

L'Inde fait actuellement une percée importante dans le domaine de l'informatique et des logiciels ainsi que du spatial.

Une partie de l'Amérique du Sud, notamment le Brésil, est désormais engagée dans la course aux hautes technologies en raison :

- des impératifs économiques et sociaux auxquels ces pays se trouvent confrontés ;

- également d'une grande souplesse de la régulation des marchés internes ;
- du coût faible de la production ;
- de la capacité managériale de leurs chefs d'entreprise.

Les nouveaux pays industrialisés deviennent désormais des partenaires pour des pays engagés depuis longtemps dans la recherche scientifique et technique et dans les applications industrielles. Là encore, l'approche pluridisciplinaire ne pose aucune difficulté en raison du pragmatisme dans l'élaboration des objectifs qui dépassent largement les cloisonnements socioculturels du modèle européen et pour partie ceux qui existent à l'état latent dans le monde anglo-saxon.

L'identification de synergies dans les activités de recherche est de nature culturelle pour les chercheurs de ces pays. Ils savent associer la pertinence des approches fondamentales et la performance de la démarche propre à la recherche appliquée.

C'est dans un tel contexte que les partenariats de recherche entre les nouveaux pays industrialisés et pays industrialisés doivent reposer sur l'identification par ces derniers de synergies potentielles : le climat de confiance étant surtout fondé sur la communauté d'intérêts bien compris.

\*  
\*                      \*

Compte tenu des « opportunités » liées à l'accessibilité et à la multiplication des moyens de transports ainsi qu'à l'explosion des moyens de communication, la coopération scientifique et technique servira la mondialisation des échanges dans le cadre de partenariats adaptés à chaque région géographique et en tenant compte de la spécificité socio-économique.

Une telle stratégie nécessite de privilégier la recherche de synergies dans l'optique d'une stratégie de développement durable qui fait appel à l'éthique de la recherche.



## CHAPITRE VIII

### LA CONSTRUCTION EUROPÉENNE : UNE ÉCOLE DE PLURIDISCIPLINARITÉ ET DE SYNERGIES

L'Union européenne est actuellement la deuxième puissance scientifique et technique après les Etats-Unis si l'on compte en valeur absolue.

C'est, sans doute, réconfortant, mais indépendamment de la percée économique de l'Asie du Sud Est, il faut se rappeler que les Européens seront moins nombreux que les habitants du Nigeria dans vingt ans, et que les ressources énergétiques de l'Union européenne sont plus faibles que celles du Kazakhstan.

L'Union européenne devra donc créer des ressources nouvelles tant matérielles qu'immatérielles et par conséquent développer son potentiel de recherche : la recherche conditionne en effet la compétitivité des entreprises et en particulier leur avenir économique.

#### I - QUELLE APPROCHE COMMUNAUTAIRE POUR LA RECHERCHE ?

La recherche scientifique et technique est, désormais, devenue une compétence de l'Union européenne. Celle-ci fait appel au principe de subsidiarité qui vise à reconnaître à chacun sa spécificité mais également à tenir compte des économies d'échelles et des performances liées à la mise en commun des savoirs et des savoir-faire : il est souvent possible de faire mieux à plusieurs ce que l'on ne ferait pas, ou moins bien, seul.

Ceci implique cependant de ne pas se substituer aux compétences nationales lorsque celles-ci sont suffisantes. Il s'agit donc de respecter la spécificité des Etats membres. Les synergies peuvent néanmoins s'exprimer dans la diversité, à travers la mise en commun de compétences en vue d'objectifs précis.

C'est le principe même du programme cadre communautaire de recherche et de développement doté actuellement de moins de 4 milliards d'euros par an pour un budget annuel de recherche de l'ensemble de l'Union européenne de l'ordre de 100 milliards d'euros. Ce programme relativement modeste (4 à 5 % de l'ensemble des crédits de recherche de l'Union européenne) est destiné à induire des effets multiplicateurs. Clairement identifiée depuis seulement vingt ans, la politique de la recherche européenne présente des atouts et des insuffisances.

Les critiques portent le plus souvent sur les lourdeurs de procédures à la fois complexes et longues, mais également sur le manque de sélectivité des aides. Le fait que la recherche européenne soit plus souvent influencée par la pression des technologies nouvelles que par les besoins du marché a conduit, dans le passé proche, à de réelles insuffisances en matière de compétitivité industrielle.

En revanche, cette politique a porté un certain nombre de fruits. Elle a ainsi permis :

- la création et le développement de réseaux de laboratoires et de chercheurs. Elle a favorisé une réelle coopération scientifique et technique et le développement de méthodes technologiques nouvelles ;
- la réalisation de laboratoires sans murs, notamment en biologie végétale et pour la recherche sur le génome humain, mais également dans le cadre de la recherche sur l'environnement et sur l'énergie ;
- la mobilité des jeunes chercheurs, par l'attribution d'allocations post-doctorales grâce initialement au programme « capital humain et mobilité », transformé en « Bourses Marie Curie ».

La politique de recherche de l'Union a privilégié la vision à long terme, à un moment où seul le court terme était pris en considération. Elle permet ainsi de préparer l'avenir en privilégiant l'économie de la connaissance comme cela a été recommandé lors du sommet de Lisbonne en mars 2000. Elle participe à des actions internationales menées auprès des autres partenaires européens tant parmi les pays de l'association européenne de libres échanges que de l'Europe centrale, de l'ex-URSS et des pays tiers liés par les accords de coopération scientifique et technique.

Cette vision à long terme trouve une nouvelle illustration dans les conclusions de la réunion informelle des ministres de la recherche de l'Union européenne, début février 2002, au terme desquelles, ils se sont fixés pour objectif de consacrer 3 % du PIB communautaire à la recherche d'ici 2010 en insistant sur l'effort important à conduire dans l'investissement privé de recherche pour combler le retard de l'Union par rapport à ses principaux partenaires et concurrents. Les ministres ont insisté sur l'intérêt de développer certains « outils » comme le « capital risque » en faveur des petites entreprises.

## **II - QUELLE POLITIQUE DE RECHERCHE POUR LA FRANCE DANS L'UNION EUROPÉENNE ?**

Tout en participant à une meilleure cohésion communautaire, la France doit s'engager dans une politique mieux ciblée et plus efficace, visant à :

- privilégier la recherche fondamentale : celle-ci représente à la fois un instrument de compétitivité internationale et un véritable appui pour la recherche industrielle ;
- aider à la compétitivité industrielle par la recherche ; sans se substituer à la stratégie des entreprises, il s'agit de soutenir l'effort de l'Union européenne en faveur des technologies diffusantes mais également de privilégier l'aide à la mise sur le marché de nouveaux produits :
  - par l'établissement de normes et de standards spécifiques ;

- par une aide à l'innovation destinée notamment aux PME/PMI qui se seront impliquées réellement dans la recherche. Celles-ci sont actuellement défavorisées par la complexité des procédures communautaires ;
- développer une recherche à fort potentiel économique

Le cinquième programme cadre de recherche et développement technologique (PCRDT) a notamment mis l'accent sur :

- les grandes initiatives industrielles (la communauté devra trouver toutes les modalités d'une meilleure coordination avec les programmes Euréka) ;
- les programmes sectoriels en matière de grands réseaux européens (communication, transports, énergie) et dans le domaine de la santé ;
- la recherche sur l'environnement (pollution atmosphérique et traitement des déchets) ;
- les sciences humaines et sociales, en concertation avec la Fondation européenne de la science, sans négliger les aspects éthiques de la recherche scientifique et technique ;
- les dispositions destinées à assurer un meilleur suivi de la recherche européenne. La présence française auprès des institutions européennes est actuellement insuffisante, non pas en nombre, mais en positionnement au niveau des postes d'influence. Il faut arriver à une meilleure information sur les programmes de l'Union européenne et surtout à une plus grande implication des administrations nationales, des organismes et des entreprises pour la préparation et le suivi des aides de l'Union européenne. Ceci doit devenir une réelle préoccupation de l'Etat, des régions et des organismes de recherche : il s'agit de servir les intérêts nationaux et d'utiliser au mieux les actions menées en faveur de la construction de l'Europe de la recherche ;
- une meilleure coordination des aides financières entre les différents niveaux français et les niveaux européens. Une simplification administrative s'impose et notamment la mise en place de guichets uniques. Il s'agit de s'attacher à ce que les instances d'évaluation et de coordination des demandes pour des projets européens fasse pression pour alléger les procédures, et de faciliter les financements européens complémentaires pour des projets dont l'excellence scientifique aura été au préalable reconnue.

Aujourd'hui, une politique de programmation de la recherche européenne n'est plus suffisante. L'Europe de la recherche exige de rassembler les femmes et les hommes responsables et motivés dans des ensembles souples et dynamiques à la fois pluridisciplinaires et synergiques. Sans remettre en cause les objectifs et les stratégies qui sont propres à notre pays, nous devons préparer la recherche française à se situer au sein de l'Union européenne dans un contexte de compétitivité scientifique internationale et de concurrence industrielle.



### III - LA PRÉPARATION DU SIXIÈME PROGRAMME CADRE DE RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT TECHNOLOGIQUE

#### 1. L'ébauche du sixième PCRDT

- elle vise à développer l'excellence scientifique et technique, en se fondant sur une approche progressive, adaptée aux performances de chacun : « l'escalier de l'excellence » proposé par M. Gérard Caudron, Député européen, actuellement rapporteur pour le sixième PCRDT ;
- renforcer l'innovation ;
- susciter des partenariats à la fois entre l'Union européenne et les Etats membres, mais également entre l'Union européenne et les organismes de coopération scientifique et technique.

Afin d'atteindre de tels objectifs, le projet prévoit de concentrer et de cibler les efforts en s'appuyant sur trois démarches :

- intégrer la recherche grâce à la mise en place de réseaux d'excellence adaptés, de projets intégrés, de programmes conjoints, de partenariats publics et privés, de recherche collective, de veille stratégique, de coopération renforcée et de coopération spécifique en définissant quatre grands axes :
  - les sciences du vivant ;
  - les technologies d'information et de communication ;
  - l'énergie et la protection de l'environnement ;
  - les transports maritimes et terrestres, l'aéronautique et l'espace.
- Structurer l'espace européen de la recherche
  - en conjuguant à la fois recherche et innovation ;
  - en s'appuyant sur une politique de ressources humaines fondée sur la mobilité ;
  - en renforçant les infrastructures ;
  - en approfondissant les relations entre la science et la société.
- Renforcer des bases scientifiques et techniques grâce à la coordination des activités mises en réseau mais également grâce à la coopération scientifique avec les autres programmes européens et nationaux (notamment à travers l'application de l'article 169 des Traités). Le soutien à un développement cohérent, fondé sur une approche comparative dite « *benchmarking* » et sur la prospective, est devenu indispensable.

Une telle stratégie nécessite :

- une mise en œuvre à la fois efficace et allégée un contrat unique avec le consortium des chercheurs ou des laboratoires de recherche ;
- une politique de brevets fondée sur un brevet unique européen ;
- une réflexion destinée à mettre en place des entreprises de statut européen.

C'est dans cette démarche que l'on retrouve à travers le consortium, la pluridisciplinarité et à travers la notion de contrat unique, la mise en place de synergies.

Comme ceci a été proposé au cours de l'exercice d'évaluation quinquennale du programme cadre de recherche sur les techniques d'informations et de communication, confié à votre rapporteur, l'objectif est :

- d'atteindre, de maintenir ou de renforcer le « leadership européen » en le fondant sur les compétences, les capacités et la compétitivité des laboratoires et des entreprises européennes : c'est à dire sur la valeur ajoutée européenne ;
- d'assurer la mise en réseaux de centres d'excellence sans se cantonner à l'élitisme mais en faisant en sorte que le réseau favorise le partage des compétences en s'appuyant sur la compétitivité propre à chaque partenaire et en suscitant des fertilisations croisées.

Ceci représente désormais un facteur de cohésion indispensable entre les différents Etats membres visant à renforcer et accompagner les efforts de ceux qui n'ont pas encore atteint la masse critique nécessaire. C'est sur cette base que repose la notion « d'escalier de l'excellence ».

Il s'agit-là d'une nouvelle vision de la valeur ajoutée européenne qui nécessite :

- de s'appuyer sur des portefeuilles technologiques bien ciblés et sur des systèmes d'intégration en vue de la réalisation de nouveaux produits et de services ;
- de prendre enfin les mesures nécessaires à la performance industrielle et, sur le plan juridique, à l'élaboration de normes et de standards ainsi que de systèmes de commercialisation adaptés à la compétition internationale, dans le cadre notamment des négociations de l'OMC.

Le domaine des technologies de l'information et de la communication ainsi que les biotechnologies sont sans doute les meilleurs exemples.

Ceci implique que le consommateur final soit suffisamment informé afin de marquer son intérêt pour les nouveaux produits ou les services qui lui seront offerts.

Aujourd'hui, en effet, la révolution des technologies d'informations et de communication se déplace vers les nouvelles technologies biomédicales et notamment les biotechnologies dont le degré de maturation est sans doute plus grand que ne l'était celui des technologies d'informations au moment de leur explosion initiale : la bulle financière sera sans doute moins fragile dans le domaine de ce que l'économie américaine baptise désormais les « *tecmed* ».

Ainsi, les capacités de développement de la recherche scientifique et technique en Europe font appel à des compétences pluridisciplinaires pour lesquelles la recherche de synergies est devenue un incontournable instrument de compétitivité internationale.

## **2. Le déroulement des négociations : vers pluridisciplinarité et synergies**

La proposition de la commission européenne pour un sixième programme cadre de recherche et développement a été adoptée par le collège des commissaires le 21 février 2001 présentée officiellement au Conseil européen de Stockholm les 23 et 24 mars et examinée en Conseil européen le 26 juin 2001, puis le 30 octobre après le vote en première lecture du Parlement européen. Le programme a été adopté le 10 décembre 2001 par les ministres de la recherche européens.

Au cours de ces conseils, une mesure novatrice a été prise en vue d'une meilleure coordination de la politique européenne de recherche avec les politiques nationales. Les ministres ont cependant insisté sur le fait que la coordination entre programmes européens et programmes nationaux ne devaient en aucun cas se substituer à la politique de R&D technologique menée directement par la commission européenne. L'objectif est de ne pas porter préjudice à la politique de mise en synergie menée par la commission tout en respectant la spécificité des différents États membres.

La commission a publié le 20 janvier 2002 une seconde révision du sixième PCRD qui est actuellement soumise pour examen au Parlement européen en vue du Conseil recherche du 11 mars 2002. Elle prend en considération les demandes du dernier Conseil recherche et en particulier la répartition budgétaire demandée par les ministres (cf. tableau ci-après). Les écarts avec la position exprimée en première lecture par le Parlement sont maintenant très faibles. La commission dans une nouvelle annexe précise les définitions des instruments de financement et les modalités de participation financière de la Communauté. Elle insiste sur la nécessité de tenir compte de l'opinion des chercheurs, de systématiser les partenariats entre le monde « académique » et celui des entreprises. Elle affiche la nécessité d'encourager la participation des PME et des entreprises de petite taille.

La commission propose une enveloppe financière de 17,5 milliards d'euros, ceci représente une augmentation de 15 % en euros courants par rapport au programme cadre actuel. Ce montant est néanmoins stable si on se réfère à l'inflation.

**MONTANT GLOBAL MAXIMUM, QUOTE-PARTS ET  
RÉPARTITION INDICATIVE**

|                                                                             | <b>Millions<br/>d'Euros</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Première action                                                             | 13 570                      |
| Deuxième action                                                             | 600                         |
| Troisième action                                                            | 300                         |
| Quatrième action                                                            | 1 800                       |
| Montant global maximum                                                      | 16 270                      |
| <b>Répartition indicative</b>                                               |                             |
| 1. Intégrer la recherche                                                    | 12 770                      |
| ☐• Génomique et biotechnologie pour la santé                                | 2 000                       |
| ☐• Technologies pour la société de l'information                            | 3 600                       |
| ☐• Nanotechnologie, matériaux intelligents, nouveaux procédés de production | 1 300                       |
| ☐• Aéronautique et espace                                                   | 1 000                       |
| ☐• Sécurité alimentaire et risques pour la santé                            | 600                         |
| ☐• Développement durable et changement planétaire                           | 1 700                       |
| ☐• Citoyens et gouvernances dans la société européenne de la connaissance   | 225                         |
| ☐• Anticipation des besoins scientifiques et technologiques de l'Union      | 2 345                       |
| 2. Structurer l'Espace européen de la recherche                             | 3 050                       |
| ☐• Recherche                                                                | 300                         |
| ☐• Ressources humaines                                                      | 1 800                       |
| ☐• Infrastructures de recherche                                             | 900                         |
| ☐• Science/société                                                          | 50                          |
| 3. Renforcer les bases de l'espace européen de la recherche                 | 450                         |
| ☐• Soutien à la coordination des activités                                  | 400                         |
| ☐• Soutien au développement cohérent des politiques                         | 50                          |
| <b>TOTAL</b>                                                                | <b>16 270<sup>1</sup></b>   |

Par contre, si l'on tient compte de la croissance du PIB (de l'ordre de 3 %), on peut estimer que le budget proposé est en recul par rapport à celui des programmes précédents, alors que nos principaux compétiteurs augmentent significativement leurs budgets de recherche.

---

<sup>1</sup> Total auquel s'ajoute une somme de 1,2 milliard d'euros au titre du programme cadre Euratom, qui se répartit ainsi : 150 millions d'euros pour le traitement et le stockage des déchets nucléaires, 750 millions d'euros pour la fusion thermonucléaire contrôlée, 50 millions d'euros pour les autres activités et 330 millions d'euros pour les activités du centre communautaire de recherche (dont 110 millions d'euros pour le traitement et le stockage des déchets).

Les grandes orientations, déjà fixées, font apparaître plusieurs points :

- une volonté d'aboutir à une meilleure intégration de la recherche européenne grâce à la constitution de réseaux de laboratoires interactifs, facteur de cohésion, grâce, également, à l'exécution conjointe des programmes nationaux et des projets européens.

70 % du budget total seraient ainsi consacrés à des domaines thématiques prioritaires tels que : génomique et biotechnologie pour la santé, sûreté alimentaire, technologie pour la société de l'information, nanotechnologies, aéronautique et espace, développement durable et changement planétaire.

- une capacité à anticiper des besoins spécifiques et technologiques : 10 % du budget seraient destinés à répondre à des besoins nouveaux et à faire face à des développements inattendus dans le domaine des connaissances.
- une meilleure structuration de l'espace européen de la recherche qui mobiliserait environ 30 % du budget total en s'appuyant sur quelques piliers essentiels :
  - l'aide à la mobilité des chercheurs en Europe ;
  - le renforcement des infrastructures de recherche existantes ;
  - l'étude de la faisabilité de structures actuellement en projet ;
- une meilleure coordination des activités de recherche menées en Europe ainsi qu'une plus grande cohérence des politiques de recherche et d'innovation bénéficiant d'un montant de 450 millions d'euros.

Ainsi, le futur programme cadre européen vise à assurer visibilité et efficacité à la recherche européenne en s'appuyant sur les compétences existantes et en assurant une meilleure coordination entre les programmes nationaux et le nouveau programme cadre européen. Il s'agit de créer une meilleure synergie en s'appuyant sur les compétences existantes et en assurant une meilleure coordination entre les programmes nationaux et le nouveau programme cadre européen afin de créer une meilleure valeur ajoutée européenne et de promouvoir un réel leadership européen face à la performance des principaux compétiteurs internationaux.

Le Conseil a également adopté une résolution sur la place des femmes dans la science. En effet la proportion de femmes dans les comités d'évaluation des programmes européens est passée de 6 % pour le quatrième PCRD à 22 % en 1999 puis à 30 % en 2000. Par ailleurs, il faut souligner que, en 2001, moins de 10 % des postes supérieurs dans la recherche sont occupés par des femmes alors que la moitié des diplômes d'université leur reviennent. Dans ces conditions le Conseil souhaite que la participation des femmes atteigne 40 % dans la mise en œuvre et la gestion des programmes de recherche.

Au cours des négociations à venir entre le Parlement et le Conseil européen, puisque le programme cadre de recherche et développement doit être adopté en codécision entre le parlement et le conseil, il faudra conjuguer cohérence des programmes et excellence des projets.

Cependant, la reconnaissance de nos domaines de compétences technologiques à visée économique ne devra pas prendre le pas sur celle de la reconnaissance de nos capacités scientifiques.

Un financement suffisant est indispensable mais c'est aussi en assurant une bonne synergie entre sciences et technologies dans un contexte pluridisciplinaire que nous maintiendrons l'Europe en position de tête dans ses domaines d'excellence.



## **CHAPITRE IX**

### **LA POLITIQUE DE RECHERCHE REVISITÉE : UNE NOUVELLE APPROCHE FONDÉE SUR PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES**

#### **I - L'EXEMPLE FRANÇAIS : UN ESSAI À TRANSFORMER**

Bien qu'encore fortement marquée par des conservatismes réducteurs, la politique de recherche française présente toutes les qualités nécessaires à une refondation efficace qui pourrait lui conférer un caractère exemplaire.

Trois orientations mériteraient d'être privilégiées :

- assurer le long terme, grâce à une recherche de base solide et compétitive ;
- s'attacher à rester agile sur le court terme, grâce à une recherche finalisée concurrentielle ;
- rester préoccupé par le moyen terme :
  - en matière énergétique : d'une part en poursuivant l'effort de recherche pour la préparation des réacteurs nucléaires du futur et à travers les piles à combustibles et les piles photovoltaïques ; d'autre part sur les nouvelles formes d'énergie ;
  - en matière de TIC : par la mise au point d'un système de maillage terrestre et spatial performant permettant l'utilisation des mobiles à haut débit, et le développement du système européen de navigation par satellite GALILÉO, ainsi que l'élaboration de l'initiative de surveillance globale pour l'environnement et la sécurité (GMES) ;
  - en matière biomédicale : par la mise au point de systèmes de diagnostic et de traitement performant, faisant appel, notamment à la surveillance à distance qui est un des éléments sans doute les plus prometteurs de la télémédecine.

#### **II - VERS PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES DANS LA RECHERCHE PUBLIQUE**

En dépit des cloisonnements traditionnels entre recherche universitaire et recherche dans les organismes, des relations structurelles se sont mises en place entre le CNRS d'une part et les autres organismes publics d'autre part.

C'est ainsi que beaucoup d'unités du CNRS se retrouvent dans des locaux universitaires et que les unités mixtes CNRS-INSERM ont été créées afin que du personnel du CNRS poursuive ses recherches dans des instituts tels que l'Institut Pasteur ou les centres anticancéreux.



Cette mobilité des personnels, au sein des organismes publics, présente l'avantage de permettre de doter les équipes des compétences nécessaires à la poursuite des projets de recherche qui y sont développés.

Tout en assurant une masse critique suffisante dans les meilleurs laboratoires, ceci permet également d'encourager la pluridisciplinarité destinée à aborder un même sujet sous plusieurs angles différents. Une telle politique permet de susciter des synergies entre chercheurs mais aussi entre laboratoires.

C'est le cas notamment pour les instituts fédératifs de recherche mis en place par l'INSERM, dans le cadre d'activités de recherche hospitalo-universitaire.

C'est le cas enfin pour la mise en commun de matériels de base, coûteux, en biologie, notamment, pour le séquençage des génomes ou de grands équipements en physique ou en astrophysique : accélérateur de particules au CERN, synchrotron à Caen ou à Grenoble, mais aussi pour l'initiative nanotechnologique, par la mise en place de salles blanches et d'instruments de mesure très performants.

La recherche de synergies entre les organismes de recherche reste une préoccupation constante de la politique de recherche française.

Le meilleur exemple en est la coordination des sciences du vivant qui vise, grâce à la mobilité des chercheurs et à des programmes de recherche incitatifs, tels que ATIPE au CNRS et «INSERM AVENIR», à favoriser pluridisciplinarité et synergies en s'appuyant également sur des organismes publics tels que l'INRA, l'INRIA, l'IRD, la direction des sciences du vivant du CEA, l'Institut Pasteur et les centres anticancéreux.

Une telle organisation pousse à une affectation des budgets sur des projets plus spécifiquement pluridisciplinaires.

La difficulté tient essentiellement à l'évaluation des chercheurs, qui est encore dominée par des comités spécialisés restant structurellement peu enclins à tenir compte de la mobilité ou de l'engagement des chercheurs à travailler au sein d'équipes pluridisciplinaires. Ceci est lié à la force des habitudes mais aussi à la difficulté de trouver des directeurs de laboratoires qui insufflent toute l'énergie nécessaire à la dynamisation d'équipes pluridisciplinaires. Il faudrait désormais tenir compte dans les évaluations des chercheurs de tout niveau du savoir faire collectif acquis au sein des équipes, cependant, la recherche de l'excellence dans un domaine limité est plus simple à évaluer que la dépense d'énergie nécessaire à l'animation, au sein d'une même équipe, des activités liées à des approches différentes. Sans doute, la création de jeunes équipes peut-elle pallier progressivement cette déficience.

Nous n'avons pas de données chiffrées sur les jeunes équipes qui sont en train de se mettre en place. En effet d'ici 2010 plus d'un tiers des personnels de recherche travaillant dans les établissements publics à caractère scientifique et technique (EPST) tel que, par exemple le CNRS, partiront à la retraite. C'est la raison pour laquelle le Ministre de la recherche a pu obtenir la création nette de mille postes supplémentaires dans les EPST d'ici 2004. Encore faudra-t-il opérer

des affectations correspondant aux bonnes orientations stratégiques correspondant aux capacités et aux besoins des laboratoires français.<sup>1</sup>

En revanche, les collaborations entre laboratoires fonctionnent bien tant au niveau national qu'international, dès l'instant où il est possible de se répartir les tâches de façon équilibrée.

Les avatars et les difficultés de la vie quotidienne des laboratoires sont peut-être plus facilement absorbés lorsque se crée une dynamique de groupe, inter laboratoires. C'est sans doute là l'un des éléments de la valeur ajoutée de la mise en réseaux des laboratoires européens.

Certaines thématiques se prêtent plus que d'autres à la pluridisciplinarité et à la recherche de synergies ; c'est en particulier le cas de la recherche de base, indispensable à un certain nombre de projets novateurs :

- les nanotechnologies qui se situent à l'intersection de la physique, de la chimie et de la biologie ;
- les techniques de simulation qui se situent à l'intersection de l'informatique et des technologies innovantes, en vue d'améliorer performances technologiques et activités de production ;
- la bio informatique, notamment dans le domaine du séquençage du génome humain et des bio puces ;
- les technologies d'imagerie à l'échelon moléculaire.

Dans les sciences du vivant, les progrès de la biologie moléculaire et les potentialités offertes par le séquençage des génomes conduisent à retourner vers une approche de physiologie expérimentale. C'est le cas pour l'embryologie moléculaire et la biologie du développement et de la reproduction, mais également pour ce qu'il est convenu d'appeler « la post-génomique ». Il s'agit d'appliquer les avancées de la biologie moléculaire à la recherche sur des cultures cellulaires ou des tissus organisés, voire même à s'intéresser à des organes ou à des êtres vivants.

Ceci est utilisé tout particulièrement pour l'étude de la régulation de l'expression des gènes inhibés chez les souris dites « *knock out* » ou dans des opérations de transgénèse, de thérapie cellulaire ou de thérapie régénérative. Cette dernière utilise la plasticité des cellules souches présentes dans les tissus embryonnaires mais également dans les tissus adultes afin de les engager dans des processus de transdifférenciation.

La nécessité d'innover dans les sciences de base apparaît donc nettement à travers les approches pluridisciplinaires et dans la mise en place des synergies entre disciplines.

L'effort supplémentaire que nécessite une telle approche est désormais porteur en matière de résultat, donnant lieu à des publications de haut niveau. Il doit être reconnu par les comités d'évaluation.

---

<sup>1</sup> Les mille postes se répartissent pour moitié « chercheurs », pour moitié « ITA ». Cet effort s'ajoute à celui du budget 2002 créant 500 postes nouveaux dont 100 emplois de chercheurs et 363 d'ITA.

Un autre point mérite d'être souligné : la réduction des budgets publics de recherche. Entre 1991 et 2000 (dernière année pour laquelle les chiffres sont disponibles), la dépense intérieure de recherche et de développement (DIRD) est passée de 2,37 % du PIB à 2,15 % soit une baisse de 9,3 %. La part de la dépense de recherche et développement qui recense les sommes consacrées par les administrations françaises au financement de travaux de R/D effectués en France ou à l'étranger est passée de 53,3 % en 1991 à 43,1 % en 2000 (estimation). Cela conduit à une diversification des ressources de financement qui incite les responsables des équipes de recherche de base dites «académique», à se tourner vers les fondations privées. C'est le cas des aides obtenues par exemple, à travers l'association française contre la myopathie grâce au Téléthon, la Fondation pour la recherche médicale ou la Fondation de France.

Certains ont été amenés à critiquer ces modalités de financement qui, ont pu, parfois, manquer de transparence. Néanmoins, les charges qui pèsent sur les organismes pour le financement des personnels et des infrastructures de base (80 à 90 % des montants financiers alloués aux équipes de recherche) conduisent les responsables de laboratoires à se tourner vers les crédits incitatifs publics mais surtout privés et donc à privilégier une recherche plus orientée tout en l'appuyant sur les qualités d'une recherche de base bien comprise. Ce type de démarche est considéré par certains comme une menace pour la liberté et l'indépendance du chercheur. Il faut néanmoins souligner la souplesse qu'apportent ces types de financement et le fait qu'ils permettent de maintenir dans notre pays, un certain nombre de chercheurs qui iraient solliciter ailleurs les crédits nécessaires à leurs travaux.

Les associations caritatives, impliquées notamment dans le financement de la recherche biomédicale, sont conscientes de la nécessité d'engager des efforts à long terme. Un équilibre doit être trouvé entre la « collecte spectacle » destinée à lever les fonds nécessaires (elle a cependant le mérite de montrer des résultats tangibles) et des recherches très fondamentales qui nécessitent parfois plusieurs décennies avant de porter leurs fruits.

Afin d'éviter les dérives utilitaristes, il importe d'expliquer correctement à l'opinion publique ce que représente un travail de recherche sérieux, objectif, transparent, procédant pas à pas et donc fondé sur la durée. Il s'agit de conduire une recherche au cours de laquelle sont vérifiés, au fur et à mesure, tous les paramètres en vue de rendre indiscutables les résultats obtenus. Il s'agit également de susciter des découvertes, des inventions et des ruptures technologiques généralement imprévisibles.

Il importe avant tout de ne pas tromper l'opinion publique, de ne pas susciter de faux espoirs. Ce serait un mauvais calcul à moyen et long terme, quels que soient l'enthousiasme et la capacité de conviction ces chercheurs.

N'oublions pas enfin qu'une forme de recherche finalisée ou orientée fait partie de la recherche de base. A côté du seul plaisir de connaître, l'élargissement des connaissances et la production scientifique peut bénéficier de projets ciblés, finalisés qui se développent avec des objectifs précis, mais qui restent dans le domaine très fondamental.

Les chemins de la connaissance passent par l'élaboration puis la démonstration d'hypothèses, mais également par l'étude d'objets précis, bien identifiés. C'est dans ce cas que la recherche de base rejoint la recherche appliquée tout en se distinguant de la recherche industrielle.

### **III - LA RECHERCHE EN ENTREPRISE : PLURIDISCIPLINARITÉ ET SYNERGIES**

Dans les années 1980-90, la recherche dans l'entreprise obéissait à des règles de valorisation relativement simples consistant à vérifier la faisabilité industrielle des résultats issus d'une recherche déjà finalisée.

Aujourd'hui, la recherche au bénéfice de l'entreprise est devenue beaucoup plus complexe pour plusieurs raisons :

- la concurrence qui nécessite à la fois une veille scientifique et technique permanente, c'est-à-dire régulièrement mise à jour, sans néanmoins dévoiler les pôles d'intérêts privilégiés de chaque équipe ;
- une stratégie de compétitivité qui ne s'appuie pas uniquement sur les compétences acquises mais aussi sur la performance économique de l'outil de production.

Ainsi, est apparue progressivement une double délocalisation de la recherche industrielle dans la mesure où elle dépasse largement le cadre de l'entreprise, à la fois, dans le domaine de l'identification des technologies prometteuses à travers les consultations mondialisées sur Internet, (notamment en matière de publication ou de brevets), et dans celui de l'optimisation économique de la production, visant à améliorer le retour sur investissement.

Enfin, la recherche ne concerne plus uniquement les produits traditionnels, mais aussi des services qui deviennent désormais des produits commercialisables. Ainsi dans le cadre de l'entreprise industrielle ou commerciale, se conjuguent aujourd'hui, recherche, technologie, innovation, emploi, dans une approche à la fois pluridisciplinaire et synergique.

### **IV - PANORAMA ET STRATÉGIES DES ENTREPRISES**

#### **1. Un nouveau paysage pour la recherche industrielle**

Le secteur de recherche de l'entreprise est conduit à identifier ses portefeuilles technologiques en fonction de critères de compétitivité et non plus seulement de compétence. Le directeur R&D d'une grande entreprise industrielle doit présenter une hiérarchisation entre différents secteurs de recherche, en fonction de caractères diversifiés :

- indispensable et hautement concurrentiel, donc à conforter à court terme ;
- prometteur mais à comparer par rapport à la concurrence, à conforter éventuellement à moyen terme ;
- prospectif, et donc devant faire l'objet d'une veille plus ou moins active, purement bibliographique ou éventuellement technico-scientifique.

Ce portefeuille technologique ne se constitue plus exclusivement dans le cadre de l'entreprise. Il fait, de plus en plus, appel à des contrats avec les laboratoires universitaires ou des organismes et instituts de recherche. L'entreprise intervient alors dans le cadre de la protection intellectuelle et de l'adaptation du produit technologique au besoin du marché. Le développement des grandes firmes industrielles est de plus en plus ciblé vers la rentabilité économique. L'entreprise industrielle, petite ou moyenne se contente d'exploiter avec succès un savoir-faire acquis et de progresser en exploitant des niches technologiques très ciblées qui lui permettront d'améliorer ses résultats voire de réaliser un saut technologique.

Généralement le « saut » ou « la rupture » technologiques vient des « jeunes pousses » qui ont su puiser dans les résultats de la recherche de base les applications potentielles. Ces entreprises les développent avec talent et acharnement afin de convaincre les investisseurs potentiels de la pertinence de leur plan de développement commercial (« *business plan* »).

Enfin, ne négligeons pas les entreprises de services qui, notamment dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, se situent au cœur même d'un processus d'innovation, pluridisciplinaire et synergique. Elles conjuguent en effet technologies et amélioration des performances d'utilisation grâce à l'accès, par l'ergonomie, à la convivialité qui conditionne l'attrait et donc la valeur commerciale.

Ces différents exemples illustrent bien le fait que pour faire face à la complexité croissante, pluridisciplinarité et synergies sont devenues indispensables :

- pluridisciplinarité pour l'assemblage de technologies issues d'approches diverses et variées (téléphone mobile, automobile, aéronautique, etc.) ;
- synergies entre les chercheurs, les ingénieurs, les juristes spécialistes en propriété industrielle, les financiers, les cadres de l'entreprise impliqués dans la gestion des ressources humaines, le développement des secteurs de production et le marketing en relation, notamment, avec l'exportation.

## **2. De nouvelles données stratégiques**

Tous ces éléments conditionnent la stratégie de l'entreprise et son positionnement sur ses marchés spécifiques. Du fait de la mondialisation des informations et des échanges, dans un contexte de compétition et de concurrence économique, les processus de délocalisation viennent encore compliquer la politique de recherche au sein de l'entreprise.

La délocalisation est la conséquence de plusieurs facteurs différents :

- les fusions-acquisitions qui conduisent à une optimisation des ressources, donc des moyens, donc des activités de recherche et de production. C'est sans doute là l'un des écueils majeurs non pas tant de la pluridisciplinarité que de l'approche synergique ;

- l'optimisation des moyens qui conduit à des mesures de restructuration parfois imprévues, voire imprévisibles, mais toujours douloureuses.

Dans ce contexte d'amélioration de la productivité par la qualité de la production et la nature du produit, l'un des avatars de la promotion des synergies est la délocalisation des emplois vers les pays où la recherche et la production, même technologiquement élaborées, sont à la fois moins chères et d'excellente qualité.

*A contrario*, il importe de privilégier les synergies au sein de l'entreprise, même mondialisée, à travers des réseaux de recherche permettant d'enrichir les portefeuilles technologiques et d'améliorer plus rapidement les phases de développement tant en termes de recherche exploratoire que de valorisation. Nous retrouvons cette notion à travers le concept de valeur ajoutée européenne.

A la mentalité productiviste issue de la politique industrielle des XIXe et XXe siècles, se substitue une politique d'optimisation des ressources de l'entreprise conduisant à des restructurations généralement porteuses de vagues de licenciement alors que l'entreprise va bien financièrement, mais qu'elle veut aller encore mieux pour pouvoir investir plus et augmenter la rentabilité son potentiel propre. Même si, dans la majorité des cas, il s'agit de protéger la survie de l'entreprise à court, moyen ou long terme, les décisions qui sont prises apparaissent comme liées à la pression des actionnaires extérieurs.

Le débat reste entier de savoir si l'Etat doit jouer le protectionnisme et maintenir la sécurité d'emploi du secteur public (mais un pays est-il capable, à lui seul, de résister à la pression économique mondiale et à l'interaction mondialisée des financements ?) ou si la privatisation permet un positionnement plus fort dans la compétition mondiale.

Tout dogmatisme doit être évité et il faut procéder, sans doute, au cas par cas, et en fonction des capacités monopolistiques des entreprises qui doivent néanmoins éviter l'abus de positions dominantes au niveau international.

C'est là que prend toute son importance l'évaluation des compétences et de la compétitivité des équipes de recherche. Elle est liée à la fois à leur pertinence technico-scientifique mais aussi à la perméabilité des marchés des produits de haute technologie ou des services innovants.

Pour la France, la notion de service public reste la règle d'or et toute recherche technologique visant à stabiliser le service public doit encore être privilégiée.

\*  
\*                      \*

C'est sans doute en ces termes qu'il importe d'identifier certaines défaillances du système de recherche et de développement technologique français par rapport à celui des Etats-Unis, du Japon et bientôt de l'Asie du Sud Est, de l'Inde ou de la Chine.

Ceci nous conduit à traiter trois types de questions :

- la valorisation de la politique industrielle ;
- la valorisation et l'aménagement du territoire ;
- la valorisation à l'approche socio-économique.

### *2.1. Valorisation et politique industrielle : partenariat et synergies*

Afin d'alimenter et de conforter leur portefeuille technologique, les entreprises se trouvent de plus en plus fréquemment mises en relation avec la recherche « académique ». L'université et les organismes publics de recherche trouvent, dans les contrats passés avec l'industrie, une source de financement supplémentaire indispensable au fonctionnement de leurs laboratoires.

Les entreprises industrielles sont prêtes à investir des sommes d'autant plus importantes qu'elles se trouvent déchargées du coût de la maintenance des laboratoires, qu'il s'agisse des locaux ou d'une partie du personnel de recherche.

De tels contrats nécessitent une approche synergique dans la mesure où les chercheurs doivent assimiler les objectifs de l'entreprise, comprendre et accompagner les orientations stratégiques de leurs interlocuteurs industriels.

C'est ainsi que se dessine une politique de partenariat entre les mondes « académique » et industriel visant à accélérer les modalités d'accès des chercheurs de l'industrie à des connaissances de bases actualisées et à permettre à ceux-ci de bénéficier d'une approche plus libre et plus indépendante des contraintes économiques.

De tels partenariats ne seront durables que si les deux parties, indépendamment des relations de confiance qui les unissent, sont liées par des communautés d'intérêts technico-scientifiques, à visée économique.

L'équipe de recherche « académique » doit montrer sa capacité à saisir les préoccupations des industriels et apporter les preuves nécessaires à la démonstration de faisabilité de projets qui permettront de renforcer les entreprises, dans la mesure où ils conduisent rapidement à des valorisations industrielles ou commerciales.

En dehors des laboratoires, qui par compétences ou par goût, sont spontanément orientés vers une recherche finalisée, la pierre d'angle du partenariat est représentée soit par des chercheurs post-doctorants qui se destinent ultérieurement à la recherche industrielle, soit par des échanges de chercheurs entre laboratoires « académiques » et laboratoires industriels.

Il peut s'agir pour l'industrie de l'acquisition d'un complément de recherche de base ou d'une phase de pré développement ou de recherche exploratoire voire du maintien de compétences qu'il serait trop lourd d'entretenir au sein d'une entreprise.

Ce type de partenariat s'arrête généralement au moment où l'entreprise s'engage dans la phase de développement proprement dite, conduisant à la production et à la commercialisation.

Indépendamment de la recherche technico-scientifique traditionnelle, les laboratoires « académiques » représentent un réservoir incomparable dans le domaine de l'accès aux banques de données, de la simulation, de l'ergonomie, de la validation technologique mais aussi de la veille scientifique et technique, et dans le cadre de la recherche scientifique très compétitive.

Les partenariats sont également indispensables pour favoriser la mise au service de l'entreprise, de processus ou de procédés innovants notamment dans le cadre des services.

La recherche « académique » fertilise non seulement la recherche et le développement industriels, mais favorise la diffusion de l'innovation vers les activités productives industrielles ou commerciales. L'accomplissement d'un tel processus de concertation, ouvrant sur des partenariats entre la recherche « académique » et la recherche industrielle, se traduit généralement par une prise de brevet dont les bénéfices devront être partagés. Un brevet pris par un chercheur isolé ou une équipe « académique » permet de connaître la concurrence et, dans les meilleurs cas, de l'éviter. Cependant, le coût et « l'entretien » d'un brevet international nécessite un financement de l'ordre du million de francs qui ne peut être imputé au budget de fonctionnement d'un laboratoire. Le plus souvent, les départements de valorisation des organismes cherchent à identifier le partenaire industriel dans la perspective d'un partage équitable de revenus éventuels.

C'est à ce stade que l'industriel s'engage dans la phase de développement et de normalisation du produit, en vue de sa mise sur le marché. C'est une vision quelque peu formelle dans la mesure où un brevet est rarement lié à un seul produit et où pour un même produit, il existe plusieurs brevets à des stades différents de développement. Néanmoins, dans ce contexte, le nombre de brevets déposés par un laboratoire « académique », même s'il manifeste une volonté de valorisation, n'est pas un indice suffisant de diffusion de la recherche vers les activités productives.

Il faudrait, semble-t-il, identifier parmi les brevets déposés le pourcentage de ceux qui donnent lieu à des redevances pour le laboratoire et l'institut de recherche « académique ».

Quant à l'ANVAR, elle joue surtout un rôle d'incitation financière plus qu'un appui direct à l'innovation. Elle permet, en revanche, aux PME de s'engager plus facilement dans un programme de prise de risques technologiques. C'est finalement la prise de risques partagée qui repose sur la pluridisciplinarité en raison de l'assemblage de plus en plus complexe des technologies diverses autour d'un seul et même produit (jouet robotisé, console électronique, automobile, électroménager...).

Quant à la synergie : de la recherche de base jusqu'à la mise sur le marché, en passant par le développement, la normalisation la production et le contrôle de qualité, elle vise différentes approches afin d'aboutir à un seul et même produit. Elle implique également la mise en synergie des différents acteurs, depuis les équipes de recherche « académique » et industrielle jusqu'aux financeurs en passant par le marketing et même la gestion des ressources humaines.



C'est dans cette alchimie subtile que la mentalité entrepreneuriale trouve ses bases fondées sur l'instinct et l'engagement de recherche et les capacités de convictions plus que dans la capacité à mener une stratégie financière : la cotation en bourse des valeurs technologiques a montré récemment ses limites, notamment dans le domaine des technologies d'informations et de communication.

## *2.2. Valorisation et aménagement du territoire au service des entreprises*

L'aménagement du territoire pour la politique de recherche et de développement technologique donne lieu à des mesures structurantes, par définition pluridisciplinaires mais généralement orientées vers des domaines technologiques précis.

Les régions sont particulièrement attentives à susciter des liens entre les laboratoires universitaires et le maillage des entreprises locales. Cependant, en France, le maillage technologique régional reste encore à renforcer, en dehors de quelques grands pôles technologiques, comme Toulouse pour l'aérospatiale, Evry pour la génomique, Strasbourg pour les biotechnologies, Sophia-Antipolis pour les technologies d'informations, Rennes pour les télécommunications, Grenoble pour la physique ou Saclay pour l'optoélectronique et le nucléaire, Dunkerque pour les aciers et quelques autres.

Ceci implique des alliances entre laboratoires afin de susciter des synergies autour de projets communs avec des objectifs précis tant scientifiques que technico-économiques. C'est à partir de là que les mesures structurantes porteront leurs fruits à moyen et long terme. En effet, la politique de structuration locale par l'aménagement du territoire a tendance à s'essouffler du fait que le maillage local se distend en raison de la rapidité des communications et des perspectives d'économie d'échelle liée aux délocalisations. Peut-être que la politique de recherche de l'Union européenne, par le maillage de centres de recherche de bonne qualité et de pôles d'excellence, permettra de stabiliser le tissu régional.

Les régions vont gagner lorsque, tout en renforçant les insertions locales acquises en matière de recherche, elles recevront des chercheurs étrangers pour acquérir sur notre territoire des compétences manquantes ou se familiariser avec des méthodes innovantes, et particulièrement compétitives.

Pour l'instant, c'est le transfert de technologies vers les PME/PMI innovantes et quelques gros ensembles industriels qui permet au modèle de technopole de survivre mais il devra nécessairement évoluer dans le contexte de la construction européenne.

### *2.3. Valorisation et aspects socio-économiques*

Ce type de valorisation fait appel plus particulièrement aux sciences humaines et sociales destinées à dessiner ce que l'on appelle souvent un paysage socioculturel au service de la valorisation de la recherche. Il s'agit :

- d'identifier les meilleures « occasions » de financement et de définir des stratégies de développement ;
- de localiser les marchés les plus prometteurs mais aussi les plus stables en restant attentif à répondre à la demande sociale ;
- de s'engager dans une gestion optimale des ressources humaines en tenant compte, dans les activités de recherche et développement technologique, à la fois de la compétence et des personnes (femmes et hommes) et de la compétitivité des entreprises.

Ceci conduit, à la fois, à intégrer la formation scientifique et technique des chercheurs et à identifier, à bon escient, les profils de postes en dessinant des profils de carrière, tenant compte des exigences propres à la nature des activités de recherche. Ceci conduit enfin à assurer la coordination par la concertation grâce à des rencontres, des séminaires, des animations sans lesquels les sujets et les projets pluridisciplinaires et les synergies dans la recherche ne pourraient pas bénéficier des incitations indispensables.



## CONCLUSION

Le modèle traditionnel entre la science et la technologie n'a plus cours aujourd'hui. La production de connaissances bénéficie du progrès technologique qui est lui-même issu du progrès des connaissances. L'interactivité entre la science et les techniques justifie désormais le concept de « *technoscience* ».

Bien que souvent seul face à ses interrogations, le chercheur est de moins en moins isolé. Il doit désormais compter avec la nécessité d'organiser son travail en équipe et susciter des collaborations nationales et internationales.

Le chercheur se trouve ainsi confronté aux défis liés à la mondialisation de la science, de la technologie, des technosciences, de l'économie et de la société, dont les effets sont encore accentués par l'accélération des communications liée notamment au développement du phénomène Internet.

Le chercheur se trouve ainsi projeté dans la gestion de la complexité. Tout en se référant à ses connaissances de base mono disciplinaires, il doit désormais élargir le champ de ses compétences et renforcer ses capacités de dialogue pour répondre à des impératifs de compétitivité scientifique, technologique et socio-économique.

C'est dire la nécessité d'une orientation pluridisciplinaire et d'une approche synergique, même si elle n'est pas dépourvue d'obstacles.

Pluridisciplinarité et synergies dans la recherche se heurtent en effet :

- aux cloisonnements de tous ordres ;
- aux risques d'atteinte à l'indépendance du chercheur qui souhaite rester maître de sa démarche scientifique et technique ;
- au refus de subir les contraintes des contrats d'objectifs élaborés par les administrations et des cahiers des charges des donneurs d'ordres industriels ;
- à l'indifférence des décideurs politiques et à une forme d'incompréhension de la part des acteurs économiques ;
- aux exigences et aux critiques de la société. Elle perçoit les avancées liées au progrès scientifique et technique comme de nouveaux enjeux de pouvoir et notamment comme un risque d'appropriation de l'être humain par les technosciences ;
- à la tendance à l'ésotérisme des chercheurs par un réflexe protectionniste, voire corporatiste, facteur d'opacité des activités de recherche.

Dans un tel contexte, relever les nouveaux défis, répondre à de nouveaux enjeux planétaires est facile à exprimer mais difficile à mettre en pratique.

En effet, le monde contemporain est en pleine mutation : le chercheur va se trouver confronté à l'imprévu, voire à l'inconcevable.

Dans ce contexte, il conviendrait de resituer les activités du chercheur par rapport à la nouvelle « donne » économique et sociale et de tenter de définir des objectifs stratégiques pour l'avenir de la politique de recherche.

En favorisant le progrès technico-scientifique dans un contexte éthique, et donc dans un contexte de développement durable, notre politique de recherche doit viser à la reconnaissance internationale de nos compétences scientifiques et techniques, conditions premières du développement du potentiel économique du pays. Il conditionne la réussite de notre politique industrielle, fondée sur les applications de la « *technoscience* ».

La politique de recherche française doit donc nécessairement s'orienter vers une approche pluridisciplinaire et synergique.

Mieux gérer, en s'appuyant sur les motivations des femmes et des hommes acteurs de la recherche, une recherche intégrant les systèmes dans une approche pluridisciplinaire et synergique permettra un fonctionnement mieux adapté des structures et une meilleure allocation des ressources. Elle doit permettre pour la France, en Europe, de concilier liberté et efficacité, solidarité et progrès.

## ANNEXE



**« LES ENTRETIENS D'ÉNA »**  
*Science, technique et société*

*Jeudi 6 juillet 2000*

**PLURIDISCIPLINARITÉ  
ET SYNERGIES DANS LA RECHERCHE**  
*M. Alain Pompidou, Rapporteur*

*Journée organisée par la section des Activités  
productives, de la recherche et de la technologie*

**Actes du colloque**





**Discours de Monsieur Jacques DERMAGNE**

Président du Conseil économique et social

Ce colloque, organisé à l'initiative de la section des Activités productives, de la recherche et de la technologie que préside notre collègue M. Didier Simond, a pour but d'enraciner les travaux du Professeur Pompidou, rapporteur du thème «*Pluridisciplinarité et synergies dans la recherche*».

Cet hémicycle a, ces dernières années, connu de grands rapporteurs, souvent fierté de nos universités. Rendons hommage à la mémoire de MM. Teillac et Delouvrier. Remercions MM. Méraud, Steg, Rouvillois et Casanova.

Avec le Professeur Pompidou nous abordons l'un des dossiers les plus essentiels à l'avenir de notre pays. Il s'ouvre sur les nécessités de la recherche du plus haut niveau, peut-être même la plus élitiste, pour ne se fermer que sur la vie quotidienne de nos concitoyens, ceux dont le Conseil économique et social a la mission d'exprimer les aspirations, les sensibilités et les exigences.

Dès lors quelques éclairages ne sont pas inutiles...

La mondialisation de l'économie ; la poursuite et l'approfondissement de la construction européenne ; le nécessaire maintien de notre indépendance de choix en des matières aussi stratégiques que les biotechnologies (sciences de la vie, de la santé et de l'homme...) ; l'enjeu que constitue l'émergence de la «nouvelle économie», bâtie sur le développement fulgurant des nouvelles technologies de l'information et de la communication, l'extraordinaire accélération du progrès, sont autant d'éléments qui nous interrogent.

A ce titre, ils interrogent autant le monde foisonnant de la recherche que celui tout aussi foisonnant que constitue le Conseil économique et social, lieu privilégié du débat de la société civile.

L'organisation d'une rencontre, au Palais d'Iéna, sur le thème de la Recherche, est une heureuse initiative.

Elle est d'autant plus heureuse qu'elle se situe, je l'ai déjà évoqué, au début des travaux de notre assemblée - d'abord par l'intermédiaire de la section des Activités productives, de la recherche et de la technologie puis en assemblée plénière- sur le thème «*Pluridisciplinarité et synergies dans la recherche*», c'est-à-dire sur la nécessaire mise en réseau de cette richesse qu'est la connaissance humaine au service du progrès technique, social, et pourquoi pas moral, «*puisque'il n'est pas de science sans conscience* ».

La recherche constitue, avec l'éducation dont elle participe, l'investissement le plus important qu'un pays comme le nôtre puisse faire, afin de préparer son avenir dans une compétition mondiale qui se déroule sur le terrain de la production de richesses immatérielles et cognitives.

## LA PLURIDISCIPLINARITÉ

Désormais, face aux défis auxquels notre société est confrontée, la recherche doit se penser toujours davantage dans un cadre **pluridisciplinaire**.

Cette pluridisciplinarité doit s'envisager dès les premiers stades de l'apprentissage scolaire. C'est donc dès l'école qu'elle doit être la règle. Après tout, est-il impensable qu'un futur littéraire acquiert plus que quelques vagues notions scientifiques (ce qui lui sera de toute façon utile pour élaborer un raisonnement philosophique). De la même manière est-il interdit à un futur scientifique de posséder une culture littéraire, historique et philosophique ? Certes non – le scientifique ne vit pas dans un monde désincarné.

La pluridisciplinarité s'entend aussi comme la relation privilégiée entre recherche fondamentale et recherche appliquée. Elles sont, l'une et l'autre, à l'origine des grandes ruptures technologiques. Elles sont, ensemble, la marque des sociétés « qui gagnent ».

## L'IMPORTANCE DES SYNERGIES

J'en viens au deuxième élément du titre de la saisine du Conseil économique et social et du colloque : **la synergie**.

Sous ce terme, j'en viens à considérer la mise en commun d'actions concourant à un effet unique avec une économie de moyens et une amplification de résultats.

Il me semble qu'il s'agit d'un défi fondamental, auquel les chercheurs ont déjà, pour partie, répondu. Ne travaillent-ils pas déjà, pour beaucoup, en réseau ?

Les synergies à renforcer ou à établir, concernent la recherche académique et la recherche industrielle. Là, les exemples étrangers devraient nous inspirer, et il ne s'agit pas uniquement d'exemples venus d'outre atlantique. Pensons aux instituts Allemands.

Fort heureusement, les vieux clivages n'existent plus en France. Néanmoins, on ne peut qu'espérer voir l'Université jouer pleinement son rôle et probablement développer une politique de recherche, sanctionnée par la prise de brevets, à l'instar de ses homologues étrangers.

Cette synergie passe aussi par l'instauration de pôles d'excellence et d'une mise en réseau des compétences.

L'exemple du décryptage du génome humain ne vient-il pas démontrer qu'à ce stade, c'est la recherche au niveau mondial qui est pertinente.

Encore faut-il observer et rappeler que première puissance économique, l'Union européenne présente une situation dans la recherche assez paradoxale. A côté de réussites incontestables - l'aéronautique et l'espace - l'Europe rencontre de sérieuses difficultés à se situer dans certaines des technologies clés : biotechnologies, nouvelles technologies de l'information, nouveaux matériaux, et nanotechnologies.

A cet égard, les programmes communautaires de recherche/développement de l'Union interpellent spécialement notre pays. Sait-on en tirer tous les avantages ? Il y a place pour une réflexion sur les raisons qui doivent présider à la mise en œuvre d'une réelle politique de recherche/développement européenne.

Quant au travail en réseau, il est fondamental car il permet les « fertilisations croisées ». Il se base sur une démarche collective complexe à travers des partenariats qui vont de quelques collaborateurs à plusieurs dizaines/centaines de partenaires concernés.

Cette mise en réseau présente un avantage indéniable : celui de réunir autour d'un même objectif un ensemble de compétences - de l'amont à l'aval du projet - et pas uniquement les compétences scientifiques lorsqu'il s'agit d'aller jusqu'à l'identification de la meilleure commercialisation de la découverte.

Il s'agit-là d'une novation d'importance. Faire collaborer, autour d'un même but hommes de sciences et du management, de la finance, du marketing et du commerce, relève de la révolution culturelle. Cela apparaît aussi ardu que de faire œuvrer ensemble des laboratoires de recherche disséminés dans le monde.

Dans tous les cas, la mise en réseau favorise le transfert d'idées et la création de nouveaux produits. Elle est porteuse d'espairs pour la création d'emplois. Elle est facteur d'accélération du progrès.

### **PLURIDISCIPLINARITÉ/SYNERGIES ET NÉCESSITÉ D'UNE NOUVELLE LOGIQUE D'EXPERTISE**

La nouvelle logique d'expertise constitue elle aussi un enjeu déterminant pour l'acceptation, par le corps social, des mutations induites par les découvertes scientifiques et techniques.

Cette nouvelle expertise conduit à :

- analyser les avancées technologiques en elles-mêmes et non plus seulement leurs effets ;
- engager une réelle démarche prospective afin d'anticiper le changement et donc mieux préparer les évolutions ;
- répondre aux interrogations de l'opinion publique.

Je souhaiterais insister sur ce dernier point, tant il est d'actualité.

Je rappelais au début de mon propos qu'il n'y a pas de science sans conscience. Nous l'avons vécu lors du rapport que notre assemblée a rendu, il y a tout juste un an, sur les biotechnologies.

Deux sections et leurs rapporteurs ont tenté de cerner les enjeux - tous les enjeux : économiques, industriels, scientifiques... du sujet. Finalement, le débat le plus important a porté sur les aspects éthiques ou moraux.

Certes, ces débats n'étaient pas les premiers du genre.

Dès lors qu'on aborde l'Homme dans sa composante essentielle, le débat n'est, au fond, qu'éthique. Il est finalement heureux du reste qu'il demeure situé à ce niveau. C'est sans doute le seul qui vaille.

Il est important que, dans ce séminaire, le débat inclut cette question dans ses conclusions. Le Conseil économique et social est bien le lieu où il peut se poursuivre aussi sereinement qu'il est possible...

... Il le fera, en particulier grâce à cette importante journée qui permet de faire se succéder à la tribune les lumières les plus incontestables de chaque thème abordé.

## Formation à la recherche : préparer les synergies

**Jean-Jacques Duby**, Directeur général de Supélec

Nous sommes tous convaincus de la nécessité de synergies entre les disciplines. Cependant, cette synergie n'est pas facile à établir. Ainsi, cette première table ronde a pour but d'examiner comment nous pouvons les préparer, notamment au niveau des formations de la recherche. Nous ne sommes pas les premiers à nous intéresser à la préparation des synergies, car nous avons d'illustres ancêtres qui l'ont fait avant nous, comme Jules Ferry. Je voudrais vous citer quelques extraits du premier article de la loi du 28 mars 1882, un texte magnifique car, magnifiquement dense et pensé, il a en outre été rédigé à une époque où le législateur écrivait en français. *« L'enseignement primaire comprend l'instruction morale et civique, la lecture et l'écriture, la langue et les éléments de la littérature française, quelques notions usuelles de droit et d'économie politique et les éléments des sciences naturelles, physiques et mathématiques, leur application à l'agriculture, à l'hygiène, aux arts industriels, travaux manuels et usages des outils des principaux métiers »*. Le législateur de l'époque avait donc bien compris que les sciences doivent être utilisées toutes ensemble pour servir à quelque chose. On retrouve le fondement de la merveilleuse leçon de choses de l'école de Jules Ferry, où l'on apprenait que la science peut naître de l'observation intelligente du monde qui nous entoure et qu'elle peut servir à notre vie quotidienne.

**Jean-Yves Mérindol**, Président de la Commission de recherche de la Conférence des Présidents d'Université

Si nous avons tenu cette rencontre 3 ou 4 ans auparavant, elle se serait probablement passée un peu différemment. En effet, la situation économique, en France et dans le monde, rend maintenant le débat sur la question de la synergie, de la pluridisciplinarité et de la formation doctorale très différent. Les questions d'innovation scientifique, technologique et sociale sont fondamentales dans les mutations économiques actuelles. Nous pouvons citer les exemples des communications et des biotechnologies, dans lesquelles les questions d'innovation sont très présentes. Dans l'organisation même de la production, il existe également des innovations très importantes qui expliquent que certaines industries qui disparaissaient, comme certains chantiers navals, arrivent à se redévelopper. Le thème de cette première table ronde est la formation à la recherche. Je ne vais pas confondre la formation à la recherche et la formation doctorale, mais j'aimerais néanmoins rappeler certains éléments sur cette dernière car elle est essentielle.

Depuis environ cinq ou six ans, le nombre de thèses délivrées en France est stable – autour de 11 000. Par contre, le nombre de personnes s'inscrivant chaque année en thèse est en diminution : nous sommes à peu près à 16 000 inscriptions, mais nous enregistrons une diminution annuelle de 600 inscrits.

Nous pouvons donc nous inquiéter d'une situation qui conduit de moins en moins les jeunes à s'intéresser à un travail de recherche. Concernant la répartition dans les grands secteurs, les sciences physiques, la chimie et les

sciences de la terre et de l'univers représentent environ 40 % des diplômés, la biologie/santé, environ 20 %, les sciences humaines et sociales, environ 35 % et le reste pour les mathématiques et l'informatique. Ces grandes divisions administratives sont certes commodes, mais elles sont de plus en plus difficiles à tenir dans la mesure où de plus en plus de recherches s'effectuent dans un mélange de tous ces domaines. Contrairement aux idées communément reçues, l'insertion professionnelle fait l'objet de multiples enquêtes, à la fois de la direction spécialisée du ministère et de divers organismes comme le Centre d'études et de recherches sur les qualifications (CEREQ). Les chiffres révèlent que, 18 mois après la fin de leur thèse, 25 % des étudiants partent dans l'enseignement supérieur, 25 % dans les entreprises, 20 % en post-doctorat et que 8 % des étudiants se retrouvent employés en organismes de recherche. Ceux qui sont concernés par les post-doctorats se redistribuent ensuite dans les différentes catégories. Il faut rajouter d'autres catégories, comme les administrations, les hôpitaux – 6 % - et le travail précaire – 8 %, un chiffre en diminution depuis la dernière enquête. Les deux grands débouchés sont donc l'enseignement supérieur et la recherche, c'est-à-dire les métiers de la recherche, pour 40 % des thésards et les entreprises, c'est-à-dire les activités économiques et sociales, pour 30/35 % des thésards.

Le premier élément nouveau qui va conditionner ce qui va se passer dans les 5 ou 10 ans qui viennent est la reprise économique, dans des activités qui nécessitent de plus en plus de capacités intellectuelles pour la maîtrise de processus complexes. Dans ces activités, nous sentons que tous les pays développés commencent à manquer d'une main d'œuvre qualifiée. Certains d'entre eux, comme les Etats-Unis, sont très organisés pour faire appel à cette main d'œuvre qualifiée, en organisant l'arrivée de cerveaux étrangers. Ainsi, dans certaines disciplines, l'énorme majorité des étudiants en thèse aux Etats-Unis ne sont pas américains. Je suis persuadé que cette tension naîtra dans la plupart des disciplines et dans tous les pays européens, dont le plus grand défi est non seulement de savoir si leurs étudiants auront envie de travailler dans la recherche, mais également de savoir si l'Europe sera un pôle attractif pour la formation de l'ensemble des étudiants du monde.

Une fois encore, contrairement à une idée reçue, beaucoup d'étudiants européens en thèse viennent actuellement de pays extérieurs à l'Europe : au niveau doctoral et post-doctoral, l'Europe est en effet le second pôle d'attraction après les Etats-Unis. Cette attraction résistera-t-elle néanmoins à la compétition américaine de plus en plus forte ? La France doit se battre non pas pour retenir ses cerveaux, mais pour attirer elle aussi des cerveaux du monde entier.

Le deuxième élément nouveau est le lien entre les universités, les écoles d'ingénieurs et les entreprises. Dans les universités, les formations professionnalisées de tout niveau ont connu des progressions fulgurantes. Par ailleurs, il faut souligner l'intérêt, porté par beaucoup d'universitaires, pour la création d'entreprises. Il s'agit d'un champ nouveau comportant des perspectives très intéressantes. Une autre nouveauté importante est la mise en place des écoles doctorales dans les universités. Elles manifestent la volonté d'organiser la formation à la recherche, en établissant une forme de collaboration entre les étudiants et en s'ouvrant vers le monde de l'entreprise - une majorité des

doctorants ne se retrouvera effectivement pas dans l'enseignement supérieur ni dans la recherche publique. L'ouverture se rapporte également à l'idée, qu'il faut l'intégrer au moment de la formation doctorale, que les frontières des sciences sont changeantes.

La formation à la recherche est une méthode pédagogique qui peut être utilisée à tout niveau de la formation. Je ferai référence à la situation dans le scolaire où beaucoup d'initiatives sont prises depuis longtemps.

Un des exemples récents, amplement commenté, est l'initiative de la « main à la pâte », consistant à insérer une idée de recherche dans l'organisation même de l'enseignement scolaire. Les lycées ou les classes opératoires ont vu éclore le même phénomène depuis quelques années par la mise en place de travaux d'initiative personnelle encadrée, qui est une façon de modifier l'activité pédagogique en y insérant des éléments clés de la recherche, comme l'idée que l'activité scientifique est de découvrir ce qu'on ne connaît pas.

**Dominique Ducassou**, Conseiller régional d'Aquitaine

Il peut y avoir des dissociations entre enseignement supérieur et recherche, mais ces dernières sont d'autant plus impensables que la production de la connaissance permet de faire évoluer la formation et que la formation à la recherche doit totalement s'insérer dans les préoccupations de l'enseignement au regard de l'insertion professionnelle. Si le troisième cycle est un cycle essentiellement de formation à et par la recherche, il est bien évident que l'étudiant va devoir choisir un troisième cycle, un DEA, un laboratoire, une thématique et il doit y être préparé. La sensibilisation des jeunes à la formation à la recherche doit se faire au cours du deuxième cycle à travers des enseignements, des stages en laboratoire et des stages en entreprise. Avant d'aborder leur troisième cycle, les étudiants doivent avoir compris les enjeux et les problématiques qui pouvaient se poser tant au niveau de la recherche dite fondamentale qu'au niveau de la recherche technologique. Il serait d'ailleurs dangereux d'opposer ces deux types de recherche, parce qu'il y a complémentarité et synergie entre l'une et l'autre. Or bien souvent, l'étudiant est confronté en deuxième cycle à des choix de filières qui sont de plus en plus monolithiques spécialisées et où la pluridisciplinarité a tendance à s'écarter. En biologie, par exemple, nous assistons à la disparition progressive de certains types d'enseignement, comme celui de la physiologie ou de la biologie cellulaire. Or nous savons très bien qu'en termes d'ouverture d'esprit, de pluridisciplinarité et d'application, cette formation et cette sensibilisation sont extrêmement importantes. Cependant, les étudiants vont se heurter à des pans spécialisés dès la licence et la maîtrise, ce qui altère leur curiosité, leur ouverture d'esprit, le développement de leur esprit critique et le développement des outils et des connaissances permettant de choisir leur accès au troisième cycle avec beaucoup de motivation.

Nous, universitaires, avons une grande difficulté à gérer les interfaces. Dans le domaine de la biologie, les interfaces sont nombreuses avec la physique, la chimie, les mathématiques et l'informatique et par une sectorisation forte de l'université, nous avons des difficultés à proposer des diplômes à même de générer cette synergie et cette transversalité. Ayant été Président d'université,



j'ai pu me rendre compte qu'il y avait beaucoup à faire en deuxième cycle, tant au niveau des enseignants qu'à celui des enseignements, pour intégrer toutes ces données et permettre aux étudiants de choisir à bon escient et de rentrer dans une réflexion pluridisciplinaire. Cette ouverture d'esprit doit également se manifester en amont de l'université, dans le secondaire. Souvent, les jeunes ont tendance à y opposer les sciences dites exactes aux autres sciences : humaines et sociales. Il est important que la formation en secondaire permette aux jeunes d'apprendre à apprendre, mais également d'apprendre à comprendre, ce qui doit se faire dans une logique d'intégration des disciplines afin de leur permettre de mieux s'orienter.

**Jacques Lévy, Président Honoraire de la Conférence des Grandes Ecoles**

En France, jusqu'à la fin de la Seconde guerre mondiale, les grandes écoles d'ingénieurs ont essentiellement été des écoles professionnelles. L'indicateur le prouvant est la constitution de leur corps enseignant. En effet, dans beaucoup d'écoles, il n'y avait pas de corps enseignant permanent : les enseignants étaient des ingénieurs en place dans l'industrie qui venaient délivrer quelques cours et préparer des étudiants à un métier. En France, nous avons donc pris un certain retard : cette approche a été celle qui présidait à la vie des écoles jusqu'à la fin de XIXe siècle dans la plupart des pays développés. La recherche et la présence d'enseignants permanents étaient déjà très notables en Allemagne, en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis. La France s'y est mise avec un peu de retard, quand il est apparu tout à fait indispensable de développer des activités de recherche propres dans les sciences de l'ingénieur et de disposer, dans ces établissements, d'un corps d'enseignants permanents. Bien entendu, un certain nombre d'écoles qui étaient très proches des universités, comme les écoles de chimie, ont eu une certaine avance sur les autres, mais depuis lors, au cours des 30 dernières années, ce concept s'est partout imposé. Par nature, les sciences de l'ingénieur sont pluridisciplinaires et recherchent les synergies. Dans un certain nombre de cas, nous retrouvons les difficultés de la gestion des interfaces et la rigidité des classifications.

Concrètement, sur le plan historique, la période de mise en place du dispositif est celle des années 1970 à 1990. Les établissements ont aujourd'hui la possibilité de faire reconnaître les travaux de recherche sur le plan académique et de les animer par des contacts très étroits avec l'industrie, notamment sur des contacts de type contractuel. Pour la reconnaissance académique, il existe deux dates très importantes : la première est 1974 où nous avons pu être associés à des DEA, ce qui a permis de reconnaître la contribution à la recherche des laboratoires des écoles, et 1984 où une loi a supprimé la distinction entre le diplôme de docteur ingénieur, le doctorat d'Etat et le diplôme de docteur de troisième cycle. Par ailleurs, les écoles ont été mieux placées que d'autres pour entretenir des liens très étroits avec l'industrie et baser leur stratégie de recherche sur des relations contractuelles avec elle. De ce point de vue, un contrat est par définition une recherche de synergies et nous pouvons donc penser que la formation à la recherche remplit bien ce rôle. Nous pouvons donc considérer, à l'heure actuelle, que la formation à la recherche est une mission fondamentale des grandes écoles. Je pense que c'est, maintenant, un acquis dans la vie de ces dernières. La seule inquiétude que nous pouvons avoir est la difficulté de recruter

des candidats pour exécuter les travaux de recherche. Nous serons peut-être ainsi conduits à chercher à l'étranger des candidats pour travailler dans nos laboratoires.

**Jacques Roland**, Président de la conférence des Doyens des Facultés de Médecine

Dans le domaine de la médecine et de la santé, apparaît une dimension supplémentaire pour la recherche : la dimension humaine. La finalité oblige à l'éthique et nous comprenons combien il est nécessaire d'encadrer cette recherche, surtout clinique.

En médecine, il existe à la fois une aspiration à l'interdisciplinarité et à la pluridisciplinarité.

L'interdisciplinarité conduit à mélanger, chez la même personne, un certain nombre de cultures, et éventuellement conférer plusieurs aptitudes. Nous devons donc déceler chez le jeune étudiant la capacité à regarder « à côté » et la développer. Souvenons-nous de la réflexion d'Hervé Guibert : « Il faut de l'imagination pour regarder la réalité ». N'oublions pas non plus la phrase d'Einstein : « Inventer, c'est regarder à côté ». Nous devons donner aux jeunes ce regard « oblique » et les faire transgresser les bordures de leur petit pré carré. Mais tout spécialement en médecine, il faut apprendre à nos étudiants à ne pas se contenter du regard scientifique froid, en considérant toujours l'être humain en filigrane des problèmes posés. Nous devons donc ajouter à la liste de nos sciences fondamentales, philosophie et sociologie. Cette évolution est en train de s'accomplir, ce dont je me réjouis. Cependant, le balancier ne doit pas être relancé trop loin : en reprenant la phase fameuse de Rabelais, « science sans conscience n'est que ruine de l'âme », nous pouvons comprendre la méfiance, voire les craintes de l'opinion au sujet des effets potentiels des recherches biologiques. Mais il serait absurde de rester dans cette attitude timorée qui freine les découvertes positives, je rappellerai Jean Bernard : « Conscience sans science était parfois bien inutile ». Ceci nous conduit au défi de la maîtrise de nos résultats, et oblige à l'excellence.

La pluridisciplinarité est, à mon sens, un objectif encore plus important. En effet, pour affronter ce défi de la recherche, il faut nous associer les compétences, ce qui ne s'improvise pas. Dans les équipes, nous devrions avoir la possibilité et la liberté, d'embaucher des personnes d'origines scientifiques différentes. Par ailleurs, nous devons décloisonner nos études. Dans le cadre de cette période et de ce climat de réforme des études médicales, je plaide pour d'autres solutions que celles que nous avons adoptées pour la sélection des étudiants. Est-il raisonnable de masser des jeunes tout de suite après le bac pour qu'ils passent une année à s'éliminer entre eux ? Nous devrions ouvrir nos études à d'autres filières professionnelles, spécialement à l'entrée deuxième cycle, et nous devrions créer des troisièmes cycles communs avec d'autres professionnels. Ainsi, en plus des brillants jeunes bacheliers recrutés au départ, il faut que nous ouvrons nos études aux infirmières, kinésithérapeutes, ingénieurs, pharmaciens, tous ceux qui, tout autour, peuvent nous apporter l'oxygène dont nous avons besoin ; nous leur communiquerons notre culture et je crois que nous arriverons ainsi à une synthèse positive. En fait, ce système d'entrée directe en deuxième

cycle des études médicales existe déjà à l'échelon national, mais il y a seulement douze possibilités pour l'ensemble de la France. En général, il s'agit d'ingénieurs : cette année, par exemple, plusieurs normaliens, plusieurs polytechniciens, des pharmaciens et des ingénieurs sont candidats. Notre désir est que dans chaque faculté de Médecine, une partie de l'entrée soit réservée à des étudiants « bac plus 3 », qui pourraient faciliter chez nous l'interdisciplinarité si souhaitée et créer les bases de la pluridisciplinarité.

**Général Jean Novacq**, Directeur général de l'Ecole Polytechnique

Dans le nom de l'Ecole, je crois que l'élément important est le préfixe « poly ». Dès l'origine, les pères fondateurs avaient insisté sur le caractère polydisciplinaire des études de l'Ecole. Aujourd'hui, nous serions même aller à l'excès, puisque l'on pourrait reprocher à l'Ecole un enseignement omnidisciplinaire. Nous nous employons, bien entendu, à corriger ces excès. Nous enseignons à l'Ecole les mathématiques, les mathématiques appliquées, l'informatique, la physique, la chimie, la biologie, la mécanique, l'économie et les langues, et nos étudiants étudient toutes ces matières en même temps. Par ailleurs, nos élèves ont quasiment l'obligation de suivre des études dites d'humanité ou de sciences sociales, telles la philosophie, la psychologie, la peinture, la gravure, l'histoire, l'économie, le cinéma, la musique, etc. L'ambition de notre projet pédagogique est de faire de nos élèves les honnêtes (au sens du XVII<sup>e</sup> siècle) hommes et femmes d'aujourd'hui. N'oublions pas la formation des âmes : pour nos élèves, nous insistons beaucoup sur leur formation humaine, à travers le sport et un stage leur permettant d'appréhender la réalité sociale du pays et de faire l'apprentissage des responsabilités.

Ce projet pédagogique pourrait paraître « ringard », dans un modèle dominant caractérisé par la spécialisation précoce. Je crois qu'au contraire nous avons un temps d'avance dans le paysage universitaire mondial. Bien sûr, il existe chez nous quelques inconvénients, comme la difficulté d'accueillir des étudiants étrangers qui sont formés par un autre moule que la polydisciplinarité. Nous ne pouvons pas, non plus, avoir une base très large et approfondir en même temps. En revanche, les avantages sont considérables. Compte tenu de l'accélération des techniques et des progrès technologiques, je crois qu'il est excessivement important et primordial que nos futurs ingénieurs, chercheurs ou cadres possèdent une base scientifique très large, de façon à pouvoir s'adapter au progrès technologique. Ensuite, nous formons des jeunes qui sont capables d'esprit de synthèse et qui peuvent croiser et fertiliser les différentes disciplines entre elles.

Notre centre de recherche est à l'image de l'enseignement de l'Ecole, c'est-à-dire très pluridisciplinaire. Nous avons vingt-quatre laboratoires couvrant pratiquement tout le champ des disciplines, avec l'avantage que tous ces laboratoires sont situés sur le même site : les chercheurs se voient donc entre eux et communiquent, au-delà même des réseaux. Je crois que l'avancée des sciences se fait actuellement à l'interface entre les différentes sciences. Ainsi, nous venons de créer un laboratoire qui s'appelle LOB, O comme optique et B comme bioscience. Nous avons également le projet de renforcer la recherche mariant l'informatique et les sciences du vivant. Quant à notre école doctorale, elle est soumise au même problème de cloisonnement que les autres, même si les

doctorants issus de l'Ecole sont par nature multidisciplinaires. Enfin, nous avons le projet de développer une formation courte à la recherche, de l'ordre d'un an ou un an et demi, qui permettrait aux étudiants d'appréhender ce que peut apporter l'esprit de la recherche dans une vie professionnelle.

Cette courte présentation avait pour but de montrer que la pluridisciplinarité dans la recherche, mais aussi dans l'enseignement, est d'ores et déjà une réalité à l'Ecole polytechnique. C'est un de ses atouts sur lequel elle doit s'appuyer et qu'elle doit faire fructifier, car à coup sûr, c'est la voie de l'avenir dans l'enseignement supérieur.

**Etienne Guyon**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Paris

J'avais l'intention de me situer par rapport à vous en tant que chercheur s'intéressant à des problèmes de génie civil, afin de mettre en avant l'importance de la pluridisciplinarité. Quand on pense génie civil ou matériaux de construction, on pense d'abord à une thématique « mécanique ». Le thème des matériaux de constructions concerne cependant non pas simplement la mécanique, mais la physico-chimie, la physique fondamentale...etc. Mais il s'agit aussi tout autant d'une thématique des sciences de l'homme par ses enjeux et les problèmes posés. Par exemple, j'ai consulté il y a quelques jours une thèse d'archéologie portant sur l'utilisation de la brique crue en Mésopotamie ; il aurait été sans doute intéressant d'avoir dans le jury un spécialiste actuel des matériaux de construction ou des matériaux argileux.

Mais, parlant à la suite de collègues responsables d'Universités et d'Ecoles, je pense devoir parler de l'Ecole normale car c'est un exemple presque unique d'un espace où cohabitent à égalité des scientifiques et des littéraires. Effectivement, la pluridisciplinarité ne s'impose pas, mais se vit et la meilleure façon de la pratiquer est de faire vivre ensemble les personnes de formations et d'intérêts différents.

Nous avons parlé tout à l'heure des TPE et des TIPE comme un exemple d'enseignement personnalisé favorisant l'ouverture interdisciplinaire. De ce fait, les TIPE ne fonctionnent pas bien effectivement. Dans les concours tels que nous les vivons actuellement, les étudiants se donnent un thème mais passent leurs temps sur Internet où ils trouvent des bouts de documents dont l'ensemble constitue un TIPE. Je crois que nous devons à nouveau imposer la science expérimentale et la technique dans ce genre d'exercice. Nous avons besoin de recruter des gens curieux et imaginatifs, plus que de simples spécialistes d'Internet.

Le croisement des disciplines scientifiques et littéraires peut se faire à travers l'histoire et la philosophie des sciences. Un rapport récent élaboré par le professeur D. Lecourt vise à donner à tous les étudiants scientifiques une formation de base en philosophie et en histoire des sciences. Dès la rentrée 2000, un certain nombre de postes de maîtres de conférences seront créés pour assurer cet enseignement. Je crois que c'est mesure saine.

Dans le même temps, il est tout aussi important que nous cherchions quel type de formation de base en sciences il convient de donner à des littéraires et à des philosophes. A l'Ecole normale, nous avons mis en place un cycle de conférences pour nos élèves philosophes, qui sont cependant souvent beaucoup

plus préoccupés de l'histoire de la philosophie que d'insérer la philosophie dans les grands problèmes des sciences et des techniques. Après guerre, l'agrégation de philosophie contenait au moins un certificat de science, qui a aujourd'hui disparu, et c'est bien dommage.

Concrètement, trois actions peuvent être mises en œuvre.

Premièrement, nous devons mettre en application intelligente le projet de Claude Allègre sur l'histoire et la philosophie des sciences, ne pas construire une communauté isolée d'historiens des sciences, mais créer une communauté d'enseignants chercheurs qui devront participer largement aux activités de départements scientifiques et littéraires.

La deuxième action concerne le sacré saint diplôme. Bien que nous demandions à nos élèves d'être « atypiques », ouverts et originaux, le jour où il est question de diplôme, les étudiants redeviennent scolaires. Il est donc nécessaire de créer des diplômes, ou des éléments de diplômes, qui incluent des options ouvertes. L'Ecole normale supérieure et l'Ecole normale supérieure de Lyon se sont efforcées de maintenir l'esprit original des TIPE (travaux d'initiative personnelle). Elles sont pratiquement les seules parmi les grandes écoles à le faire.

La troisième action est l'évaluation transverse dans la recherche. Imposons donc dans les jurys de thèse un membre « incompetent ». Par exemple, il y a quelques jours, Guy Ourisson et moi-même étions membres de jury d'une habilitation sur la gastronomie moléculaire où siégeait un grand chef cuisinier ! Il faut imposer, dans la recherche, des curieux extérieurs au domaine qui ne se contentent pas de poser la petite question à la fin qui, autant que possible, les met en valeur mais qui soient véritablement associés au projet et à l'évaluation de la thèse et qui apportent les dimensions historiques, philosophiques et pluridisciplinaires, ainsi qu'un regard transverse par rapport au sujet.

Nos réseaux ne sont pas uniquement à établir entre universités françaises, car ils sont déjà largement européens. Pour les écoles doctorales de la région parisienne, il existe actuellement un risque de renfermement des établissements sur eux-mêmes puisque les directives ministérielles imposent des écoles doctorales de site. L'Ecole normale supérieure a d'ailleurs refusé de constituer une école doctorale, à la différence de l'Ecole Polytechnique, à qui cela a été imposé, parce que nous pensons que les réseaux que nous souhaitons construire sont des réseaux inter-universitaires. Paris et l'Ile de France sont tellement grands que de vouloir constituer une structure autonome à l'intérieur de chaque établissement d'enseignement supérieur parisien, alors même que nos traditions universitaires font que nous travaillons entre Grandes Ecoles et Universités, me semble présenter un risque certain d'isolement d'autant que les universités ont perdu la large pluridisciplinarité qui en faisait la force.

**Luis Manjon**, Membre du Conseil économique et social

Président Mérindol, quelles seraient les raisons pour lesquelles les étudiants étrangers pourraient être plus attirés par l'Europe ou la France plutôt que par les Etats-Unis ? Y a-t-il chez nous des matières, des synergies ou des conditions de travail spécifiques ?

**Jean-Yves Mérindol**, Président de la Commission de recherche de la Conférence des Présidents d'Université

Concernant les étudiants de troisième cycle, le point crucial est, bien entendu, la qualité de la recherche et des laboratoires ainsi que la perception de cette qualité. Effectivement, il manque en France, voire en Europe, une vitrine permettant de mettre en avant les grands plateaux de laboratoires, de structures, etc. Il existe un manque de visibilité internationale de ces recherches de qualité. Lorsque l'on interroge les étudiants, nous nous rendons compte qu'un élément attractif extraordinaire est la vie culturelle européenne. Cependant, les étudiants reprochent le manque de possibilités, à tous les niveaux, dans les entreprises ou dans le monde universitaire, de prendre des initiatives personnelles rapides et reconnues. Nous devons, en France, donner plus vite aux jeunes des chances de réussir, même après quelques échecs. Le système français est un système très scolaire où l'échec à un moment donné ne laisse plus de place à une nouvelle chance. Les carrières les plus encouragées sont les carrières rapides. On sait que les décideurs de demain se décident trop souvent dès avant la classe de terminale.

**Etienne Guyon**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Paris

J'ajouterai une simple question matérielle. Le système américain est payant, et il est difficile d'obtenir des bourses ou des jobs permettant de payer ses études. En France, les études sont soi-disant gratuites, mais il faut, malgré tout, payer son logement, sa nourriture, etc. et il est extrêmement difficile d'avoir une bourse et quasiment impossible de trouver un job.

**Thierry Jeantet**, Membre du Conseil économique et social

Vous avez tous cité les laboratoires que vous avez créés, suscités ou développés et vous avez tous évoqué la notion de réseau. Les laboratoires de vos différentes écoles et universités sont-ils en réseau ou sont-ils restés cloisonnés ?

**Etienne Guyon**, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure de Paris

Nos réseaux ne sont pas uniquement entre universités, mais ils sont actuellement européens. Pour les écoles doctorales de la région parisienne, il existe actuellement un risque de renfermement des établissements sur eux-mêmes. L'Ecole normale a d'ailleurs refusé de constituer une école doctorale, à la différence de l'Ecole polytechnique, parce que nous pensions que les réseaux que nous souhaitions construire étaient des réseaux universitaires. Paris et l'Ile-de-France sont tellement grands que de vouloir constituer une structure autonome à l'intérieur d'un établissement d'enseignement supérieur alors même que nos traditions universitaires font que nous travaillions entre grandes écoles et universités me semble présenter un risque certain.

**Dominique Ducassou**, Conseiller régional d'Aquitaine

Les éléments forts des réseaux sont souvent les laboratoires mixtes entre les organismes de recherche, les laboratoires universitaires et les entreprises. Un certain nombre d'exemples montrent que ces laboratoires sont des nœuds de réseaux par rapport à des problématiques soulevées dans d'autres laboratoires. Ainsi, nous sentons la mise en synergie de ces laboratoires dans une stratégie bien précise.

**Général Jean Novacq**

A titre d'exemple, l'Ecole Polytechnique et l'Ecole Normale Supérieure de Paris ont des laboratoires en commun. Par ailleurs, nous avons des chercheurs qui sont enseignants dans l'une et chercheurs dans l'autre et *vice et versa*. Le risque, auquel Etienne Guyon faisait allusion, dans la création d'une école doctorale de site ne nous a pas échappé. Nous étions d'ailleurs partis sur le principe de participer à plusieurs écoles doctorales sur toute la région parisienne, mais on nous a pratiquement imposé d'ouvrir une école de site.

Nous nous attacherons donc à conserver les liens très étroits que nous avons avec toutes les écoles doctorales. Il n'y aurait pas pire cheminement que de se replier sur nous-mêmes.

**Jacques Roland**, Président de la conférence des Doyens des Facultés de Médecine

Les facultés de Médecine tentent de faire face à un problème qui rejoint votre question : celui des thèses en cotutelle. Si nous avons vu les universités françaises signer des accords avec les universités italiennes, nous avons beaucoup plus de difficultés ailleurs ; l'Université franco-allemande, de création récente, n'a pas mis au point un modèle. Ces thèses en cotutelle me paraissent un merveilleux instrument pour travailler en réseau et pour échanger nos chercheurs. Je crois qu'il faut que nous adoptions une politique volontariste dans ce domaine.

**Jacques Lévy**, Président Honoraire de la Conférence des Grandes Ecoles

Je voulais souligner l'efficacité d'un certain nombre de dispositifs institutionnels pour favoriser la constitution de réseaux. J'ai déjà mentionné la cohabitation des DEA, qui a permis de constituer des réseaux entre les laboratoires d'écoles et universitaires. Il existe également en France l'aspect contractuel. En effet, les actions concertées de la DGRST ont été extrêmement efficaces pour constituer des équipes de laboratoires universitaires français avec des industriels français. Ensuite, il faut insister sur la grande efficacité des contrats européens. Cependant, ces derniers favorisent les contacts internationaux, mais défavorisent les contacts nationaux, car il est demandé aux candidats de présenter une équipe de plusieurs laboratoires européens. Ces dispositifs institutionnels s'avèrent d'une grande efficacité pour constituer les réseaux auxquels il est fait allusion.

**Jean-Yves Mérindol**, Président de la Commission de recherche de la Conférence des Présidents d'Université

Pour moi, un laboratoire est une structure qui doit disposer d'une certaine forme de pérennité et de stabilité sur une période d'une dizaine d'années, avant d'être renouvelée ou non. De ce point de vue, la proximité géographique est importante. J'ai donc du mal à croire à la pérennité dans le cadre de réseaux de grande distance. En revanche, il est important d'arriver, sur un intervalle de temps de 3 ou 4 ans, à monter des projets entre laboratoires. Dans ce cas, la notion de réseau international est extrêmement fructueuse.

**Jean Lunel**, Membre du Conseil économique et social

J'aimerais que Guy Ourisson nous parle de « Scientia Europaea », qui est une initiative intéressante et originale au niveau des synergies de la recherche.

**Guy Ourisson**, Président de l'Académie des Sciences

« Scientia Europaea » est une initiative de l'Académie des sciences, prise il y a 6 ans, avec le soutien financier et organisationnel de la Fondation Rhône-Poulenc de l'Institut de France. 50 chercheurs européens de moins de 40 ans - pour qu'ils disposent de 30 ans devant eux pour travailler ensemble et constituer les réseaux dont il est question - se réunissent pendant 3/4 jours une fois par an, dans un cadre interdisciplinaire (physique, chimie, biologie, etc. ). Ils viennent de 33 pays, de la Géorgie à l'Irlande, jusqu'à Israël vers le Sud. La démarche est tout à fait élitiste, puisque les participants sont choisis dans une liste de 400 « nominés » fournie par les différentes académies européennes, parmi les meilleurs de leurs chercheurs. La règle est de n'y aller qu'une seule fois pour n'assister qu'à très peu de conférences – 3 en 3 jours – mais beaucoup de temps est consacré aux discussions et à la recherche de coopérations.

**Philippe Dechartre**, Ancien ministre – membre du Conseil économique et social

Quelle est la langue dominante dans ces entretiens ? Est-ce l'anglais ?

**Guy Ourisson**

La langue unique est l'Anglais : il n'est pas possible de faire se parler un géorgien, un israélien et un finlandais autrement.

**Jean-Jacques Duby**, Directeur général de SUPELEC

En conclusion de ce chapitre, j'ai noté un accord sur le fait que l'innovation non seulement scientifique mais également technique et sociale, nécessite des synergies de disciplines (dures, sociales, philosophiques), des origines (sociales, formation) et des approches (théorique, expérimentale, pédagogique). Tout le monde a reconnu les difficultés qui existaient au niveau du supérieur, mais également du secondaire, venant des cloisonnements disciplinaire, administratif, institutionnel et géographique. Ont également été mentionnées des réussites, comme les écoles doctorales, les écoles d'ingénieurs, les réseaux nationaux et européens de laboratoires, des opérations comme la « Main à la pâte » ou « Scientia Europaea » ; des suggestions pour aller plus loin, comme les thèses en cotutelle, les diplômes non scolaires et les incompetents dans les jurys.





### Les métiers de la recherche

**Guy Paillotin**, Conseiller auprès du Haut Commissaire du Commissariat à l'Energie Atomique

Je me félicite que le Conseil économique et social ait décidé de se pencher sur notre dispositif de recherche.

Je dois dire que Catherine Bréchnac et moi-même participons à cette séance avec un peu d'émotion car le dernier travail global effectué par votre Conseil sur la recherche était animé par notre ami Jean Teillac.

Je passe sans plus tarder la parole à Yves Farge.

**Yves Farge**, Conseiller auprès du Directeur général du CNRS

Pour parler des organismes et des métiers de la recherche, je voudrais d'abord me livrer à une petite classification des différents modes de travail de recherche.

Nous avons coutume de distinguer la création de connaissances et la recherche appliquée, qui est l'intégration de connaissances pour développer des produits et des procédés. La création de connaissances peut être soit déductive – lorsque la connaissance vient d'elle-même – soit inductive – quand la connaissance est créée à partir de demandes économiques, sociales ou technologiques. Quant aux organismes de recherche, nous pouvons en distinguer deux types : des organismes à vocation généraliste, comme le tandem universités/CNRS, sachant que 90 % des laboratoires soutenus par le CNRS sont situés dans des établissements d'enseignement supérieur, et des organismes à vocation spécialisée que sont l'INSERM, dans la biologie/médecine, l'INRA, dans l'agronomie, le CEA, dans le nucléaire, ou le Centre scientifique et technique du bâtiment, dont le rôle va jusqu'à la réglementation et la certification d'un certain nombre de produits ou de procédés du bâtiment. Existente également des agences (l'ANVAR et l'ADEME), qui interviennent dans le champ de l'aide aux entreprises et de l'environnement. Ainsi, différentes facettes existent dans les métiers de la recherche.

Nous voyons se mettre en place de plus en plus de réseaux car les problèmes sont d'une complexité croissante, non seulement pour ce qui concerne les problèmes économiques et sociaux, mais également pour ce qui concerne les recherches de la connaissance pour la connaissance. En tout cas pour ce qui concerne l'industrie et les organismes de recherche orientée, on assiste à un recentrage sur le métier de base, consistant à développer des connaissances qui seront intégrées dans le but d'apporter des solutions à des problèmes très précis avec une logique de perfusion intellectuelle permanente sur les meilleurs laboratoires disciplinaires ou pluridisciplinaires de recherche fondamentale, qui ont pour rôle majeur de créer des connaissances.

Ainsi, ces organismes de recherche vont être en interaction de plus en plus forte avec le système universités/CNRS. Le recentrage des premiers est très lié à une logique de projets qui va associer beaucoup de monde. En tout état de cause, pour ce qui concerne le dispositif de recherche français, nous pouvons dire que les sciences et les technologies évoluent beaucoup trop vite pour procéder à des

redécoupages entre ces organismes afin que chacun dispose d'un champ légitime dans lequel il serait autonome et indépendant. Il n'existe pas d'autres solutions que de les faire travailler ensemble sur des projets qu'ils auront autogénérés entre eux ou qui leur auront été proposés à travers un certain nombre de mécanismes. Par exemple, dans le domaine de la recherche biomédicale, de grands progrès doivent être entrepris car le travail n'est pas suffisamment développé entre la recherche clinique, l'INSERM ou d'autres organismes de recherche plus fondamentaux dans le domaine de la biologie.

Quant au rôle du politique et d'un ministère, je pense qu'il serait temps de travailler sur des logiques de gestion moderne qui ne sont plus des logiques uniquement de partage de pouvoirs et de territoires, mais d'actions et de projets communs. Le fonctionnement du système public français est relativement désadapté par rapport à ce qu'il est possible de voir dans les entreprises les plus modernes.

En termes de métiers de recherche, trois temps spécifiques peuvent être caractérisés, en particulier pour les recherches inductives, pour les organismes publics de recherche finalisée et pour les entreprises.

Il existe d'abord un temps T 0, correspondant à la traduction d'une demande économique ou sociale en projets de R&D. Ce temps, de plus en plus long, n'est pas bien intégré dans la vision d'un certain nombre de décideurs politiques ou économiques qui pensent qu'une demande économique ou sociale est identique à un programme de R&D. C'est faux car il faut procéder à une traduction en programmes.

Le temps T 1 consiste ensuite à bâtir des projets de R&D. Dans le domaine pluridisciplinaire, il est indispensable de se comprendre et d'apprendre la langue des autres et c'est pourquoi ce temps est également assez long.

Enfin, le temps T 2 est le temps de réalisation du projet. Il nécessite des chefs de projet qui sachent écouter les différentes « langues » et cultures des participants et qui ne soient pas obligatoirement eux-mêmes des producteurs de résultats. Ceux qui travaillent dans la recherche disciplinaire vont apprendre de plus en plus d'autres disciplines pour travailler avec d'autres.

Je suis personnellement réservé sur la possibilité de créer dès le départ de bons généralistes : mon expérience personnelle m'a montré que les meilleurs généralistes sont ceux qui ont été les meilleurs spécialistes. Je pense donc plutôt à des développements de carrières qu'à des généralistes qui sortiraient de l'école ou de la thèse, même si nos étudiants doivent bénéficier d'une culture un peu plus large que celle qu'ils ont actuellement. Le deuxième type de métiers qui sera de plus en plus important est celui des personnes qui traduisent des demandes économiques ou sociales en programmes de recherche. C'est un travail long et difficile. Le troisième type de métier est l'élaboration de projets de recherche avec des participations et des objectifs multiples. Ainsi, nous allons vers un élargissement des métiers de la recherche, ce qui pose toute la question des procédures de gestion des carrières des différents métiers de la recherche. Nos procédures actuelles sont monodisciplinaires et ne sont pas très bien adaptées à d'autres approches.

**Catherine Brechignac, Directeur général du CNRS**

Le CNRS est un organisme important de recherche : il emploie 26 000 personnes et son budget annuel est de 15 milliards de francs. Il était un peu trop gros pour l'hexagone, mais il a pris sa place et sa mesure dans l'Europe. La position des organismes français vis-à-vis de l'Europe est d'ailleurs un point fondamental qu'il faut discuter.

Le CNRS est un organisme non finalisé présentant deux aspects. Le premier est l'agence de moyens, qui se traduit par le fait que 85 % de nos laboratoires sont des laboratoires installés dans les universités, qui travaillent avec elles plutôt sur un mode contractuel. Le second aspect est celui d'un organisme disposant d'une politique, de laboratoires, de sites et de centres propres. Ces deux aspects sont très importants et la proportion 85 %/15 % me semble maintenant satisfaisante.

Le CNRS est un organisme en interface avec les autres organismes de recherche beaucoup plus finalisés, comme le CEA, l'INSERM, l'INRA, l'INRIA, etc., mais aussi avec des établissements plus petits comme les écoles et les instituts. Notre but est d'aider ces établissements à mener une politique scientifique et à pouvoir disposer d'une recherche hétérogène en sites. Par exemple, nous travaillons avec l'Institut Curie qui n'a pas de personnel propre. C'est un organisme qui travaille dans la recherche sur le cancer et dont 50 % du personnel vient du CNRS et 50 % de l'INSERM. Ce mode de fonctionnement permet une grande flexibilité.

D'après moi, nous devons progresser dans le travail en partenariat entre les organismes de recherche généralistes et des instituts beaucoup plus finalisés. Nous avons proposé au ministre la création d'un département de technologies, en particulier de technologies de l'information et de la communication. En allant au Japon, j'ai d'ailleurs eu une idée de financement original : il s'agit de travailler sur projets et de disposer d'un financement à la fois récurrent et contractuel.

**Claude Griscelli, Directeur général de l'INSERM**

L'INSERM a pour mission de prendre en charge l'ensemble de la recherche médicale et de la recherche en santé. En cela, nous pourrions penser que ses missions sont limitées, mais ce champ est en réalité très complexe et étendu. Bien évidemment, la pluridisciplinarité et la synergie de la recherche s'exercent à l'INSERM pour pouvoir développer la recherche médicale cognitive - celle qui soutient la compréhension des mécanismes intimes des maladies -, la recherche médicale plus finalisée - celle des diagnostics et des thérapeutiques -, mais également la recherche en santé qui recouvre des champs extrêmement larges et comprenant santé et société, santé et environnement, et l'épidémiologie clinique (c'est-à-dire la compréhension des populations de patients en grand nombre). Il est clair que l'INSERM a besoin de sa propre recherche fondamentale, sans exclure l'intégration des résultats de recherche fondamentale issus d'autres organismes, comme le CNRS.

Pour arriver à nos fins, il me semble qu'il existe trois principes qu'il faut développer à l'INSERM : la continuité des recherches, les partenariats et une veille scientifique cherchant à soutenir des champs insuffisamment représentés dans notre pays.

J'ai une foi absolue en la continuité des recherches. Prenons l'exemple de l'hépatite C. Nous savons que 600 000 personnes en France sont atteintes d'une hépatite C ou portent le virus. Nous pourrions décider de prévenir les risques de cette maladie dans le reste de la population française. Cependant, ce but ne peut être poursuivi séparément des autres activités de recherche s'attachant aux causes du cancer du foie des 30 % des porteurs d'une hépatite chronique active C, aux raisons pour lesquelles seuls 70 % des atteintes hépatiques sont sensibles à l'Interferon, aux raisons pour lesquelles nous n'avons pas encore trouvé le moyen de cultiver le virus de l'hépatite C et pour lesquelles nous n'avons pas encore de vaccin. Toutes ces dimensions doivent être simultanément prises en compte, mais doivent être traitées par des acteurs qui se voient, qui se rencontrent, qui se coordonnent et qui mettent ensemble leurs compétences, leur volonté et leur motivation. C'est en ce sens qu'une série d'appels d'offre a été menée à l'INSERM pour favoriser cette continuité des recherches, du plus amont au plus aval, dans le domaine médical et de la santé.

Concernant le second principe des partenariats, l'INSERM peut-il tout seul exécuter tout ce qu'il doit accomplir dans ses missions ? La réponse est négative. Ainsi, l'une des démarches que j'ai voulu entamer dès mon arrivée à l'INSERM, il y a 4 ans, a été d'ouvrir les meilleurs partenariats possibles avec des partenaires « naturels ». Ces partenariats nous ont conduit à une réflexion, une coordination et des appels d'offre. Nous sommes, par exemple, en train de réfléchir avec l'INRA pour proposer au ministère une action concertée sur la nutrition humaine. Claude Allègre a d'ailleurs proposé des liens beaucoup plus étroits entre tous les organismes de recherche et les universités. Par ailleurs, l'INSERM entre désormais dans les contrats quadriennaux des universités.

Enfin, les relations avec les CHU constituent un élément extrêmement important à prendre en compte si nous voulons que la recherche clinique dans les hôpitaux se développe correctement, en concertation avec les missions de l'INSERM. Je n'exclue pas les fondations : avec l'AFM par exemple, nous mettons en place, avec l'aide du ministère, deux appels d'offre sur les maladies rares et sur les cellules souches thérapeutiques.

Le troisième principe est de repérer des champs insuffisamment couverts. C'est ainsi que le Conseil scientifique de l'INSERM a créé six intercommissions nouvelles. Je ne crois pas que nous puissions accepter aujourd'hui une totale liberté de choix thématiques car certains domaines doivent être particulièrement orientés et soutenus. C'est pourquoi nous avons choisi six d'entre eux. Concernant la coordination nécessaire au niveau des sciences du vivant, en 1994, en tant que conseiller de François Fillon, j'ai présenté à l'Académie des sciences les prémices de cette coordination. Ainsi, le moins que je puisse faire aujourd'hui en tant que Directeur général de l'INSERM est de participer activement à cette coordination. Enfin, il est indispensable que nous menions tous ensemble une politique de site, afin que les instituts fédératifs de recherche soient de réels sites d'excellence français dans ce nouvel espace européen..

**Nicole Le Douarin**, Professeur au Collège de France

En septembre 1998, j'ai été chargée par Monsieur Claude Allègre de présider un comité qu'il souhaitait créer et qu'il a appelé Comité de coordination

des sciences du vivant (CCSV). Pourquoi un tel comité ? Devant le paysage scientifique français, nous sommes frappés par le nombre important d'organismes qui se préoccupent des sciences du vivant. Ce Comité reflète justement cette diversité dans sa composition car il comprend les directeurs ou des représentants responsables de chacun de ces organismes ainsi que des spécialistes de haut niveau des différentes branches des sciences du vivant.

Les différents organismes qui s'intéressent aux sciences du vivant en France sont les suivants : le département des sciences de la vie du CNRS, l'INSERM, l'INRA, l'Institut Pasteur à Paris et en province, l'IFREMER, l'IRD, le CIRAD, le CEMAGREF et une branche de l'INRIA qui collabore avec des biologistes dans la discipline nouvelle de la bio-informatique. La mission de ce comité de coordination concernait d'abord l'évaluation de l'activité des organismes. Une autre mission était de conseiller le ministère sur la création d'actions de recherche incitatives. En effet, le ministère s'était réservé des fonds importants dans deux rubriques : le Fonds national pour la science et le Fonds de la recherche et de la technologie. Un certain nombre d'actions incitatives avaient déjà été mises sur pied avant 1998, et plusieurs autres l'ont été par la suite en accord avec les travaux du CCSV. Le nouveau ministre de la recherche a approuvé l'existence de ce comité qui continue donc à fonctionner.

Dans les actions incitatives que le CCSV devait évaluer, celles qui concernent le génome ont été extrêmement amplifiées par des décisions du ministère. L'action génome s'est surtout intéressée à la création et à la réelle mise en activité de la Génopôle d'Ivry. L'idée de cette Génopôle était une association sur un même site d'organismes publics, comme le centre de séquençage qui s'occupe de séquencer le chromosome 14 du génome humain, le centre de génotypage et des organismes privés s'intéressant également à la génomique et donc susceptibles d'établir des collaborations avec les organismes publics.

Il est rapidement apparu que cette Génopôle n'avancait pas beaucoup les recherches dans les grandes villes de province. Par conséquent, sur les conseils du CCSV et en total accord avec le ministère, il a été entrepris la création de génopôles régionales. Le but était de mettre à la disposition des chercheurs des plateaux techniques qui leur permettent d'avancer dans la recherche biologique moderne. D'autres actions ont été mises en œuvre par le ministère et soutenues par le CCSV, telle l'étude de maladies infectieuses. Il s'agit de problèmes de santé publique d'une très grande importance, puisqu'il existe des maladies récurrentes, dues à la résistance des bactéries aux antibiotiques, et des maladies émergentes. Par ailleurs, l'action VIPAL a eu pour but d'étudier les infections au HIV et les infections dues au paludisme, particulièrement dans les régions francophones de l'hémisphère sud.

A ma grande satisfaction, une vraie coordination se met en place entre le CNRS, l'INRA, l'INSERM et le CEA dans ce domaine. Nous avons par ailleurs recommandé le développement des recherches dans le domaine du post-génome. Ce dernier consiste en l'utilisation des ressources heuristiques absolument extraordinaires qui viennent du séquençage du génome pour faire une biologie intégrative, c'est-à-dire pour étudier des systèmes complexes qui sont les véritables systèmes biologiques, comme le fonctionnement de la cellule, la

biologie du développement, la physiologie de l'adulte, la physiopathologie de l'adulte, le vieillissement ainsi que les relations de l'individu avec le monde extérieur.

**Jean-François Minster**, Président de l'IFREMER

L'IFREMER est un organisme de recherche qui travaille sur le domaine de la mer. Cet objet de connaissance le plus fondamental est un sujet complexe à traiter dans une coordination mondiale. L'IFREMER est aussi une agence de moyens se devant d'offrir à la communauté académique des outils technologiques de la meilleure qualité possible. Service public, l'IFREMER est un organisme très proche du monde socioprofessionnel : ces trois derniers mois, j'ai ainsi rencontré une dizaine d'organisations socioprofessionnelles du domaine de la pêche, du parapétrolier ou de l'aménagement du littoral. Plusieurs d'entre elles m'ont parlé de « leur IFREMER », ce qui donne une idée de la proximité que nous avons avec ces organisations socioprofessionnelles. Cette situation soulève la question de la définition du chercheur, telle que nous la discutons aujourd'hui dans les organismes. Comme je viens du CNRS, je sais bien définir le cahier des charges et les critères d'évaluation d'un chercheur académique de rang mondial : nous voulons qu'il fasse de la recherche la plus innovante possible à l'échelle mondiale, qu'il communique et vulgarise, qu'il enseigne et qu'il forme, qu'il anime, gère et dirige et si possible dans des réseaux de partenariats mondiaux.

Seulement, les questions qui se posent dans un organisme comme l'IFREMER ne sont pas toutes celles-là. L'IFREMER est conduit à émettre environ 550 avis d'expertise par an et à mener des études de court terme, locales, en réponse à des demandes de la société ou des milieux professionnels. Ces études alimentent l'expertise, mais ont également besoin d'être alimentées. Elles répondent à des questions complexes, sources de questions scientifiques très fondamentales et proches des questions de la connaissance, qu'il faut traiter dans une logique de projets, organisés, avec des délais courts (souvent de l'ordre du mois), et dont les réponses doivent être alimentées par la bibliographie mondiale. Ces questions sont, sans cesse, renouvelées en méthodologie et en technologie, à partir des progrès des laboratoires de recherche les plus avancés. Leurs réponses sont valorisées sous forme de rapports et constituent des sources d'enseignement et de transfert vers les bureaux d'études. Or, notre difficulté en France est d'identifier cette activité et de donner des critères d'évaluation et une place aux chercheurs qui la pratiquent. Nous savons mal tirer parti de la médiation allant de l'analyse des questions qui émergent dans ce cadre pour les transférer vers la recherche la plus pointue. Nous avons, par ailleurs, des difficultés à moderniser les équipes.

Ainsi, je pense que nous devrions, beaucoup plus ouvertement dans nos organismes de recherche, identifier, parmi les métiers de la recherche, ce métier de chercheur menant des études et reconnaître qu'il a sa place dans le dispositif.

**Guy Paillotin**, Conseiller auprès du Haut Commissaire du Commissariat à l'Energie Atomique

Il existe bien sûr des causes, externes au monde de la recherche, à l'évolution des métiers. Or ce qui est frappant et normal pour les organismes

publics de recherche, c'est la demande de bien public sans cesse accrue à laquelle ces organismes répondent. A mon avis, c'est effectivement l'irruption du citoyen directement dans le monde de la recherche qui est le plus frappant au cours de ces cinq dernières années et qui ira croissant. Cette évolution implique que les chercheurs puissent interagir beaucoup plus efficacement avec la société dans son ensemble, et pas seulement avec les pouvoirs publics. C'est un des éléments qui doit pousser les chercheurs vers l'enseignement qui leur permettra de se former à un langage compréhensible de tous.

Par ailleurs, l'évaluation de nos chercheurs doit être revue : en effet, je la trouve, en elle-même, beaucoup trop individuelle, ce qui est une limite importante à l'intégration d'une politique de projets.

**Françoise Girault**, Directeur du Bureau Europe de l'Agence nationale de la recherche et de l'étymologie (ANRT)

Monsieur le professeur Griscelli a terminé ses propos en disant qu'il était indispensable de mener une politique de site dans l'espace européen. Estimez-vous que cette politique n'existe pas ? Que faudrait-il faire ?

**Claude Griscelli**

La politique de site existe. En tout cas, je la soutiens fortement à l'INSERM. Des instituts fédératifs de recherche ont été créés pour réunir l'ensemble des organismes concernés, les universités et souvent, pour ce qui concerne l'INSERM, le monde hospitalier, le monde industriel n'étant pas du tout exclus. Ce concept, qui existe déjà depuis 10 ans, a évolué très modestement. En réalité, ces instituts fédératifs sont des confédérations. Il reste encore beaucoup de cloisonnement entre les laboratoires et les équipes. Or pour atteindre l'excellence, il faudrait plusieurs actions à même de faire évoluer ces instituts fédératifs. En premier lieu, il faudrait rompre les cloisonnements et passer de la confédération à une véritable fédération. Ensuite, il faudrait mettre en place les plateaux techniques communs, à condition d'en avoir les moyens, de vouloir les mettre en commun et d'avoir les hommes pour les faire fonctionner. Je suis personnellement très inquiet de la médiocrité des plateaux techniques et des sites aujourd'hui en France. Les grands instruments de la biologie n'ont pas encore trouvé leur mesure et je crois qu'il est indispensable que les organismes se concertent sur ce point et que le ministère se préoccupe de ces plateaux techniques. Cela est d'autant plus important que dans le nouvel espace européen, un chapitre important concerne la mise en réseaux des pôles d'excellence au niveau européen. Nous devons renforcer les sites de façon cohérente et intelligente.

**Yves Farge**

Je fais partie du Comité d'évaluation du quatrième programme cadre qui va avancer des recommandations pour le sixième programme cadre et également pour l'ensemble de la politique de recherche européenne. Il est évident que la construction de l'espace scientifique européen est une dimension nouvelle. Il existe d'une part la logique de centres d'excellence qu'il faut approfondir et d'autre part des logiques de coordination entre organismes et agences au niveau européen. Quels sont les meilleurs outils pour ce faire ? En termes d'agences



dans le domaine de l'environnement, nous avons *grosso modo* 15 programmes plus 1 et une absence de coordination très malsaine. Quel type d'outils de coordination devons-nous utiliser qui ne soient pas des outils plaçant une structure par-dessus d'autres structures, mais qui s'inscrivent dans une logique d'incitation ? Ces questions sont nouvelles et sont aussi valables pour le CNRS, l'INRA, l'INSERM : pouvons-nous avoir de plus en plus de laboratoires associés étrangers ?

**Paul Caseau**, Membre du Conseil pour les Applications dans l'Académie des Sciences

Je veux rebondir sur les propos de Monsieur Griscelli car ma lecture du rapport Busquin n'est pas tout à fait la même que la sienne. Je pense que le rapport Busquin a voulu substituer à la vision verticale du quatrième et du cinquième programme une version plus transverse. Il a donc défini la notion de centre d'excellence et il s'est aperçu que ce dernier pouvait être une tour au milieu d'un désert. Il a donc substitué à la notion de centre d'excellence celle de réseau, ce dernier étant bien davantage la façon pour un pays ou un ensemble de pays de constituer un ensemble qui atteigne le quantum, que la réunion de centres d'excellence. Ce qui est demandé à la France est moins de savoir si elle a des centres d'excellence, au niveau où Busquin les voit, que de savoir si elle est capable de constituer des ensembles, en fabriquant des réseaux qui atteindraient cette taille. Qu'est-ce que Busquin appelle un réseau ? Il mélange plusieurs idées. Nous pouvons appeler réseau des gens réunis autour d'un programme et des projets communs, ce qui est au fond une des premières idées naturelles.

Le Commissaire Busquin introduit également la notion de plateaux techniques communs et de réseaux informatiques du type américain. Un défi pour l'organisation européenne est donc d'arriver à constituer des réseaux dans ce double sens, qui seront les objets d'excellence que Bruxelles reconnaîtra. Dans le cas contraire, le mouvement irait tout à fait dans le mauvais sens et consisterait pour chacun à faire émerger quelques cathédrales dans le désert et à dire qu'elles vont faire des ponts au-delà des frontières. Cette interprétation est bien celle de Bruxelles.

**Alain Pompidou**

Philippe Busquin, qui n'est pas familier de tous, est le commissaire belge chargé de la recherche pour la Commission européenne. Il a élaboré une communication de la Commission s'appelant « Vers un espace européen de la recherche » et destinée à lancer la concertation. Elle a d'ailleurs fait l'objet d'une adoption lors des Conseils des ministres de la recherche le 15 juin dernier. La situation des cathédrales isolées dans le désert est certes difficile. Néanmoins, le principe de cohésion de la politique de recherche de l'Union européenne aboutit du fait que les meilleurs doivent aider les moins bons. Toute la difficulté est donc d'arriver à constituer, à partir des centres d'excellence, des réseaux plus larges dans lesquels chacun apporte ses compétences. Ces éléments incitatifs sont les programmes de recherche communautaires et la mobilité des chercheurs en Europe. Enfin, en ce qui concerne le Conseil du 15 juin, ont été adoptés la mise au point d'indicateurs d'évaluation des performances fondés sur le *benchmarking*, le réseau transeuropéen de communication électronique en 2001,

la mise sur pied d'une cartographie des centres d'excellence pour le sixième programme cadre, l'observation de la manière dont vont se coordonner les programmes nationaux sans remettre en cause la cohérence du programme cadre et enfin la mise en place d'un brevet européen.

**Marie-Odile Paulet**, Membre du Conseil économique et social

Qu'a-t-on à prendre dans le contenu des métiers de chercheurs tels qu'ils sont conçus dans d'autres pays d'Europe ? Dans notre conception française des métiers de la recherche, qu'est-ce qui peut être aussi intéressant par rapport à ce que nous observons dans les autres pays d'Europe ? Quels sont les points forts et les originalités de chacun ? Par ailleurs, quand on parle des métiers de la recherche, on pense d'abord chercheur, mais il ne faut pas oublier les autres intervenants de la recherche comme les ingénieurs de la recherche.

**Alain Pompidou**

C'est effectivement un point très important, puisqu'il la fait l'objet de débats au sein de notre section. A côté des chercheurs, c'est-à-dire les prédoctorants, les doctorants, les postdoctorants, il existe également toute une infrastructure logistique des cadres techniques et administratifs qui représente un poids extrêmement important. Dans le cadre des projets de recherche, de la coordination des programmes, des interactions et de la mobilité européenne, la nature des liens entre les chercheurs titulaires d'un doctorat et le personnel technique mérite une réflexion.

**Claude Griscelli**

Monsieur Caseau, j'ai bien sûr la même lecture que vous du rapport Busquin, d'autant que je l'ai lu plusieurs fois et que j'ai dû le commenter. Ce qui nous distingue, c'est que vous voyez avant tout le réseau à constituer. Or, je n'ai fait que parler dans mon intervention de coordination, c'est-à-dire de la volonté de mettre en place des réseaux nationaux, et cela dans un contexte européen. Cependant, mon sujet d'inquiétude concerne les têtes de réseaux nécessaires à l'efficacité des réseaux. Ces têtes de réseaux sont précisément les centres. Je ne doute pas que ces derniers existent dans le domaine de la physique, des mathématiques, etc. mais dans le domaine de la recherche médicale et de la recherche en santé qui me concerne, ils sont encore insuffisamment organisés dans notre pays. Or pour intervenir dans le réseau européen, ils sont obligatoires.

### **Catherine Bréchignac**

L'Europe scientifique n'existe pas encore : Bruxelles ne donne que 5 % de l'argent par rapport au 95 % des Gouvernements nationaux. Busquin a demandé au groupe des Présidents et directeurs d'organismes européens ce qu'ils pensaient des centres d'excellence et nous lui avons répondu que chaque pays demanderait 10, 20 ou 30 centres d'excellences, ce qui, multiplié par 15, ne serait pas suffisamment visible. L'idée de partir sur une politique de réseau et d'avoir des têtes de réseaux pour les animer nous a semblé en revanche beaucoup plus intéressante. Il nous a par ailleurs demandé de mener des opérations communes au niveau européen, c'est-à-dire de définir les priorités scientifiques de chacun des pays et de déterminer ensuite des projets pour travailler dans des domaines où chaque pays mettra de l'argent en fonction du principe de subsidiarité. Il s'agit donc plutôt d'une construction à partir de ce qui se fait déjà dans les pays et d'utiliser les 5 % de l'Europe pour établir des liens.

### **Guy Ourisson**

Je voudrais répondre à la question de Madame Paulet en portant le témoignage d'une carrière dans le milieu. Il est certain que le support technique n'a cessé de diminuer. Quand j'ai commencé ma carrière d'enseignant, il y avait des assistants de cours fort utiles pour faire des expériences et qui n'existent pratiquement plus. Dans les laboratoires, il y avait des garçons de laboratoires et toute une hiérarchie technique qui a diminué, mais heureusement pas disparu. Cette situation a conduit à un transfert de responsabilités élémentaires mais essentielles sur les chercheurs. Lorsque j'ai travaillé dans des laboratoires américains et anglais, je me suis rendu compte que la situation était identique.

### **Jean-François Minster**

Je pense qu'il ne faut pas comparer les situations passées et actuelles. Les technologies, les demandes et les attentes des chercheurs ne sont plus les mêmes. Par exemple, par rapport à l'activité de mesure assumée par des équipes techniques, les attentes ne cessent de se renforcer. Ce que l'on attendait, il y a encore quelques années, des équipes techniques qui participaient à une expérience de terrain dans les disciplines des sciences de l'univers, c'était qu'elles mettent en œuvre l'instrument. Or aujourd'hui, ce que les chercheurs attendent, c'est qu'elles fournissent la donnée prétraitée sur laquelle ils puissent réfléchir. Entre les deux, toute la validation de la mesure, la transformation, le prétraitement, etc. ne sont plus considérés comme des sujets de recherche, mais comme des sujets maîtrisés et, par conséquent, devant relever des équipes techniques. Dans ce cadre, les équipes techniques doivent être beaucoup plus performantes, technologiquement plus pointues et avoir la capacité d'acquérir des nouvelles technologies et des nouvelles méthodes beaucoup plus rapidement. Elles doivent être beaucoup plus flexibles, évolutives et formées au cours du temps.

Je ne crois pas que nous puissions caractériser le fonctionnement des pays européens sur ce point, car la situation dépend des organismes et des disciplines. Cependant, en moyenne, dans le milieu académique anglais, l'environnement technique est moindre que dans le CNRS, dans la discipline que je connais. *A contrario*, l'environnement technique de l'Institut Max Planck est

incomparablement plus abondant et plus riche que ce dont nous bénéficions dans les établissements équivalents en France. Il serait d'ailleurs intéressant de comparer cet environnement avec la productivité de la recherche, en terme de production, d'innovation, de coût, etc.

### **Catherine Bréchnac**

La proportion d'ingénieurs techniciens dans nos deux organismes est supérieure à celle des chercheurs. Il est vrai que si nous regardons l'histogramme des âges, nous nous trouvons face à une population qui n'est pas très loin de l'âge de la retraite. Il y a donc une réflexion extrêmement importante à mener afin de redéfinir le métier d'ingénieur et de technicien, dans les travaux en équipes. Ainsi, il me semble qu'il faut davantage procéder à une redéfinition des métiers qu'à un changement quantitatif.

### **Nicole Le Douarin**, Professeur au Collège de France

Selon ma propre expérience, le contingent des ingénieurs et des techniciens du CNRS est assez considérable. Une réflexion s'est engagée au cours des années et un but a été fixé, il y a une vingtaine d'années, d'avoir un technicien pour chaque chercheur titulaire senior. Par ailleurs, pendant les deux dernières décennies, des efforts importants ont été faits au CNRS pour mettre en place une formation continue des techniciens et des ingénieurs.

### **Philippe Masson**, Membre du Conseil économique et social

Je crois que nous aurons besoin dans nos travaux futurs en section d'aborder ce problème de l'interaction entre les chercheurs et leur environnement scientifique et technique. Dans sa présentation, Yves Farge a pointé l'émergence des nouveaux métiers de la recherche sur les questions de coordination de projets complexes ou de traduction d'une demande sociale en projet de R&D. J'aurais souhaité qu'il revienne sur la façon dont il est possible d'envisager la formation à ces nouveaux métiers de recherche.

### **Yves Farge**

Lorsque j'ai abordé ce sujet, j'avais en tête la forte évolution de la conduite de la recherche industrielle au niveau mondial. Il y a une trentaine d'années, les directions des entreprises donnaient de l'argent à la recherche et, grâce à des personnes intelligentes, elles espéraient qu'il en sortirait quelque chose. Ce mode de fonctionnement a complètement changé. Aujourd'hui, la logique est celle du travail en commun. A l'intérieur de la recherche publique, il faut désormais des gens qui aient une vue suffisamment pluridisciplinaire et suffisamment élevée pour être capable de décomposer en tâches le volume de travail. Plutôt que de parler de nouveaux métiers, il me semble que nous verrons une proportion de plus en plus grande de chercheurs qui vont avoir pour responsabilité d'élargir leur champ de vision et qui devront être capables de gérer, ce qui suppose de la formation et des méthodes. Or les méthodes et les formations pour gérer la recherche n'ont pas bonne presse. « Nous sommes assez intelligents pour gérer nos affaires nous-mêmes ». Certes, mais c'est plus facile si nous avons appris à le faire et si nous sommes intelligents, nous l'avons appris rapidement.

### **Guy Paillot**

Ainsi, le débat a tourné autour des idées de réseaux. Aujourd'hui, un individu dans une discipline et des organismes aux caractéristiques propres sont appelés à travailler de plus en plus avec d'autres, différents d'eux, pour résoudre des questions qui changent très rapidement, soit qu'elles soient internes à la recherche elle-même, soit qu'elles soient externes en termes économiques, soit encore qu'elles soient externes pour des raisons de recherche sur le bien public. Dans ces réseaux, chacun a son métier et interagit avec des métiers voisins dans un système connecté. Nous avons étudié ces questions de réseaux à toutes les échelles, depuis l'initiative de groupes de chercheurs jusqu'à la coordination au sein des ministères et des organismes, et enfin jusqu'aux coordinations internationales. La question internationale a été longuement débattue. En effet, nos organismes sont assez puissants et il est donc très important qu'ils puissent s'ouvrir sur l'extérieur. Enfin, nous avons tourné autour des problèmes de l'évaluation des experts et nous devons innover en la matière.

## L'entreprise

**Jean-Claude Lehmann**, Directeur de la Recherche de Saint-Gobain  
Ancien Vice-Président du Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie

Je me dois d'excuser l'un des participants qui était prévu à cette table ronde, Monsieur Philippe Caduc, directeur général de l'agence pour la diffusion de l'information technologique, qui n'a pas pu se joindre à nous, car il doit signer un contrat avec l'industrie.

**François Mudry**, Directeur de la Stratégie - Usinor

Le professeur Alain Pompidou m'a demandé de présenter une expérience de gestion des compétences dans le groupe sidérurgique Usinor.

*(voir schémas in fine)*

Qu'elle soit publique ou industrielle, la R&D est organisée par équipes qui sont groupées autour de compétences. Ces équipes sont caractérisées par le partage de techniques, d'appareils, de modes de raisonnement, etc. Particulièrement dans notre cas, le travail était organisé par projet, autour d'objectifs définis avec le client. L'adéquation entre les compétences disponibles et ce qui est nécessaire pour satisfaire la demande, c'est-à-dire les projets, constitue la difficulté de la gestion de cette activité. Sur un axe vertical, les projets 1, 2, etc. ont besoin des compétences 1, 2, etc. inscrites sur l'axe horizontal. Sur le schéma, le projet 1 a besoin des compétences 2 et 3 et le projet 2 a besoin des compétences 1 et 2. Il s'agit d'une image statique, présentant les projets et les compétences d'aujourd'hui. Or la difficulté réside dans l'anticipation des compétences dont nous aurons besoin demain pour les nouveaux projets que nous ne connaissons pas encore. Le fait est que le taux de rotation des projets est très supérieur aux taux de rotation des compétences : les projets durent entre 1 et 3 ans, quand la construction d'une nouvelle compétence et d'une nouvelle équipe prend beaucoup plus de temps. C'est pourquoi nous devons raisonner par compétence pour anticiper.

La première difficulté à laquelle nous avons fait face est la détermination des compétences. Nous sommes partis de la définition d'un savoir-faire. Les bons livres de gestion parlent du tripode des savoir-faire qui se définit par 3 éléments : « Je fais quoi ? » - par exemple, je mesure, je conçois, je modélise – « Sur quoi ? » - ce sont les produits ou les procédés auxquels s'intéresse l'entreprise – et « A l'aide de quoi ? » - l'outil, c'est-à-dire la discipline scientifique. Par exemple, un savoir-faire peut être la modélisation de la mise en forme de tôles avec la mécanique des milieux continus. Cette démarche est complètement analytique : nous avons pris, un par un, tous les projets qui étaient en cours et nous avons demandé à leur responsable de préciser à quel savoir-faire il faisait appel. Nous avons ainsi déterminé 4 592 savoir-faire, ce qui est ingérable. L'étape suivante a été exécutée en groupe de travail de chercheurs et a permis de « classer » ces savoir-faire en 81 compétences. D'autres méthodes auraient certainement pu être employées, mais celle-là a le mérite d'aboutir à une liste sur laquelle tout le monde était à peu près d'accord. Pour chacune des compétences ainsi définies, nous avons procédé à une évaluation qualitative

suivant 4 critères, avec les autres fonctions de l'entreprise qui sont en réalité les clients de la recherche, c'est-à-dire le marketing, la vente ou la production.

Le premier critère est l'impact compétitif : cette compétence nous permet-elle de nous différencier par rapport à nos concurrents ? Il y a 3 niveaux de réponse : moyen, élevé et très élevé. Le deuxième critère est le niveau, évalué par des intervenants extérieurs : par rapport à ses concurrents, notre entreprise est-elle à un niveau moyen, parmi les leaders ou leader dans la profession ? Le critère de la maturité s'interroge sur le stade de développement de la compétence : en démarrage, en développement ou en pleine maturité. Le quatrième critère est la robustesse : la compétence est-elle liée à certaines personnes qui, en partant, nous mettraient dans une position délicate à gérer ? Ces 4 évaluations permettent de comparer entre elles les différentes compétences. Ainsi, les compétences « pari » ont un impact compétitif très important, mais leur maturité est faible. Ce sont des compétences dans lesquelles l'entreprise investit, alors qu'elles ne sont pas immédiatement rentables, car elles ont des chances d'être importantes dans le futur. Les compétences « à exceller » ont un impact compétitif important et sur lesquelles nous sommes pratiquement leaders. Enfin, les compétences à renforcer ont elles aussi un impact compétitif très important, mais sur lequel nous sommes peu robustes.

A l'issue de cet exercice, nous avons explicité 8 compétences « à exceller », 7 compétences « pari », 17 compétences « à renforcer » et 22 compétences au sein desquelles des ressources à redéployer ont été identifiées. En effet, pour adapter nos compétences dans le futur, il faut trouver les endroits où faire bouger les gens vers les compétences que nous considérons comme importantes pour notre futur stratégique. Ainsi, en jouant sur la mobilité thématique, sur la mobilité de fonction, sur les embauches, sur nos relations avec les organismes de R & D publics – notamment ceux qui font de la formation et auprès de qui nous embauchons -, il a été possible d'orienter nos compétences dans le sens souhaité et ainsi de mieux répondre aux demandes de nos clients.

**Alain Bravo**, Directeur de la Recherche d'Alcatel

A Alcatel, nous avons 700 chercheurs répartis dans cinq pays, qui sont en respiration avec 140 chercheurs académiques et avec 22 000 ingénieurs de développement. Nous publions 200 brevets par an et nous sommes impliqués dans environ 75 programmes coopératifs, aussi bien aux niveaux nationaux qu'europpéen. Le secteur des télécommunications nous impose de vivre avec l'accélération technologique. Par exemple, la puissance de calcul double tous les 12 mois, la puissance de la capacité de transport au débit en fibres optiques double tous les 9 mois et celle de la bande passante accessible à l'utilisateur, tous les 18 mois.

Certes, aussi bien en interne que dans les programmes coopératifs avec financement public, nous devons mener des activités exploratoires, mais également être prêts, à la vitesse grand V, à passer au pré-compétitif et au développement. Le chercheur doit donc vivre avec un facteur temps qui peut être extrêmement accéléré et il doit donc se montrer flexible.

Par ailleurs, nous avons aujourd'hui le défi, avec l'Internet et les télécoms, de construire la société de l'information. Ainsi, tous nos travaux doivent être

orientés vers les applications, avec leur acceptabilité sociale, et nous devons accepter d'aller vers des plates-formes ouvertes, avec la prise en compte de la sociologie des individus et de tous les problèmes d'interface aussi bien et surtout vocaux. Ensuite, le chercheur d'Alcatel est aujourd'hui obligé de vivre avec un grand dynamisme extérieur, sans que son entreprise puisse être sur tous les fronts. Ainsi, lorsqu'il développe ses projets, il faut qu'il intègre l'existence des start up, des incubateurs et des laboratoires universitaires. Il doit se rendre compte qu'il travaille dans un univers où se crée le maximum de synergies avec des gens qui font de la recherche et de l'innovation sous diverses formes. Je pense notamment à la création de « l'Optics Valley », en partenariat avec un certain nombre d'entreprises, d'écoles et de start up. Enfin, nous sommes dans une industrie où la recherche est en compétition mondiale. Nous avons parlé de l'excellence des compétences que nous formons en France et plus généralement en Europe. Nous devons donc nous doter des moyens nous permettant de garder ce capital humain de recherche. Ainsi, nous devons intégrer la filière des carrières techniques dans l'entreprise, penser au problème des stocks options et à la possibilité de créer des « nouvelles pousses ». Voilà ce que sont pour nous les notions de pluridisciplinarité, de synergie et de multiculturel.

**François De Charentenay**, Directeur de la Recherche de PSA

Tout ce qui est innovation se nourrit très fortement de ce que nous pouvons appeler un mélange de technologies. Prenons l'exemple de l'automobile qui a été révolutionnée ces quinze dernières années, et qui le sera encore plus dans les prochaines années, par l'intégration progressive de l'électronique dans la mécanique. Il illustre la pluridisciplinarité qui débouche vers une révolution technologique extrêmement importante. L'innovation doit donc être basée sur le métissage des disciplines et des compétences. Le développement d'une automobile en 3/4 ans est une logique de projet extrêmement dure, forte et lourde, mais il existe également une logique de projet dans l'étape préalable de recherche qui va préparer l'innovation. Dans cette dernière logique de projet, interviennent évidemment le métissage des compétences, mais également d'autres mélanges très importants nécessaires pour que la recherche se déroule bien et débouche sur des résultats. Il existe également une logique de mélange temporel. C'est pourquoi il ne faut pas cloisonner ceux qui travaillent en amont et ceux qui travaillent en pré-développement : nous devons au contraire essayer d'avoir, dès le début, des équipes comportant des personnes de l'amont et des personnes du pré-développement de façon à ce que l'appropriation des résultats se fasse correctement.

Par ailleurs, il faut savoir « mixer » le marketing et la technique, ce qui n'est pas facile car il s'agit de cultures très différentes. D'ailleurs, ce n'est pas le marketing qui conduit la recherche : je pense que cette dernière est issue d'un vrai dialogue entre les deux. Il ne faut pas oublier que les vraies ruptures dans l'industrie se font par des idées venant souvent de la technique et que le marketing a proposé au marché. Ainsi, le *market pull* n'est pas la meilleure solution – c'est une bonne solution pour une évolution lente – mais le *market push* est la solution pour pouvoir déboucher sur des résultats en rupture. Il y a aussi une activité très importante dans la recherche qui doit déboucher sur la stratégie : il s'agit de tout ce qui est veille technologique et nouveaux outils pour



aider la stratégie de l'entreprise. Des interactions fortes doivent aussi se développer à l'extérieur de l'entreprise : par exemple, Saint-Gobain et PSA ont mené des projets en commun sur l'évolution des vitrages.

Ensuite, l'ouverture de la recherche en commun avec les laboratoires de la recherche publique, depuis déjà quelques années, est également primordiale. Le problème n'est pas celui des grands groupes qui ont l'habitude de travailler avec les laboratoires. Par ailleurs, je crois qu'il ne faut plus parler de recherche fondamentale, de recherche finalisée et de recherche appliquée, etc., mais il doit y avoir, dans un laboratoire, un mélange de l'excellence fondamentale et de la capacité à passer aux applications sans aucun complexe. Enfin, Monsieur le ministre Roger Gérard Schwartzberg a lancé hier les 12 premiers CNRT (Centre national de recherche technologique), ce qui est une excellente initiative. Un certain nombre d'industries attendent cette évolution de manière très positive. Cela dit, il ne faudrait pas qu'ils constituent un nouveau type d'organismes dans lequel se couleraient les habitudes anciennes. Ce doit être des centres très ouverts avec des plates-formes, des réalisations et un endroit où tous les différents acteurs puissent se retrouver.

**Henri Guillaume**, ancien Président de l'ANVAR, Inspecteur général des Finances, Président du Comité d'engagement du Fonds public pour le capital-risque

Ce modèle de grandes entreprises dont il vient d'être question s'applique à des entreprises moyennes innovantes dans le domaine des hautes technologies, mais il ne s'applique pas de manière uniforme au sein du tissu des PMI. Usinor a la chance, ou le danger, d'avoir une multiplicité de projets, mais mon expérience à l'ANVAR m'a montré que les entreprises innovantes avaient un seul projet, généralement pas au stade de la recherche, mais à celui du développement. Leur durée maximale de développement était de deux ans, quand leur durée moyenne était de un an. Par ailleurs, la capacité de dialogue de ces entreprises avec la recherche était limitée. J'avais lancé l'expérience avec Philippe Rouvillois, lorsqu'il était administrateur général du CEA, d'envoyer des ingénieurs du CEA dans les délégations de l'ANVAR et dans celles des petites et moyennes entreprises, pour cerner un besoin technologique. Or nous avons assisté à des réactions culturelles qui rendaient le dialogue parfois difficile en première approche. Renforcer le potentiel de dialogue et de chercheurs dans les PMI reste donc, encore à l'heure actuelle, un enjeu important.

Par ailleurs, en règle générale, le besoin de 80 % des PME peut être résolu par un recours à l'enseignement technologique. Le problème qui se pose est la manière dont l'enseignement supérieur et la recherche alimentent l'enseignement technologique pour actualiser les connaissances et opérer, dans les meilleures conditions possibles, le transfert vers les PMI. Ensuite, travailler avec les PMI nécessite des structures de transfert appropriées. Ainsi, par exemple l'université de Bordeaux I avait créé une structure de transfert sur le collage et avait embauché un ingénieur technico-commercial qui connaissait bien l'université, qui faisait le pont avec les chercheurs et qui permettait d'aller prospecter et de répondre aux besoins des PMI. Pour finir, j'ai constaté une très grande mobilisation du monde universitaire et du monde de la recherche en matière

d'incubateur et de fonds d'amorçage. Je crois qu'il s'agit d'un vrai mouvement de fonds qui s'est dessiné.

### **Jean-Claude Lehmann**

Ainsi, le monde des très grandes entreprises et celui des petites et moyennes entreprises ne sont pas confrontés aux mêmes logiques et aux mêmes problèmes. Néanmoins, le phénomène important de la mondialisation concerne à la fois les grandes entreprises et les créateurs d'entreprises. Au niveau des grandes entreprises, je vois deux problèmes qui se posent aujourd'hui. Le premier porte sur la définition d'une grande entreprise mondiale, mais française. Une véritable réflexion est en cours dans un certain nombre d'entreprises sur le sujet. Dans certains pays, comme la Grande-Bretagne, la notion d'entreprise nationale est en train de disparaître, ce qui n'est pas le cas de la France. Le second problème, pour les grandes entreprises internationales, françaises ou non, concerne la logique d'implantation de leurs activités R & D.

Pour ce qui concerne plus spécifiquement les start up, se pose le problème de la logique de leur implantation dans un pays ou dans un autre. Il est clair que l'environnement culturel, scientifique et technique d'un pays donné est un élément essentiel, aussi bien pour une entreprise qui décide de garder culturellement une appartenance nationale que pour celle qui décide d'implanter son activité de recherche ou son activité de start up dans un autre pays. Cet environnement se traduit par beaucoup de paramètres, mais deux sont peut-être plus importants que les autres. Il y a tout d'abord la formation : les entreprises s'implantent là où elles trouvent des ingénieurs, des cadres et des techniciens convenablement formés et disposant d'une formation et d'une culture complémentaires. La France ne répond pas mal à cette problématique. Ensuite, le second paramètre concerne l'apport, en termes de connaissances et d'assistance, de la recherche publique universitaire. Le monde des entreprises évolue extrêmement vite, par ses modes d'organisation et de fonctionnement. Il est donc extrêmement important que le monde de la recherche académique évolue au même rythme. Dans mon esprit, il ne s'agit pas du tout d'avoir une recherche académique asservie par les entreprises, mais d'avoir un très bon équilibre et des relations assez profondes entre les deux, impliquant même une partie de la recherche publique dans la stratégie des entreprises, tout en conservant une véritable recherche fondamentale de très haut niveau absolument nécessaire.

### **Claude Bertrand**, Expert du groupe de la CFTC

Des professions bénéficient en France de centres techniques et je suis surpris qu'ils ne fassent pas partie des réflexions : en effet, nous avons souvent l'impression que ces centres techniques ont du mal à dialoguer avec les PME. Par ailleurs, j'ai travaillé 30 ans dans un groupe international français et j'y ai vu la recherche évoluer : au départ, on y faisait carrière 15/20 ans et 20 ans après, on y faisait carrière 4/5 ans. Il ne faut donc pas voir la recherche comme une unité fixe du point de vue humain, mais comme celle des grands groupes, c'est-à-dire une symbiose permanente organisée au niveau de la carrière des techniciens.

### **Henri Guillaume**

Le panorama des centres techniques est extrêmement varié. Certains fonctionnent très bien, à la satisfaction de ceux qui cotisent, quand d'autres induisent des avis plus mitigés. J'avais noté très peu de mobilité dans ces centres techniques et encore moins de création de start up que dans la recherche publique. Je pense que la réponse appartient d'abord à ceux qui financent ces centres, c'est-à-dire aux entreprises. L'Etat peut simplement essayer d'établir des contrats d'objectifs en contrepartie du financement public qu'il apporte.

### **François de Charentenay**

Je crois qu'il faut se pencher sur ce qui se passe en Allemagne. Des organisations de transferts technologiques ou de centres techniques y sont extrêmement performantes et fonctionnent avec un minimum de personnel fixe : 80 % des personnes y passent entre 1 an et au maximum huit ans. Ce sont des centres extrêmement actifs. Autour de l'université d'Aix-la-Chapelle, il y en a 7 ou 8, dans des techniques proches de la mécanique, qui sont extrêmement efficaces : toutes les industries y viennent, cotisent, interviennent dans les programmes et embauchent le personnel qui y travaille.

### **Alain Bravo**

Concernant la mobilité des personnels de la recherche dans les entreprises, au sein d'Alcatel, la mobilité, essentiellement vers les activités de développement, est de l'ordre de 15 à 20 % par an. Ainsi, le séjour dans la recherche technologique est en moyenne de 5 ans. Cependant, cette situation dépend des domaines. Par exemple, l'optoélectronique nécessite des compétences sur la fabrication des composants, qui mûrissent avec le temps. En revanche, le *software* est un domaine où le passage aux applications est rapide et où la population est jeune et reste 3 ans pour passer ensuite au développement. Notre finalité étant d'avoir un avantage concurrentiel avec des technologies où nous sommes leaders et à même de nous procurer des positions fortes dans le marché, nous poussons les chercheurs vers le développement. Néanmoins, nous devons ménager des carrières à ceux qui veulent rester dans la recherche. Nous prenons actuellement des initiatives au sein du Groupe pour avoir un collège technologique comprenant une séniorité reconnue.

### **Jean-Claude Lehmann**

Dans la plupart des entreprises, nous constatons cette mobilité et ce besoin de compétences. Aussi, nous sommes très preneurs de mobilité et de chercheurs venant de la recherche publique. Ceux qui viennent rejoindre les entreprises y réussissent extrêmement bien y compris en évoluant vers des activités dépassant le strict cadre de la recherche.

**Luis Manjon**, Membre du Conseil économique et social

Le Groupe Alcatel est devenu un des actionnaires importants de Thomson CSF, qui est un grand groupe national se situant dans le domaine de la défense. Ce changement va déclencher le dégagement de 27 milliards de francs dans la R & D. Monsieur Bravo, peut-il y avoir une synergie entre le civil et le militaire ? Est-il possible de faire travailler ensemble des chercheurs qui sont dans des domaines différents et chez qui la notion de temps n'a pas la même intensité ?

**Alain Bravo**

Effectivement, nous sommes parfaitement bien placés pour vivre la réalité de la dualité des technologies. Ce n'est pas évident, d'autant plus qu'une technologie duale dans l'univers du commerce mondial souffre de règles d'exportation un peu laborieuses. Nous avons procédé avec Thomson à un inventaire objectif et avons ouvert des programmes de recherche. Il est vrai que les constantes de temps ne sont pas les mêmes. Il existe néanmoins des technologies sur lesquelles nous sommes très complémentaires. Nous avons ainsi créé un laboratoire de logiciels qui se développe à la satisfaction des unités utilisatrices et pas seulement des chercheurs, et qui trouve, après un peu plus d'un an de fonctionnement, des applications aussi bien dans le civil que dans le militaire. Ce sont des *softwares* distribués à base de composants logiciels qui permettent des architectures extrêmement modernes. Dans l'optoélectronique, nous avons également des domaines de complémentarité. Nous en avons aussi trouvé dans les systèmes de radio à très haute fréquence. Nous commençons par ailleurs à explorer le domaine de l'Internet avec garantie de qualité et de sécurité, qui est difficile à la fois pour le civil et pour le militaire. Nous cherchons donc les domaines pertinents en termes de compétences, de constantes de temps et de technologie.

**Jacques Pinet**, Membre du Conseil économique et social

Le centre technique est un centre de recherche collective. Par conséquent, il est extérieur à l'entreprise. Ne peuvent donc en sortir quelque chose que les personnes qui y participent. En revanche, c'est un multiplicateur du temps que l'on y passe. Dans les progrès de la recherche des PME, se trouvent les liaisons entre les grandes entreprises et les entreprises locales.

On ne parle pas beaucoup des recherches touchant les parties administratives et organisationnelles des entreprises. C'est pourtant actuellement un point fondamental, puisque l'arrivée de l'Internet entraîne dans les PME des modifications importantes de structures et de marges et il est indispensable d'y réfléchir.

Monsieur Bravo a parlé des implantations dans les différents pays. Parmi quels critères choisit-il un pays ou un autre ? Il a par ailleurs parlé de la nécessité de réintégrer en France des centres de recherche. Que sont les éléments qui l'empêchent ?

**Jean-Claude Lehmann**

Au niveau des grandes entreprises, l'arrivée de l'Internet et la modélisation introduisent indubitablement un niveau de complexité qui nous oblige à repenser nos modes d'organisation et de travail. Aujourd'hui, une PME n'est plus locale, mais toujours mondiale. Pour le moment, ces problèmes sont résolus soit de manière empirique soit avec l'aide de consultants spécialisés qui apportent la solution. Ma conviction personnelle est que ces domaines font l'objet, sous d'autres aspects, de recherche et de développement de concepts nouveaux par les chercheurs, dans le domaine des mathématiques ou de la physique de la complexité. Nous aurions donc intérêt, y compris dans ce domaine de l'organisation, à encourager des laboratoires publics à examiner la réalité de ces problèmes dans les entreprises petites et grandes et voir de quelle façon ils pourraient enrichir l'approche de ces dernières en y introduisant des concepts puissants, que les consultants n'utilisent généralement pas.

**Jean-Claude Bernier**, Directeur du département des sciences chimiques au CNRS

Sur ce point particulier, nous avons, en collaboration, plusieurs laboratoires de SHS (Sciences humaines et sociales) et SPI (Secteur pour la science pour l'ingénieur) qui travaillent sur l'organisation des entreprises, sur l'influence de l'innovation dans l'entreprise et sur la réorganisation autour des technologies émergentes.

**Alain Bravo**

Le Président Lehmann a déjà donné un certain nombre de critères pour l'ouverture d'un centre de recherche à un endroit donné. Il y a donc l'accès à des compétences, la proximité d'unités de développement qui permettent de procéder à des transferts de résultats rapides, un environnement marketing et tout le tissu coopératif, avec notamment la dynamique des programmes nationaux coopératifs. Historiquement, nous nous sommes réorganisés au sein du groupe pour concentrer en Europe nos activités de recherche : en France à Marcoussis, en Allemagne à Stuttgart, en Belgique à Anvers et en Espagne à Madrid. Il y a 3 ans, nous avons également ouvert un centre de recherche aux Etats-Unis, près de Dallas. Avec l'extension du groupe en Amérique du nord, nous nous intéressons maintenant à la Californie et à Toronto. Tout le monde s'interroge également sur l'Asie Pacifique. La capacité de recherche et de gestion de l'innovation d'un groupe industriel doit s'exercer avec une combinaison nouvelle de recherche interne, d'incubation, de *venture capital*, et éventuellement de *spin off*. Ainsi, la manière dont nous pourrions apprécier le potentiel d'une entreprise innovante sera par ses structures de valorisation et de mise en marché de ses recherches, au travers d'incubateurs et de start-ups.

**Guy Ourisson**

Je voudrais donner un conseil à notre rapporteur, Alain Pompidou. Monsieur de Charentenay a rappelé le succès des opérations en Allemagne du côté des PME, en particulier à Aix-la-Chapelle. Je crois qu'il serait intéressant dans votre rapport de présenter des éléments sur ce point. Cela fait 40 ans que je l'entends cité en exemple, sans que nous ayons des informations plus précises.

**Marie-Odile Paulet**

Puisque nous sommes dans une table ronde sur les métiers de la recherche dans les entreprises, j'aimerais compléter le débat sur la politique des ressources humaines vis-à-vis des personnels de recherche dans les entreprises, à partir de ce que nous a montré Monsieur Mudry. Vous avez identifié les compétences dont vous avez besoin pour la R & D d'Usinor, mais comment faites-vous ensuite pour évaluer les compétences présentes parmi les personnels des services de R & D, pour déterminer celles qui ne sont plus utiles, celles qui sont monoprésentes ? Comment faites-vous alors pour préparer les salariés soit à faire évoluer leurs compétences, soit à acquérir celles qui manquent ? Fonctionnez-vous simplement par recrutement ? Y-a-t-il des apprentissages ?

**Charles Fitermann**, Ancien ministre - membre du Conseil économique et social

Par ailleurs, cette façon d'organiser les compétences et de les cibler ne comporte-t-elle pas le risque de passer à côté d'une compétence qui n'entrerait pas dans les normes, mais qui pourrait néanmoins fournir à l'entreprise l'innovation la plus importante dont elle a besoin ?

**François Mudry**, Directeur de la Stratégie - Usinor

Je ne peux qu'adhérer à cette remarque. En effet, les compétences ont été déterminées par un groupe de travail. Dans ce choix des compétences ayant un impact compétitif important pour l'entreprise, nous courons effectivement le risque de rater une compétence cruciale pour l'avenir. C'est pourquoi il y a toujours, dans les grandes entreprises, une petite part d'argent libre qui permet de tester des éléments pouvant s'avérer utiles, en s'appuyant sur la recherche publique.

**Jean-Claude Lehmann**

Par ailleurs, derrière toutes les magnifiques organisations que Monsieur Mudry a décrites, il existe toujours dans la réalité des entreprises un certain degré d'inorganisation qui continue à se maintenir et c'est parfois de là que vient l'idée la plus originale.

**François Mudry**

Je vous rejoins totalement. Pour répondre à la question de Madame Paulet, nous avons joué sur tout ce que nous pouvions faire. Il existe des évolutions thématiques tout à fait possibles : des personnes qui étaient spécialistes du haut-fourneau, une compétence que nous pouvions redéployer, ont été orientées vers la galvanisation, c'est-à-dire vers un domaine assez différent. Sans être instantané, ce changement s'est malgré tout effectué sans problème. Etant donné que nous avons une rotation relativement importante dans la R & D, nous avons dû procéder sur 4/5 ans à des renouvellements suffisamment importants pour pouvoir répondre à l'évolution déterminée par l'étude.

**Monsieur Pierre Gilson, Membre du Conseil économique et social**

Monsieur de Charentenay, vous faites de plus en plus appel à des sous-traitants, aussi bien pour la fabrication de vos outils propres que pour les équipements et la fabrication d'une partie de vos véhicules. Quelle est la technique que vous employez vis-à-vis de ces entreprises sous-traitantes pour qu'elles soient de plus en plus performantes ? Les associez-vous à votre recherche ou leur imposez-vous un travail de recherche spécifique ?

Je transmets par ailleurs une information à Monsieur Guillaume. Il y a ceux qui travaillent pour des grands groupes, et qui peuvent être entraînés par la politique de recherche du constructeur, et les autres qui sont individualistes et qui ne font pas ou peu de recherche. C'est pourquoi les organisations patronales ont pensé pour ces derniers qu'il fallait former des adjoints de PME/PMI à même d'organiser des contacts avec les laboratoires de recherche et les universités et d'apporter à terme une politique de recherche propre au sein de l'entreprise. Ce projet a donné des résultats assez intéressants depuis 3 ou 4 ans.

**François de Charentenay**

Je rappelle que 75 % de la valeur de l'automobile est apportée par les fournisseurs, que nous n'appelons plus sous-traitants car ce sont pour nous des partenaires. Il existe d'abord les fournisseurs de premier rang, ceux que nous voyons en direct et qui apportent un sous-système sur la chaîne de production, et des fournisseurs de deuxième, de troisième, de quatrième rang qui fournissent le rang précédent. Nous travaillons surtout avec les 500/600 fournisseurs de premier rang et nous menons avec eux une politique visant à l'évolution de différents secteurs, comme celui de la qualité. Dans le domaine de la recherche, nous avons un certain nombre d'activités en partenariat avec des grands fournisseurs français et étrangers, dans le cadre de programmes d'innovation bien ciblés sur 3, 4 ou 5 sujets. Il y a donc un véritable travail de recherche en commun avec ces fournisseurs. Il existe également des travaux coopératifs s'étendant au niveau de l'Europe.

**Jean-Claude Lehmann**

Ainsi, nous avons pu constater tout l'intérêt porté à la question de l'activité des entreprises et de leur recherche. Nous avons abordé plusieurs problèmes. Le premier est celui de l'implantation des activités de recherche des entreprises, petites ou grandes, dans les différents pays. Ensuite, beaucoup de questions ont tourné autour des ressources humaines : en effet, dans les entreprises, la bonne gestion des ressources humaines est probablement la clé de la réussite. Enfin, le troisième problème abordé a été celui des centres techniques, des petites et moyennes entreprises et de leur accès à la recherche.

**Orientations stratégiques :  
synergies entre universités, écoles d'ingénieurs, organismes et entreprises**

**Philippe Rouvillois**, Président du Conseil d'Administration de l'Institut Pasteur

C'est avec grand plaisir que je préside cette table ronde et je cède sans plus tarder la parole à Monsieur Jacques Lewiner.

**Jacques Lewiner**, Directeur scientifique de l'Ecole de Physique et Chimie de Paris

La France possède un dispositif de recherche fondamentale de très haute qualité et ses grands organismes réalisent un travail remarquable. Pourquoi, dans ces conditions, les retombées économiques de cette recherche de qualité sont-elles si faibles ?

J'identifie déjà un obstacle culturel : en effet, traditionnellement en France, nous aimons ce qui est théorique et nous n'apprécions pas le monde économique qui apparaît comme dangereux. L'argent a une connotation négative.

Le deuxième obstacle est réglementaire, probablement lié au premier.

Enfin, le troisième obstacle est d'ordre législatif, lui aussi probablement lié au premier obstacle. Les relations entre recherche fondamentale, organismes, Grandes écoles et le monde économique fonctionnent bien avec le monde de la grande entreprise. Dans ce dernier en effet, des interlocuteurs de recherche comprennent le langage des chercheurs et ces derniers comprennent les premiers. Ils sont en général issus du même monde, des mêmes filières de formation et des mêmes écoles. Il n'existe pas de barrière entre eux. Ainsi, au niveau des grandes entreprises, la France est tout à fait bien placée. Par contre, elle est très en retard en ce qui concerne la création d'entreprises innovantes et la nouvelle économie. Là encore, je ne donnerai pas de solution, mais l'éclairage d'une petite institution, celle de l'Ecole supérieure de Physique et de Chimie industrielles de Paris.

Cette dernière a une tradition ancienne, de plus d'un siècle, de relation harmonieuse entre recherche et industrie. Nous ne connaissons pas de conflit en interne dans cette relation. Par exemple, chez nous, si un chercheur ou un enseignant est candidat à une promotion, lorsqu'il va faire sa présentation et défendre son dossier, non seulement il ne doit pas cacher qu'il est consultant dans l'industrie, mais c'est même un plus pour lui. Or ce n'est pas le cas dans certaines autres institutions d'enseignement et de recherche. Cet exemple est caractéristique du préjugé, cité plus haut, culturel. J'ai même entendu un Président de la République expliquer que Pierre et Marie Curie étaient de vrais chercheurs car ils n'avaient jamais pris de brevet pour protéger leurs découvertes et ainsi valoriser le patrimoine. Pour nous qui essayons de convaincre les chercheurs de prendre des brevets et de valoriser le patrimoine national, entendre une telle affirmation est particulièrement choquant, d'autant plus qu'elle est fausse. Nous avons à l'Ecole des instruments fabriqués par des industriels sous licence « Curie ».

Les problèmes réglementaires, voire législatifs, sont multiples. Plutôt que de nous plaindre du manque de création d'entreprises par des chercheurs, il faut



nous rendre compte des obstacles considérables que doivent franchir les quelques audacieux qui tentent cette aventure. Je ne parle pas des obstacles normaux d'une création d'entreprise : en effet, par définition, une création d'entreprise est un processus à risques. Je parle des obstacles artificiels que la réglementation et la législation françaises mettent sur la voie de chercheurs. La loi de juillet sur l'innovation a été un progrès important parce qu'elle a, pour la première fois, clairement donné l'indication que la puissance publique souhaitait encourager la création d'entreprises par des chercheurs. Or la part maximale autorisée pour un chercheur dans le capital d'une entreprise qu'il crée est de 15 %. Lors du premier tour de table, il se trouvera donc réduit une première fois, mais lors du deuxième tour de table, si son entreprise marche très bien, il sera totalement dissous. Toutes les motivations que nous avons cherchées à lui donner en lui permettant de participer au capital sont ainsi complètement tuées. Voilà un exemple concret d'une réglementation et d'une législation qui se veulent positives mais dont les détails pratiques de mise en œuvre ont un effet destructeur. Les chercheurs sont donc obligés de recourir à des artifices, de faire porter leurs actions par d'autres et de rentrer dans un système obscur tout à fait néfaste, au lieu d'être fiers de ce qu'ils ont fait.

La première nécessité est donc de réduire ce préjugé culturel. Parmi les chercheurs remarquables du CNRS, seuls quelques-uns ont pris des brevets, et un très petit nombre d'entre eux ont pris des brevets rentables. Ces chercheurs doivent être cités en exemple. Au lieu de les cacher, il faut les mettre sur la place publique pour montrer à quel point il est possible d'être un bon chercheur, de réaliser un travail remarquable de création et en même temps de gagner beaucoup d'argent. Des dizaines de milliers de chercheurs se rendraient alors compte que ce n'est pas perdre leur honorabilité que de faire, à côté du travail de création intellectuelle, un travail aux retombées économiques positives pour lui, la collectivité, l'industrie nationale et l'emploi. Il faut par ailleurs modifier les réglementations basées sur ces préjugés, pour libérer les enthousiasmes et les énergies. J'entends souvent dire que les chercheurs ne sont pas courageux et qu'ils n'osent pas se lancer. Je suis en désaccord complet avec de telles affirmations. Je pense au contraire que les chercheurs sont, par métier, des personnes courageuses et entreprenantes. Ils sont dans des métiers à fort risque, puisqu'ils ne savent pas si leurs efforts vont déboucher. Pourquoi les emprisonner et leur appliquer des contraintes que beaucoup d'autres pays n'ont pas ? Cette situation a des conséquences pratiques : un pays comme la France, doté d'une telle puissance de recherche, a un nombre d'entreprises innovantes cotées au NASDAQ inférieur à celui de pays aux populations 10 fois plus faibles que celle de l'hexagone et des dispositifs de recherche incomparablement plus réduits.

**Marie-Claude Gaudel, Président du Conseil Scientifique de l'INRIA**

Je vais adopter le point de vue particulier de mon domaine, celui des sciences et technologies de l'information et de la communication. Je suis informaticienne, professeur d'université et je viens d'une communauté ayant une forte tradition de synergies avec le milieu industriel ainsi qu'une forte tradition de mobilité. J'ai ainsi passé quelques années au centre de recherche d'Alcatel, avant de devenir professeur.

Actuellement, une partie du milieu industriel est en phase de turbulences, du fait de l'accélération des créations d'entreprises autour d'Internet. Nous sommes donc confrontés à une forte demande de sa part et de la part des autres disciplines scientifiques. Si les synergies avec l'industrie ne fonctionnent pas au mieux, elles ne fonctionnent pas trop mal non plus. Par exemple, l'INRIA a été à l'origine de la création de 40 start-ups : 5 ont été créées en 1998 et 6 en 1999. Cependant, les chercheurs du domaine se trouvent face au paradoxe suivant : le transfert et la mise sur le marché des produits vont très vite alors que la recherche avance à la même vitesse que celle des autres domaines. Aussi rencontrons-nous beaucoup de problèmes pour préserver le travail de fond.

Dans le domaine de la recherche publique française, 350 chercheurs travaillent à temps plein dans notre domaine au CNRS et 350 à l'INRIA. Ainsi, le nombre de chercheurs à temps plein de la recherche publique en France est égal au nombre de chercheurs d'Alcatel. Cela devrait faire réfléchir. De surcroît, ces chercheurs sont très dynamiques, créent des start-ups, ont des thésards qui se font débaucher par des industriels et nous avons donc quelques problèmes pour maintenir notre potentiel.

Certes, nous ne sommes pas les seuls. Aux Etats-Unis, le PITAC (*Presidency Information Technology Advisory Committee*) est un comité qui a été mis en place en 1998 par le Président Clinton et qui est composé pour moitié d'industriels et pour moitié de chercheurs du domaine. En février 1999, ce comité a sorti un rapport révélant que le réservoir de connaissances était en train de se vider et qu'il fallait effectuer un retour au financement de la recherche en amont, c'est-à-dire de la recherche de fond devant déboucher sur des applications. Ce rapport a relativement été suivi d'effet.

L'informatique est un domaine où les recherches de fond peuvent donner des applications : parmi celles qui ont eu des débouchés très importants ces dernières années, on peut citer, par exemple, les techniques de compression des données, ou les problèmes de recherche de consensus entre ordinateurs qui commencent à prendre sur Internet des proportions importantes.

Le métier des chercheurs informaticiens est d'étudier les objets artificiels construits par le milieu industriel ainsi que les besoins de stockage et de traitement de l'information du tissu économique et social. Néanmoins, il est important de préserver un cœur de la discipline et une recherche en amont qui ne soit pas directement sollicitée par les créations d'entreprises dans le domaine.

**Jean-Alexis Grimaud**, Directeur des Biotechnologies, Direction de la Technologie, Ministère de la Recherche

Je voudrais reprendre l'aspect culturel évoqué par Monsieur Lewiner. Mon expérience personnelle à l'Institut Pasteur où j'ai dirigé un groupe du CNRS, et il n'était effectivement pas d'usage d'indiquer dans nos rapports d'activités si nous avions pris un brevet et ce que nous en avions fait. Nous étions centrés sur « l'impact factor » des publications scientifiques. Je crois néanmoins que les choses ont changé. En effet, dans le domaine des biotechnologies qui constituent un domaine en pleine explosion, nous voyons se réduire la fracture entre le monde académique et celui de l'entreprise.

Voici l'adresse du site Internet national sur les biotechnologies : <http://biotech.education.fr>. Nous y avons rassemblé toutes les entreprises identifiables du domaine, soit environ 250/280 entreprises, et nous y avons joint les laboratoires académiques qui travaillent avec elles et qui sont au nombre de 800. Ainsi, les entreprises cotées sur notre base de données sont pratiquement toutes adossées à un laboratoire académique.

Pourquoi les biotechnologies sont-elles un bon exemple de la pluridisciplinarité ? Si nous analysons l'origine des porteurs de projets, il y a presque pour 50 % d'issus des Grandes écoles et environ 50 % d'issus des universités. Ces porteurs de projets sont manifestement des personnes qui ont acquis une autre culture et qui se lancent dans une autre entreprise : ils ont donc fait un pas interdisciplinaire et s'attachent à acquérir des nouvelles compétences managériales et financières.

Concernant les projets, la sanction des capitaux risqués se fait sur les critères suivants : 60 % de la note du capital de confiance concerne les hommes (pour 30 %) et les équipes (pour 30 %). De manière étrange, le « business plan » ne représente donc que 40 % de la note. Et quand les capitaux risqués analysent le profil des porteurs de projet, la note correspondant à l'atypie, à la pluridisciplinarité et l'origine non dédiée spécialisée rentre pour un pourcentage considérable. Il est donc nécessaire d'opérer le transfert d'une évaluation traditionnellement à caractère individuel vers une évaluation à caractère collectif (valeur du groupe). Il est par ailleurs important de lister un certain nombre de mesures qui sont déjà engagées : la loi sur l'innovation, les fonds de bio-amorçage, le concours de création d'entreprise, toute la politique de réseaux que deux ministres ont mise en place – les réseaux génoplantes et les réseaux génomes – etc. Il existe une forte demande dans le domaine de la bio-informatique et nous devons donc nous lancer dans des actions sur les ressources biologiques, qui vont être un des plus grands enjeux dans le post-génome, qu'il faut absolument anticiper. Nous avons besoin de personnes qui fassent le passage entre les sciences humaines et le consommateur, de juristes pour la brevetabilité du vivant, de biologistes, ainsi que de personnes qui réfléchissent sur les problèmes éthiques.

Enfin, dans le domaine alimentaire, afin que l'aliment de demain soit reconnu et de qualité, il faudra faire travailler des équipes de la consommation, de la sécurité alimentaire et de l'environnement. Ainsi, un homme seul ne répond pas individuellement à l'ampleur des besoins, c'est sans aucun doute à l'échelle

interdisciplinaire d'équipes d'individualités complémentaires que les problèmes devront être abordés.

**Pierre Laffitte**, Sénateur des Alpes-Maritimes

Je rejoins tous les propos que je viens d'entendre, en particulier l'aspect culturel souligné par Jacques Lewiner. Il est clair que cet aspect culturel explique en grande partie que l'innovation - c'est-à-dire le transfert effectif de la recherche vers le produit et son industrialisation - a été concentrée jusqu'à présent dans un petit nombre d'entreprises, d'organismes ou de lieux.

Il convient donc de souligner l'importance que représente la nouvelle loi sur l'innovation. Elle est loin d'être parfaite, mais elle constitue néanmoins un progrès important qui n'est d'ailleurs pas encore totalement rentrée dans les mœurs mais elle pousse à une nouvelle culture entrepreneuriale des chercheurs.

Je souhaiterais mettre l'accent est la notion de fertilisations croisées et de mise en contact, qui s'est caractérisée par le phénomène des technopoles et des parcs scientifiques. Elle a apporté, y compris à des laboratoires du CNRS dont certains étaient réputés pour être très hostiles à la liaison avec l'industrie, la participation à une culture d'innovation. Désormais la quantité de start-ups fleurissent et se développent rapidement. Actuellement, la proportion des jeunes créateurs d'entreprises est extraordinairement croissante. Ces jeunes se retrouvent avec plaisir entre eux dans des clubs pour rencontrer des investisseurs, des *lawyers*, des spécialistes de la création d'entreprises au niveau international, du marketing, etc. La conclusion en est que des investissements considérables sont effectués auprès de ces jeunes entreprises. A Sophia Antipolis, par exemple, 25 start ups ont ainsi dépassé les 50 ou 100 millions de francs de financement, au cours des deux dernières années, avec un doublement d'une année sur l'autre qui devrait continuer.

Parallèlement, nous assistons à une arrivée massive de « *venture capitalists* » américains, anglais, australiens, néo-zélandais, français etc. et à une augmentation du nombre de « *business angels* » qui aident à investir. Il s'agit d'un phénomène de société qui est en train de prendre naissance et qui doit pénétrer le milieu universitaire le plus traditionnel. C'est une dynamique d'autant plus importante, que ne va pas manquer d'intervenir un accompagnement des grandes entreprises, ne serait-ce qu'à cause de la tendance à l'externalisation de tout ce qui n'est pas leur cœur de métier. Il peut même se faire que, dans beaucoup de cas, leur cœur de métier ne comporte pas la recherche la plus pointue. Ainsi, il est très frappant de voir dans le domaine technologique des télécommunications que les grands opérateurs considèrent qu'il est plus simple de racheter ou de passer une convention avec une start up très dynamique. Je suis donc résolument optimiste. Les prétentions des 15 de dépasser les Etats-Unis, qui ont paru, à Lisbonne, un peu exagérées, ne sont pas impossibles.

**Marc Ledoux**, Directeur de Recherche au CNRS

Plus que sur la pluridisciplinarité, c'est en fait sur les synergies au profit de la recherche entre universités, organismes, Grandes écoles et entreprises que l'on me demande d'intervenir. J'ai la chance d'appartenir aux quatre composantes à la fois. En effet, je suis directeur de recherche au CNRS et mon laboratoire appartient à la fois au CNRS, à l'Université Louis Pasteur de Strasbourg et à l'Ecole de Chimie de Strasbourg. J'enseigne ensuite à la fois à l'Ecole et à l'université.

Par ailleurs, presque tous nos travaux de recherche se font en collaboration étroite avec l'industrie, pétrolière ou chimique, française, européenne ou américaine. Nous sommes même en train de créer une PME qui fabriquera et commercialisera les produits issus de mon laboratoire. De plus, je travaille dans deux disciplines : la chimie et l'économie. Ainsi, nous pourrions affirmer que la synergie entre les quatre entités et la pluridisciplinarité existent et fonctionnent bien. Où sont donc les obstacles et les freins ? S'il y a parfois quelques frictions en ce qui concerne la recherche entre l'université, les écoles et les organismes, je pense que les nouveaux modes de contractualisation des unités ont aplani la plupart des problèmes, en particulier celui de l'égalité des rôles assignés aux personnels d'appartenances différentes. Bien sûr, il reste encore des efforts à faire pour aligner les carrières des personnels des organismes sur celles des personnels universitaires.

Le véritable mal de la recherche française est le manque de réseaux d'anciens entre l'université et l'entreprise. Dans la plupart des cas, les cadres décideurs de l'industrie et de l'entreprise sont issus de nos Grandes Ecoles, alors que les grands laboratoires des universités et des organismes sont dirigés, et surtout peuplés, par d'anciens de l'université et parfois de l'Ecole normale. Non seulement les liens personnels indispensables au bon fonctionnement d'un réseau ne peuvent pas s'appuyer sur des amitiés tissées sur les bancs de l'école, mais en plus il existe un certain snobisme à refuser à rencontrer l'autre.

Quelles pistes faut-il explorer pour sortir de cette ornière ? Deux voies n'ont pas suffisamment été suivies. Il s'agit premièrement d'une action auprès des entreprises de la part des universités et deuxièmement d'une action auprès des Ecoles. Il faudrait convaincre les entreprises d'embaucher des docteurs non ingénieurs. A la fin de la thèse, il n'y a pas de différence de valeur entre docteur maître et docteur ingénieur. Seule la mentalité est parfois différente entre eux deux. Dans l'entreprise, à la différence de l'institution publique, la recherche n'est pas une finalité en soi. Elle y est plutôt considérée comme le lieu de passage d'un jeune embauché, destiné à lui inculquer la culture et les technologies spécifiques de l'entreprise. Ensuite, il bougera vers d'autres segments : production, gestion, etc. L'ingénieur de formation est probablement plus enclin à accepter ces réorientations de carrière. Il serait peut-être bon pour l'entreprise de savoir garder dans la recherche ses éléments les plus brillants, sans qu'ils soient handicapés dans leur carrière par rapport à leurs collègues optant pour leur changement. Par ailleurs, les docteurs maîtres se sentiraient probablement plus à l'aise, cette situation correspondant davantage à leur culture.

La deuxième voie est d'attirer plus d'élèves des Grandes Ecoles vers la thèse. C'est un problème très sérieux. La part des ingénieurs désireux de poursuivre leur formation par une thèse est très insuffisante pour les besoins de nos laboratoires de recherche. Les raisons de ce comportement sont bien connues et il ne faudrait pas grand-chose pour inverser la tendance. Il faudrait d'abord modifier le discours des industriels et même des enseignants sur le temps perdu à faire une thèse et le retard de carrière qui en résulte. Il faudrait ensuite modifier la manière de faire les cours, pas forcément sur le contenu, mais sur la forme. Il faut en effet donner le goût de l'aventure de la recherche. Pour ce faire, il faut sortir de la logique lycéenne. Dans les écoles, il y a encore trop d'enseignements destinés à acquérir le savoir et largement pas assez destinés à préparer à le créer. Enfin, je conclurai sur ce qui me semble une fausse bonne idée destinée, paraît-il, à améliorer les synergies entre le monde académique et l'entreprise : il s'agit de la mobilité des hommes. Mises à part quelques exceptions relevant davantage de goûts individuels que d'une règle, la mobilité reste très marginale. L'explication est simple : les stratégies et les finalités sont différentes dans la recherche académique et la recherche industrielle.

**Pierre Papon, Président de l'OST**

Puisque nous devons nous situer dans la perspective d'imprimer des orientations stratégiques au système de la recherche et de l'innovation, je voudrais souligner la nécessité d'une vision prospective des enjeux de la recherche et de la technologie. Si nous voulons en effet réaliser des synergies entre les acteurs du système, encore faut-il les mobiliser sur des objectifs à long terme et d'avenir.

En particulier, il est nécessaire d'identifier les secteurs de la science en émergence, les technologies prometteuses et les verrous scientifiques et technologiques qu'il faut faire sauter, afin de mobiliser les compétences de tous ces acteurs et de concentrer des moyens techniques, financiers et humains sur des domaines porteurs.

Cette réflexion prospective n'est jamais aisée. Elle est d'ailleurs plutôt rare, voire évanescence en France, mais elle est pourtant indispensable à toute politique de recherche et de technologie. Il est ainsi frappant de voir que les percées actuelles auxquelles nous faisons souvent allusion, que semblent réaliser les nanotechnologies, en particulier aux Etats-Unis, avaient été anticipées en grande partie par les réflexions d'un physicien, Richard Feynman, lors d'une conférence en 1959 et, par la suite, par des rapports de prospective publiques. Une synergie entre les acteurs de recherche publique et privée est en train de se réaliser depuis quelques années aux Etats-Unis, où les pouvoirs publics investissent des sommes importantes dans ce domaine. Ainsi, pour mobiliser des acteurs sur des objectifs stratégiques, il est nécessaire d'avoir une vision claire d'enjeux scientifiques et techniques, qui doit résulter en grande partie d'un large débat entre les communautés intéressées. Les Britanniques ont lancé, depuis plusieurs années, un vaste exercice de prospective baptisé « *Foresight* », parfois contesté, dont la principale vertu est de favoriser un débat approfondi entre les acteurs de la recherche publique et privée sur les priorités de la recherche, en relation avec les besoins de la société et l'économie britannique. Cet exercice se poursuit actuellement dans le secteur tertiaire et il apparaît qu'il a déjà permis

certaines réorientations de la politique de recherche britannique et des synergies entre les acteurs. J'ai le sentiment que la difficulté à provoquer ce débat et à faire de la prospective dans notre pays est une faiblesse du système français de la recherche et de la technologie.

Dans beaucoup de domaines, j'ai l'impression qu'il est difficile d'envisager des orientations stratégiques et des synergies entre les acteurs du système de la recherche et de la technologie, en restant dans le strict cadre national. Les entreprises les plus innovatrices, les multinationales, comme un certain nombre de PMI dans le domaine des hautes technologies, se situent dans un marché mondial. Elles veulent acquérir les technologies et accéder aux résultats de la recherche. De même, les universités et les organismes de recherche sont souvent impliqués dans des réseaux de recherche ayant une dimension européenne. Quant aux infrastructures de recherche, elles doivent être de plus en plus financées et gérées dans un cadre européen, dont la géométrie peut d'ailleurs être très variable. Cette nécessité de donner une dimension internationale, et en particulier européenne, aux réflexions stratégiques sur la recherche et la technologie s'impose à la France, comme à tous ses partenaires européens. J'ai constaté que les synergies entre les acteurs de la recherche publique et privée dans le domaine des infrastructures de recherche n'existent pratiquement pas en Europe, contrairement aux Etats-Unis. Les stratégies des acteurs doivent donc être de plus en plus européennes, en particulier celles des universités et des organismes de recherche.

#### **Philippe Rouvillois**

Ainsi, aucun intervenant n'a indiqué que la situation en termes de constitution de véritables réseaux était celle qu'elle devrait être, mais beaucoup ont évoqué des signes prometteurs.

#### **Philippe Masson, Membre du Conseil économique et social**

J'ai été très satisfait d'entendre parler plusieurs intervenants de signes encourageants. Il me semble beaucoup plus intéressant d'évoquer ce qui bouge, ce qui n'empêche pas de parler des obstacles, que de tenir un discours qui me semble convenu et catastrophiste, et en tout cas plus propre à agacer la communauté scientifique qu'à faire progresser les choses. Il me semble que si nous voulons véritablement développer des synergies, nous avons besoin de prendre acte de différences réelles de culture. C'est en partant de ces réalités que nous pouvons arriver à faire vivre des synergies.

Concernant la situation de la recherche fondamentale, il m'a semblé que plusieurs intervenants attiraient l'attention sur un certain nombre de menaces. Comment pourrait-on réfléchir à une véritable carrière de chercheur ? Monsieur Ledoux a introduit quelques idées, peut-être pourrait-il les développer. Pourquoi considère-t-on que le développement de carrière d'un chercheur impliquerait de quitter la recherche ? Cela étant, nous ne sommes pas chercheurs à 40 ou 50 ans, comme nous le sommes à 28 ou à 30 ans. Par ailleurs, n'a-t-on pas un risque d'une dichotomie de fait entre des organismes publics qui assureraient et financeraient la recherche fondamentale et des entreprises qui procéderaient aux autres types de recherche ? Ne doit-on pas réfléchir à la manière dont un certain nombre d'entreprises pourraient reconquérir, par une

véritable intervention directe ou par financement indirect, la recherche fondamentale ?

### **Philippe Rouvillois**

Concernant la première question, il me semble effectivement que les problèmes de carrière se résument à la question de savoir s'il est possible d'organiser une véritable carrière pour un chercheur ou de faire des métiers un peu différents, dans le cadre d'un même organisme.

### **Marie-Claude Gaudel**

En tant qu'enseignant chercheur ayant fait un passage dans l'industrie, j'ai tendance à penser qu'il n'est pas mauvais de ne pas faire de recherche pendant un certain temps, à condition d'y revenir ensuite. Il est vrai que le système français ne favorise pas beaucoup ces mobilités, et en particulier le retour de l'industrie vers l'éducation nationale ou la recherche publique. Le problème est beaucoup plus général : en France, nous n'aimons pas la mobilité. Nous devrions pouvoir agir par un certain nombre de mesures presque réglementaires. Concernant la reconquête de la recherche fondamentale par les industriels, certains d'entre eux font actuellement de la recherche fondamentale, comme Philips. Ce sont souvent de grands groupes. Un certain nombre d'accords-cadres ont d'ailleurs été passés entre ces grands groupes et des instituts de recherche. Ils permettent d'avoir une communauté d'intérêt entre des équipes de recherche publique et des équipes de recherche privée.

Il s'agit déjà d'un embryon de solution. Certes, entre l'accord-cadre et le GIP ou le laboratoire commun, il y a des mécanismes à mettre en œuvre.

### **Marc Ledoux**

Fait-on de la recherche de la même manière à 30 et à 50 ans ? Certainement pas, mais on est toujours malgré tout un chercheur. Continuer de faire de la recherche à 50 ans n'est pas un obstacle, mais même un avantage. Un point m'inquiète davantage dans cet aspect de carrière des chercheurs : les jeunes interlocuteurs industriels n'ont plus les compétences nécessaires pour suivre ce que nous faisons dans les laboratoires de recherche. Il y a deux explications à cette situation. La politique du personnel peut faire qu'il est presque handicapant de choisir la voie de la recherche dans l'industrie, ce qui peut décourager les bons éléments. La deuxième raison est peut-être une formation mal adaptée : dans les écoles, j'observe en effet que les disciplines de base sont de moins en moins enseignées, au profit des disciplines tertiaires.

### **Jacques Lewiner**

Nous n'avons pas suffisamment pris conscience de l'évolution forte que constitue la nouvelle économie. Monsieur Laffitte a indiqué que les venture capitalists apportent énormément d'argent aux start-ups. Effectivement, il existe une réelle capacité à mobiliser de grands investissements, y compris pour faire de la recherche fondamentale.

### **Guy Ourisson**

J'ai une première remarque à faire à propos du catastrophisme de Monsieur Lewiner. En 1955, lorsque j'étais candidat à un poste de maître de



conférence à Strasbourg, dans mon dossier transmis au Conseil de la Faculté des sciences, j'ai indiqué que si je venais à Strasbourg, ce serait avec un contrat de consultant pour une entreprise néerlandaise. Je ne l'ai pas dit parce que je pensais que cet élément allait m'aider, mais parce que c'était un fait, dont j'étais très content. Je ne savais pas que cela ne se faisait pas et si cette précision ne m'a pas aidé, elle ne m'a pas gêné non plus. Cela étant, elle a beaucoup surpris. Je crois qu'une pudeur idiote a existé pendant longtemps.

En ce qui concerne les carrières de chercheurs, lorsque j'étais Président du Conseil scientifique de Rhône-Poulenc, nous avons introduit la carrière de chercheurs associés, destinée aux très bons éléments pour qu'ils puissent continuer à avancer dans leur domaine sans devoir aller dans les bureaux. Ce système n'est peut-être pas généralisable dans tous les types d'entreprise, mais il peut s'envisager.

#### **Thierry Jeantet, Membre du Conseil économique et social**

Jacques Lewiner a eu raison d'indiquer qu'il fallait faire sauter un certain nombre de verrous pour libérer les énergies. Ne croit-il pas qu'il existe d'autres voies et qu'il existe des chercheurs qui ont certes envie de faire fructifier leur projet, mais qui ont surtout envie de le partager et de le faire dans certaines conditions éthiques qui peuvent les conduire vers d'autres types d'entreprises, trop mal connus dans notre pays, comme les formules de coopératives, les formules d'union d'économie sociale, voire de mutuelle ? Prenant ma casquette de Président du Comité scientifique de l'Institut de l'économie sociale, j'en profite pour indiquer que nous avons créé un comité scientifique dans le monde coopératif, mutualiste et associatif pour établir des ponts entre universitaires, chercheurs et praticiens futurs de l'économie sociale. Ces derniers ont bien évidemment la possibilité de choisir des formules traditionnelles d'entreprise, mais ils ont également la possibilité de choisir des entreprises innovantes parce qu'elles sont plus proches de l'idée de mise en commun des projets et de valorisation du capital humain. Il me semble que c'est une voie, utilisée par d'autres pays voisins et par les Etats-Unis, que nous devrions peut-être développer.

#### **Jacques Lewiner**

Lorsque des personnes créent une entreprise, il s'agit toujours d'un projet commun. Même s'il n'est pas labellisé comme tel, il est toujours géré par une équipe qui travaille dans l'enthousiasme. Je crois qu'en aucun cas, les valeurs humaines sont absentes d'une création de ce genre, qui est toujours une aventure par ailleurs. Votre question conduit à évoquer une autre faiblesse du système français : c'est la complémentarité entre ce qui est appelé les sciences dures et les autres. Jusqu'à présent, nous avons eu tendance à privilégier des créations de start-ups par des scientifiques ou des chercheurs. Or je crois qu'il serait extrêmement bénéfique pour leur succès à long terme que les créateurs se couplent avec des personnes issues d'autres filières, en particulier, du domaine social, du management, etc.

**Pierre Laffitte**

Je voudrais préciser qu'à l'occasion du tremplin d'entreprise du Sénat de cette année, nous avons donné le prix à une société qui a démarré en tant que coopérative et qui est dans le domaine des sciences sociales : son activité consiste en effet à mettre en réseau des télétravailleurs individuels qui cherchent à rentrer en contact avec des usagers, c'est-à-dire des entreprises ou des collectivités. Cette société, qui a transformé sa forme coopérative en une forme de start-up, est en train de lever quelques dizaines de millions de francs car elle a des chances de devenir le numéro 1 mondial dans ce domaine. Il est certain qu'en matière d'aménagement du territoire et de développement de l'emploi, y compris pour des handicapés, l'utilisation des technologies modernes appliquées à des opérations d'ordre sociologique est quelque chose de tout à fait phénoménale.

C'est une source importante de développement de la liaison entre les sciences « molles » et les sciences « dures », car l'économie sera de plus en plus une combinaison des deux, ne serait-ce que pour l'acceptation sociale de la modernité. En effet, cette dernière est en train de poser un problème considérable, que les spécialistes du domaine nucléaire connaissent bien et que les spécialistes des biotechnologies connaîtront de plus en plus. Il est donc nécessaire de développer un grand effort de prospective non seulement technologique, technique et scientifique, mais également sociale.

**Alain Pampidou**

Aujourd'hui, dans cette interaction entre les sciences « dures » et les autres, il va naître un grand besoin de recherche en matière de services. Notamment sur Internet, en dehors du commerce électronique, nous allons susciter des besoins d'explications et d'informations des citoyens. Il faudra améliorer la convivialité dans l'accès aux données et permettre de les gérer en fonction des besoins personnels de chacun. Un nouveau domaine de recherche est en train de se développer en matière de logiciels et de services pour répondre aux attentes des citoyens. Il ne s'agit pas de faire appel à des consultants, mais à des ingénieurs qui vont tailler les logiciels sur mesure pour les adapter aux besoins de la population.

**Pierre Papon**

Pour répondre à Monsieur Masson, je soulignerai que le problème de désengagement des entreprises industrielles par rapport à la recherche fondamentale n'est pas proprement français. Nous le constatons pratiquement partout en Europe, voire aux Etats-Unis, où seules quelques entreprises du secteur de la pharmacie maintiennent une activité dans le domaine de la recherche fondamentale. Il s'agit donc d'un phénomène général.

Comment pallier ce désengagement ? Il existe un certain nombre de formules que nous avons pratiquées en France à doses homéopathiques, comme les laboratoires mixtes entre les entreprises et les organismes de recherche. A l'échelle européenne, il faudrait mettre sur pied des consortiums de recherche associant des grandes entreprises, et éventuellement des organismes publics, pour qu'ils financent de la recherche fondamentale, en particulier par le biais de

bourses doctorales et post-doctorales. C'est effectivement par l'intermédiaire des jeunes chercheurs que nous pouvons irriguer tout le tissu industriel avec des idées nouvelles. Il y a donc la nécessité d'une réflexion et d'une harmonisation des politiques européennes, peut-être par des mesures fiscales. Concernant les métiers de la recherche, nous manquons en France de mobilité des carrières entre la recherche et l'enseignement supérieur. C'est un nœud stratégique sur lequel il faudrait opérer. Signalons d'ailleurs que la mobilité pèse sur les retraites.

**Jean-Claude Bernier**, Directeur du département chimie au CNRS

Il n'est pas bon de continuer à véhiculer une image désuète des grands organismes d'Etat.

Il faut tout de même rappeler qu'actuellement au CNRS, 1 450 contrats sont signés par an et que 4 400 brevets en portefeuille sont en cours - ce qui ne se sait pas car la plupart d'entre eux figurent au nom des entreprises partenaires dans les bases de données. Dans deux départements, que je connais bien, il y a 1 100 brevets en cours en chimie et 1 400 en sciences de la vie, avec des redevances au CNRS qui ont été multipliées par 6 en 5 ans et qui atteignent des sommes aux alentours de 140 millions de francs pour 1999. Il est certain que la loi sur l'innovation a constitué une grande avancée, mais je crains que la réglementation future ne régresse dans cette voie.

Concernant les collaborations industrielles, je me souviens de l'UMR de la Société européenne de propulsion dont les travaux avaient permis à Ariane 5 de décoller. Si ce laboratoire n'avait pas effectué la recherche fondamentale avec l'industrie, je pense que la France n'aurait pas connu les succès spatiaux actuels. Certes, nos systèmes sont un peu à dose homéopathique. Il existe néanmoins les contrats de programmes de recherche avec l'industrie, dans lesquels une ou deux industries s'associent à un réseau de laboratoires sur un problème fondamental.

Pour ma part, et à l'adresse des industriels, j'essaie de mettre sur pied deux consortiums depuis trois ans sans succès. Est-ce que la culture européenne vis-à-vis des consortiums est différente de l'esprit anglo-saxon ? Je ne sais pas. J'ai cependant le sentiment que les industriels ont peur de s'engager par cotisation, alors qu'ils ne craignent pas de s'engager sur un programme centré sur 3 ans, avec des bourses recherche et un partage entre les finances publiques et les finances privées.

**Jean Dercourt**, Secrétaire Perpétuel de l'Académie des Sciences

La trilogie - universités/ingénieurs, organismes et entreprises - ne doit pas masquer le rôle de formation des universités et des écoles. Or nous avons vu que l'intérêt pour la recherche des jeunes étudiants est en décroissance et que le flux d'échanges entre les différentes structures est faible. Je voudrais rapprocher ces deux constats de l'étiollement de la recherche fondamentale en informatique, dont a parlé Madame Gaudel. Il semble que les trois entités, l'enseignement, la recherche et l'industrie, aient du mal à vivre ensemble. Nous constatons un étiollement de l'enseignement supérieur en France au bénéfice de la recherche. Il est coûteux pour un jeune enseignant ou pour un senior de l'enseignement de s'occuper de pédagogie. Cela ne lui est comptabilisé positivement en rien, voire au contraire négativement. La centralisation s'est donc faite sur la recherche où seuls se trouvent les instances d'évaluation. Or lorsque l'appel de l'industrie est

trop fort, la partie recherche s'étiole à son tour. Ainsi, le ménage à trois est visiblement difficile.

Par ailleurs, pas plus dans l'enseignement que dans la recherche, les personnels ne se voient jamais fixer un objectif à atteindre dans un laps de temps défini. Le laboratoire a parfois un objectif à atteindre, mais l'individu, jamais. Cette situation conduit à se conformer aux exigences communes et interdit la diversification, en particulier chez les personnels techniques ou ingénieurs de très haut niveau.

L'absence d'évaluation des équipes par des équipes pluri-organiques est ensuite un véritable problème. Lorsque des personnels relevant de plusieurs organismes sont associés, chacun est évalué par son propre système. Il s'ensuit des hétérogénéités dans l'évaluation qui sont absolument délétères pour l'intérêt des équipes. Plus encore, dans le cadre de programmes inter-organismes ou européens, ils ne sont pas du tout évalués. Or dans la plupart des entreprises industrielles, tout projet a trois exigences : un objectif, un calendrier et son financement, et une évaluation *a posteriori*. Si ce type de modèle n'est pas établi, comment la collaboration stricte entre écoles, universités, entreprises et organismes, peut-elle être organisée autrement que par des bricolages contingents ?

### **Philippe Rouvillois**

Ainsi, nous constatons des progrès : dans le domaine des start-ups en biotechnologie, le paysage change à l'œil nu en quelques années. La prise de conscience est évidente, y compris sur une nécessaire collaboration plus organique. Néanmoins, il ne faut pas non plus se rassurer trop vite. En effet, nous sommes dans une compétition mondiale et les autres courent très rapidement. Certes, nous avons des exemples réels et positifs de collaboration entre des universités et des entreprises. Cependant, il faut admettre qu'ils constituent l'exception.

J'ai noté un point particulièrement important : celui de l'évaluation. Notre évaluation est effectivement beaucoup trop complaisante. Nous ne demandons pas aux chercheurs de rendre compte de leurs travaux et de leurs équipes. L'évaluation s'effectue dans un climat de bonne camaraderie, qui a des vertus, mais qui nous singularise de plus en plus par rapport à nos principaux compétiteurs et amis étrangers.

Un autre point est l'importance des réseaux, à la fois des réseaux informels et des connaissances mutuelles. La proximité géographique d'un campus, d'une ville de province ou d'une technopole crée des rencontres qui, sans elle, ne se produiraient pas. Cependant, outre le campus, il faut une volonté de collaboration entre les équipes.

Je ne suis pas de ceux qui pensent que l'Etat doit tout faire. Son rôle est avant tout de lever les obstacles pour que les initiatives puissent se développer. Il est vrai que beaucoup d'actions ont été entreprises pour lever les freins, mais encore faut-il que les intentions se traduisent bien en textes d'application et en modalités. De ce point de vue, la loi sur l'innovation est positive pour lever des obstacles, mais elle doit être suivie des faits. Ainsi, la mobilité, sans qu'elle devienne une sorte d'obligation morale ou un critère pour arriver un certain

niveau, doit pouvoir devenir accessible à ceux qui le souhaitent et ne demander aucun effort particulier.

Je crois que l'Etat doit jouer un rôle actif afin de faire naître, dans le domaine, des stratégies à long terme. Les Américains sont les premiers à avoir identifié la génétique comme un domaine stratégique à moyen/long terme et c'est pourquoi ils ont pris 10 ans d'avance dans le développement des applications, par rapport à l'ensemble de l'Europe. Nous avons beaucoup de difficultés à conduire dans ce domaine une stratégie à long terme.

Par ailleurs, il faut faire des choix. Je suis frappé de voir que les efforts de redéploiement au sein de l'enveloppe budgétaire des sciences du vivant ont été aussi importants que possible pour en faire un facteur de dynamisme, de travail en équipes et de création d'initiatives, mais pas un sou public de plus qu'auparavant n'a été investi. Ainsi, comparé à l'accroissement annuel de l'effort américain, l'Etat français ne se donne pas les moyens de sa politique. Cependant, je ne crois pas qu'il faille pour autant renationaliser la recherche car les pays qui nous montrent l'exemple sont souvent libéraux. Ainsi, si l'Etat ne réagit pas sur tous ces points, nous risquons de constater, dans quelques années, que nous avons certes progressé, mais que les autres ont progressé encore plus vite que nous.

## **Les synergies de compétences au service d'une éthique des sciences et des technologies**

**Claudette Brunet-Léchenault**, Membre du Conseil économique et social

Marie-Claude Maurel est de jury de concours et se trouve donc remplacée par Monsieur Bruno Pequignot, qui est Directeur adjoint du département des sciences de l'homme et de la société du CNRS.

Au Conseil économique et social, tout ce qui concerne l'homme nous concerne. La recherche est une chose trop importante pour qu'on la laisse aux chercheurs. C'est sur ce principe que nous vous avons invité aujourd'hui. Le citoyen doit être informé, mais aussi consulté. Cependant, il a souvent du mal à comprendre les chercheurs et leur langage et il existe véritablement un déficit de communication. Le citoyen se demande parfois si le monde de la recherche tient vraiment à informer et à travailler avec d'autres et s'il ne cherche pas parfois à rester entre soi.

Pourquoi l'entreprise s'implique-t-elle de moins en moins dans la recherche fondamentale ? Je ne pense pas que ce soit exclusivement parce que cette dernière ne conduit pas directement au profit, mais peut-être y aurait-il des éclaircissements à apporter dans le cadre de la démarche éthique des entreprises dans ce domaine. Le chercheur a-t-il vraiment envie d'agir dans le cadre d'une synergie des compétences ? En matière d'éthique, le chercheur établit-il lui-même des garde-fous quand il agit dans le cadre de l'entreprise ? Enfin, qu'est-ce qui motive un chercheur à travailler avec le monde de l'éducation et celui de l'entreprise ? Les citoyens ont l'impression que le monde de l'entreprise et de la recherche sont hermétiques. Est-ce parce que le monde de la recherche est un monde de pouvoir ? Est-ce parce que c'est un monde de pouvoir qu'il y a aussi peu de femmes ?

**Pierre Castillon**, Président du Conseil pour les Applications de l'Académie des sciences

Après 37 années passées dans l'industrie, me considérant plutôt comme un besogneux de la technologie industrielle, je me serais bien vu figurer dans le programme de la matinée pour parler de la formation, du monde de l'entreprise ou de la PME agricole. Cependant, je me réjouis de ce positionnement différent car j'y ai perçu, de la part de mon ami Alain Pompidou, deux messages : d'abord, la reconnaissance du fait que l'industriel peut apporter sa pierre au débat éthique et ensuite, la possibilité de préciser le rôle de l'Académie des technologies qui se situe au cœur des débats entre l'expertise et l'éthique des technologies.

Concernant le premier point, il est clair que l'industriel, facilement montré du doigt, a tout à fait sa place dans le débat sur l'éthique de l'utilisation des technologies. En effet, c'est chez lui que les solutions sont trouvées. C'est chez lui que travaillent les experts, ceux qui, en aval de la science, développent des procédés, des produits et des applications, ceux qui créent, qui innovent en franchissant de multiples obstacles (techniques, commerciaux, socio-économiques, administratifs et culturels), ceux qui conçoivent de nouveaux

modes de transport, de communication et qui contribuent à l'amélioration de la santé et à la progression du niveau de vie.

Pour avoir vécu en usine et observé, dans les services techniques, la genèse de cette expertise, j'ai vu évoluer, au cours des années, les concepts éthiques dans mon métier. Le curseur s'est significativement déplacé vers les préoccupations environnementales, qui ne faisaient pas partie des priorités des Trente glorieuses, vers une communication plus ouverte avec la société civile, vers des procédures de normalisation et de qualité, vers la pratique plus fréquente des éco-bilans et des analyses de cycles de vie. Cependant, jamais, en aucun cas, l'industriel ne s'est senti dispensé d'éthique. Un chemin important a été accompli, sans doute accéléré par l'internationalisation rapide que nous avons vécue, source de contacts avec d'autres approches, anglo-saxonnes, latines ou asiatiques, les industriels ayant dû affronter l'international bien avant les autres. Ils ont ainsi appris qu'il fallait mieux communiquer, expliquer et s'impliquer dans les débats. Si j'ajoute que chaque technologue souhaite apporter sa contribution au profit de l'homme, nous nous rendons bien compte que l'industriel a son mot à dire dans un débat éthique des technologies, d'autant plus qu'il est bien placé pour observer, évaluer et, le cas échéant, s'étonner. Il peut ainsi attirer l'attention sur les dérives de l'application du principe de précaution, sur les contraintes économiques qui en résulteraient, sur les risques de freins à l'innovation et sur les risques de distorsion de la concurrence internationale, car le débat éthique peut aussi masquer certains intérêts. Par ailleurs, le technologue est contribuable et s'intéresse donc au rapport coût/efficacité de ses impôts. Le mot de lobby, souvent employé, n'est pas seulement l'apanage de l'industriel car il existe aussi bien d'autres groupes de pression. Les scientifiques savent également promouvoir leurs activités et l'écologie doit également se prêter à l'analyse objective des intérêts qu'elle sous-tend.

Alain Pompidou a dû également penser à ma nouvelle casquette de Président du Conseil pour les Applications de l'Académie des sciences. Je suis effectivement chargé de faire rapidement évoluer ce dernier Conseil vers une Académie des technologies de plein exercice. Dans son discours du 19 juin, Monsieur le ministre Roger Gérard Schwartzberg a indiqué : « Je souhaite que cette Académie des technologies puisse être créée le 1<sup>er</sup> janvier 2001, pour accompagner l'entrée dans le nouveau siècle qui sera plus que jamais le siècle des arts, des sciences et des techniques ». Voilà donc qui me donne l'opportunité de montrer en quoi une Académie des technologies peut contribuer utilement à l'information des pouvoirs publics et aux débats des citoyens sur l'impact des technologies. Il s'agit donc bien d'une synergie de compétences au service d'une éthique des sciences et des technologies. J'ai évoqué l'évolution réelle des mentalités industrielles, même si un chemin important reste à parcourir. Depuis bientôt 2 ans, le Conseil pour les Applications de l'Académie des sciences est organisé pour réfléchir à la meilleure façon de concevoir une Académie des technologies digne des ambitions françaises, en sachant que la « *Royal Academy of Engineering* » en Grande-Bretagne, ou la « *National Academy of Engineering* » aux Etats-Unis et bien d'autres ont ouvert la voie. Il s'agit de mettre en œuvre une intelligence collective s'appuyant sur l'expertise reconnue de tous ses membres. Une commission constituante a préparé et a fait adopter le 9 mai dernier des procédures pour un projet innovateur et ambitieux, à la fois

lieu d'expertise scientifique et technique et centre d'animation et de débats. Pour y parvenir, il est indispensable de constituer une assemblée crédible apte à jouer ce rôle. L'attention s'est bien sûr portée sur la qualité indiscutable du recrutement, ce qui va impliquer une sélection sévère en fonction des réalisations en plus des diplômes. Il est certain que le profil des membres doit être adapté à l'évolution des secteurs économiques et il faut également faire une place aux nouveaux métiers ainsi qu'à la nouvelle économie. Il est par ailleurs nécessaire d'associer industriels, agronomes, médecins, économistes et juristes afin de répondre à des questions de fond ou d'actualité et contribuer utilement au débat public.

En outre, une large ouverture est prévue vis-à-vis des autres Académies et des Académies étrangères pour contribuer à une vision plus globale des problèmes, que nous ne sommes pas les seuls à étudier. L'indépendance est assurée par un financement public de l'Etat et des régions, complété par une fondation. Nous avons beaucoup insisté sur les valeurs fondatrices d'une telle Académie, basées sur un travail collectif dans l'interdisciplinarité, une organisation et des méthodes propres à développer cette expertise, l'intelligence collective et les synergies entre les membres, et enfin sur une déontologie, une indépendance et un esprit critique au service de l'intérêt général.

Nous savons déjà que la plupart des thèmes que nous envisageons dans notre comité - tels qu'énergies et environnement, expertise et principe de précaution, technologies de l'information et de la communication, éducation vis-à-vis de l'érosion de l'intérêt pour la technologie chez les étudiants, analyse des cycles de vie, etc. - fera appel à une approche interactive combinant l'expertise technologique des membres et des considérations éthiques, sans lesquelles notre Académie n'aurait certainement pas d'autorité morale. Il nous faudra également travailler sur le facteur temps parce que nous devons être en mesure de nous prononcer à chaud sur tel ou tel problème de société, afin d'éclairer au mieux et rapidement le politique, le décideur et le citoyen. Ainsi, l'Académie des technologies se prépare à être un partenaire dans le débat public. Il existe en effet un besoin manifeste de lieux d'échanges où s'établissent les ponts entre les différentes approches, où se posent les vraies questions qui fâchent, où se prépare une vision prospective de l'avenir, en résumé où l'on parle en s'appuyant sur des compétences reconnues et sur la mise en œuvre de cette intelligence collective.

**Jacques Arnould**, Père dominicain, chargé de mission au CNES

Au sein du Centre National d'Etudes Spatiales, je mène, depuis bientôt 2 ans, une réflexion d'ordre éthique. Il s'agit de réfléchir avec les agents de cet organisme public aux enjeux éthiques des activités spatiales. Ce faisant, nous avons mis en œuvre un certain nombre de synergies parce que ce milieu de haute technologie est en lien avec des scientifiques, des industriels et des politiques.

Mais cette synergie de compétences au service d'une éthique des sciences et des technologies est-elle nécessaire ? Est-elle possible ? Dans un premier temps, je me suis dit qu'elle n'était peut-être pas possible. Certains revendiqueraient même une absence de synergies. Face au monde des sciences et des techniques, face aux enjeux de société qui existent autour ou à partir d'elles,



nous savons qu'il existe des débats de société qui peuvent parfois conduire à trouver comme solution non pas une synergie mais au contraire ce qu'un paléontologue américain, Stephen Jay Gould, appelle le principe NOMA, c'est-à-dire le « non-empiètement des magistères ». Au fond, pour vivre bien, vivons dans l'irénisme, c'est-à-dire dans une sorte d'atmosphère heureuse où chacun reste dans son domaine, en prenant garde de ne pas empiéter sur celui de l'autre. Il ne s'agit donc pas de synergie, mais au contraire de compromis, voire d'ignorance. Dans un tel cadre, le terme de compétences prend une connotation plus marquée. Si les termes de lobby et de groupes de pression ont été évoqués, Gould parle, quant à lui, de magistères, qui existent dans bien domaines. Etant américain, biologiste, défenseur de Darwin, Gould pense aux groupes créationnistes aux Etats-Unis, qui empêchent l'enseignement de certaines théories évolutionnistes ou posent des problèmes aux scientifiques de terrain et aux chercheurs. Nous comprenons comment, dans ce cadre-là, les compétences, les groupes de pression ou les magistères en viennent à essayer de trouver un accord de paix (un peu trop) irénique, où il s'agit de ne pas marcher sur les pieds de l'autre.

Cette situation existe en dehors de l'exemple précis de Gould et de son expérience personnelle de biologiste face aux mouvements créationnistes, fondamentalistes, etc.. En fait, nombreux sont les domaines de notre société dans lesquels existent cette attitude dogmatique, cette prétention d'un magistère. Je crois que dans un premier temps, nous pourrions être tentés d'appliquer le principe NOMA, de non-empiètement des magistères, proposé par Gould. Or on nous propose aujourd'hui de réfléchir aux synergies possibles des compétences au titre de l'éthique. Je m'inscris bien sûr dans une certaine défense de ces synergies. Cependant, il faut trouver la raison et le fondement de la démarche « synergétique ». J'identifierais ce fondement simplement dans l'intérêt central de toutes ces questions, souligné par Dominique Lecourt, l'auteur de la préface du livre de Gould. Lecourt estime que le non-empiètement des magistères est certes bien beau, mais il se demande comment alors respecter l'unicité de l'homme. En effet, la personne humaine est synergétique : elle est une et en même temps énergie. Elle est une : si nous séparons systématiquement tous les domaines, nous parvenons à des extrémismes à force de vouloir défendre une dimension de l'homme en oubliant l'autre. L'homme « est » la définition que donne le biologiste, celle que donne la sociologue et celle que donne le médecin, mais c'est en fait une uniformité à créer à partir de toutes ces définitions. L'homme « est » aussi énergie : nous sommes à une époque où l'homme est effectivement en mouvement : les sciences et les techniques mettent la personne et les sociétés humaines en mouvement, comme il y a quelques siècles Copernic et Galilée ont pu mettre le monde en mouvement.

C'est dans ce sens-là que le terme de synergie peut être introduit et défendu. Au terme de « compétence », j'ajouterai le mot de « finalité ». En effet, il s'agit également de trouver une certaine synergie des finalités car une chose est de parler de compétences, et une autre est de ne pas oublier ce pour quoi les sciences travaillent et les techniques se développent : des finalités qui ne sont pas toujours immédiates et qu'il faut rappeler ou préciser.

**Danielle Blondel**, Professeur d'Université à Paris Dauphine

Je vais essayer de vous persuader que les nouvelles analyses de l'économie rajoutent encore des problèmes éthiques à ceux qui existent déjà et qui sont dus à la science et à la technologie, (problèmes de l'environnement, de la bioéthique etc). L'économie en tant que science, que nous appelons science économique, est tout à fait contradictoire avec l'éthique. En effet, l'économie est l'analyse des voies optimales de création de valeur. Or cette notion de valeur n'a aucun rapport avec la valeur éthique. Par exemple, un industriel qui réalise, en vendant des armes, un taux de profit plus élevé que celui d'un industriel qui vend des instruments médicaux est considéré plus efficient que l'autre. En a-t-il toujours été ainsi ? Non. C'est peut-être la prétention de l'économie à s'ériger en discipline scientifique qui nous conduit à des conséquences extrêmes puisque, à la limite, les vendeurs de drogue des banlieues sont extraordinairement efficients.

Or, ce que nous appelions autrefois l'économie politique, qui est différente de la science économique, avait le souci de la convergence des objectifs économiques et moraux. Par exemple, au XVII<sup>e</sup> siècle, Colbert, pourtant le pape du mercantilisme, s'interrogeait sur l'éviction des ouvriers par la technologie, en s'inquiétant que ces derniers perdent leur travail. Donc, l'ancien dilemme était de choisir entre être scientifique et négliger les valeurs morales ou faire de l'économie politique et essayer de raisonner en termes d'éthique. Cependant, ce débat est largement dépassé aujourd'hui, dans la mesure où l'objet de l'analyse économique est devenu la connaissance. En effet, nous voyons très bien, à travers les statistiques sectorielles ou macroéconomiques, que l'investissement immatériel, c'est-à-dire l'investissement en recherche, en information et en formation, tend premièrement à prendre le pas en termes quantitatifs et deuxièmement à avoir une productivité marginale beaucoup plus forte que celle des équipements matériels. Ainsi, il est tout à fait clair que l'input essentiel pour être efficient est l'input immatériel de l'information et de la connaissance. Le fin du fin du management est aujourd'hui le *knowledge management* : désormais, les entreprises prêtent beaucoup plus d'attention à la veille technologique et à la production de ressources technologiques et d'information qu'à la caractéristique de l'équipement matériel.

Mais, cet input n'est pas ordinaire. Premièrement, il est indéfiniment reproductible, puisqu'il s'agit de l'intelligence des hommes et donc de l'intelligence cultivée par l'éducation. Deuxièmement, il est non rival, en ce sens que si vous le transmettez à quelqu'un, vous le gardez malgré tout. Troisièmement, il est cumulatif, c'est-à-dire que la connaissance va à la connaissance. Il pose donc trois problèmes éthiques supplémentaires. Le premier est celui de la source de la valeur économique : s'agit-il de l'exploitation de l'homme et de ce qu'il y a de plus humain dans l'homme, son cerveau ? Le deuxième problème éthique est celui de la finalité de l'intelligence et de la connaissance : est-ce l'épanouissement de chacun et de tous ou est-ce l'enrichissement matériel de certains ? Le troisième problème éthique est celui de l'inégalité. J'ai indiqué que cette ressource était fortement cumulative : certaines nations et certains individus s'enrichissent donc beaucoup de cet input de connaissances, quand d'autres sont complètement mis à l'écart des réseaux de

recherche et de technologies. Ainsi, par rapport à tous les problèmes éthiques posés par la science, l'économie, aujourd'hui, en rajoute au moins trois.

**Philippe Laredo\***, Directeur de recherche au Centre de Sociologie de l'Innovation, Ecole des Mines de Paris

En quoi les coopérations de recherche posent-elles de nouveaux problèmes sur la façon dont est vécue l'activité de recherche par un professionnel de la recherche publique ? J'identifie 3 problèmes ou 3 questions ouvertes. L'activité de recherche est une aventure collective parce qu'elle met au cœur de la vie des acteurs de recherche le laboratoire et non plus l'individu et parce qu'elle place les coopérations au cœur des projets de recherche.

Le premier problème est celui de la reconnaissance de la diversité des trajectoires professionnelles. En effet, l'activité collective engrange un mouvement classique de développement de compétences complémentaires, c'est-à-dire de recherche progressive de complémentarité entre les acteurs - même lorsque ceux-ci travaillent dans la même discipline voire dans la même spécialité - et donc de spécialisations progressives. La trajectoire typique, emblématique du « nobélisable », correspond très peu aux situations concrètes observées. Ainsi, nous sommes face à une diversité de trajectoires professionnelles et quand nous ne savons pas les reconnaître, nous ne savons parler ni des compétences, ni des valeurs, ni des problèmes auxquels les acteurs sont confrontés. L'enjeu n'est pas simplement l'évaluation, mais la reconnaissance même de la diversité des activités qui sont conduites et des spécialisations auxquelles elles donnent lieu dans une structure de recherche.

Le deuxième problème tient à la nature même des coopérations. Dès lors que nous dépassons l'espace des laboratoires et que nous coopérons avec d'autres acteurs, nous partageons la manière dont nous travaillons. Or partager, c'est mettre partiellement dans les mains des autres sa propre performance. Comment peut-on opérer de la sorte et sur quelle base ? Il est classique de souligner que ce qui est au cœur de ce processus est à la fois la confiance et les relations interpersonnelles. Mais ces dernières suffisent de moins en moins et les partenariats réclament d'autres types de garantie, c'est-à-dire des garanties externes sur la qualité de démarches professionnelles. Aujourd'hui, la démarche qualité dans les activités de recherche est un enjeu grandissant. Elle fait d'ailleurs l'objet d'un débat ouvert au niveau européen. Or je crois que si nous décalquons la démarche qualité du milieu industriel sur la recherche publique, nous allons au-devant de très grandes déconvenues. C'est donc un véritable problème qui est posé aujourd'hui pour déterminer la nature des garanties de qualité autour des activités de recherche publique.

Le troisième problème est le mélange croissant d'acteurs différents dans les coopérations. Ces dernières se situent entre disciplines différentes, entre organisations différentes, entre la recherche publique et l'industrie et entre pays différents. Comme dans le cas précédent, la confiance ne suffit pas pour construire et organiser des projets de recherche entre des partenaires différents. De plus en plus, ces interactions réclament la construction d'une infrastructure. Progressivement, nous commençons à reconnaître dans la recherche que tout

---

\* Texte non revu par l'intervenant.

encadrement ne signifie pas embrigadement de la liberté, bureaucratie ou interdiction de travail. La question des formes de l'encadrement de ces relations est d'ailleurs totalement ouverte. Elle porte aujourd'hui sur l'élaboration locale de règles que les acteurs partagent entre eux. Nous connaissons les règles sur le partage des résultats, sur la publication, mais aussi sur l'utilisation des ressources générées dans ces opérations conjointes, comme les bases de données ou les banques d'échantillons génétiques. Cependant, nous ne pouvons pas nous satisfaire des règles locales dès lors que nous mettons en relation des acteurs qui appartiennent à des organisations différentes et qui peuvent elles-mêmes mobiliser des ressources différentes. Par exemple, nous n'avons pas la kyrielle d'avocats qui viennent encadrer les relations, lorsque nous travaillons avec des entreprises anglo-saxonnes. Se pose donc toute une série de questions sur les règles globales qui encadrent les conditions dans lesquelles nous développons des travaux de recherche en coopération. Elles portent par exemple sur la déontologie ou sur la manière dont on peut construire des essais de recherche clinique.

**Jean-Yves Le Deaut**, Député, ancien Président de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST)

La science et la technologie sont au cœur de la société et envahissent aujourd'hui le Parlement. Les sujets de biotechnologie, d'environnement et le développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication deviennent majeurs. La prise de conscience est très forte, à la fois sur le progrès de la science et sur les risques qui lui sont inhérents. Aujourd'hui beaucoup plus qu'hier, nous devons réfléchir aux conséquences économiques et sociales du progrès scientifique et technique. Un dialogue est nécessaire entre le savant, le citoyen et le politique. Or il n'est pas très bien organisé aujourd'hui. Le premier problème est la contestation de l'expertise : sur un sujet donné, tous les experts ne tiennent pas les mêmes propos, ce qui complique la tâche du politique. Le deuxième problème concerne l'information tronquée ou parcellaire : la diffusion de la culture scientifique et technique n'est pas bonne dans notre pays et la médiation scientifique n'est pas suffisante. De ce fait, l'avis des citoyens sur un sujet n'est que le reflet de la communication générale et ne correspond pas à leur appropriation du sujet. Enfin, nous reprochons au scientifique d'être isolé et de ne pas savoir organiser le débat. Mais comment organiser le débat ? Au niveau de l'expertise, je crois à l'expertise publique et contradictoire, et non pas aux experts de laboratoires qui assènent des vérités. Les experts doivent venir dans des débats et expliquer aux politiques, dont la marge de manœuvre est limitée, ainsi qu'aux citoyens la raison de leur désaccord sur une certaine forme d'expertise. La première conférence de citoyens que j'ai organisée sur les OGM a montré que les citoyens « lambdas » pouvaient poser les très bonnes questions. L'expert n'est donc pas seulement une personne compétente.

Une politique de prévention tous azimuts n'est ni possible ni suffisante. Il existe en effet des contraintes du savoir qui peuvent hypothéquer sur une décision et les connaissances scientifiques évoluent très vite sur un sujet. La loi sur la bioéthique est un bel exemple, puisqu'en 1994 une loi a été promulguée dont le dernier article annonce sa révision dans 5 ans. Les connaissances ne sont

pas épuisées au moment où il faut prendre la décision : c'est pourquoi certains estiment qu'il ne faut pas légiférer. Le temps de l'action est court, circonscrit, alors que le temps de la connaissance scientifique est long. L'exemple du sida illustre totalement cet aspect : absolument tout le monde a sous-évalué le développement de l'épidémie dans les années 83/85. Certains voient dans le principe de précaution la solution à tous les maux. Ce principe est récent : il est inscrit dans l'article 1 de la loi du 2 février 1995. Son usage mérite que l'on s'y attarde un peu car il est en contradiction avec la simplicité des décisions. Aujourd'hui, il faut gérer le risque et, dirai-je, le risque du risque. La politique du risque en présente elle-même. Il est compliqué d'affirmer de manière incantatoire que nous allons appliquer le principe de précaution. En effet, toute politique de gestion du risque a un coût pour la société et il est évident que l'échelle doit être mise en œuvre. De fait, il existe une très longue liste de risques avérés qui ne font pas l'objet de mouvements sociaux et que la société a admis : ainsi, l'argent servant à prévenir ce que je qualifierai « d'incertain » pourrait être utilisé pour prévenir le probable. Le législateur doit intervenir pour mettre un certain nombre de limites dans la recherche.

**Brigitte Rémy**, Chef du Service des Etudes et de la Recherche au Commissariat général du Plan

Rapporteur général du rapport « recherche et innovation : la France dans la compétition mondiale » du Commissariat général du plan

Je voudrais m'appuyer sur les travaux du Plan : dans le groupe présidé par Bernard Majoie, nous avons effectivement élaboré des scénarii d'évolution sur la base de la prolongation des tendances actuelles afin de voir vers quoi nous pouvions aller. En ce qui concerne la poursuite du progrès des connaissances scientifiques et techniques, nous avons décelé un élément de rupture potentielle qui est l'acceptation socioculturelle du progrès scientifique et technique. En effet, la majorité des personnes qui ont participé à cet exercice considéraient qu'il existait un sentiment de doute, susceptible de croître très fortement, à l'égard de l'idée d'un progrès technique linéaire et bénéfique. Ainsi, il est impossible d'ignorer les risques, à terme, de dualisation de la société. En partie en raison de leur niveau d'éducation, certains seraient tout à fait à même de profiter de ce progrès technique, quand d'autres n'auraient ni les moyens matériels d'y accéder ni les capacités de le maîtriser, ce qui engendrerait un risque de frustration et de rejet. Par ailleurs, le groupe a surtout estimé que les craintes à l'égard du progrès des connaissances risquaient de se renforcer, notamment du fait d'un certain nombre d'évolutions des sciences du vivant, mais aussi en raison, par exemple dans le nucléaire, de répétitions de petits incidents qui pourraient engendrer des réactions d'autant plus vives que l'opacité est entretenue. Cette question d'opacité me semble très importante lorsque nous parlons d'éthique. Concernant les technologies de l'information et de la communication, nous assistons à des transformations profondes avec une utilisation accrue des bases de données actives permettant un suivi permanent du comportement et des anticipations des besoins des clients potentiels. Ces derniers sont ainsi enserrés dans un réseau de plus en plus fin, ce qui peut poser à terme un problème de liberté publique.

La question de l'expertise scientifique et technique est tout à fait essentielle et l'organisation de cette expertise par les chercheurs est primordiale dans les organismes. Il faut bien réfléchir aux supports organisationnels d'un tel système, y compris de manière prospective, ainsi qu'à la manière de faire en sorte qu'il y ait une faculté d'anticipation. Par ailleurs, il faut expliquer les résistances et les difficultés pour assumer cette mission d'expertise, laquelle, d'ailleurs, n'est pas bien valorisée en termes d'évaluation. Il faut s'intéresser au statut des personnels, à la nature des relations entre la recherche publique et la recherche privée et à la composition des organes d'expertise. Faut-il se limiter aux seuls scientifiques, sur la base de l'excellence, ou à des scientifiques bénéficiant de la légitimité de l'expérience et de l'âge, ou encore élargir le choix des experts à d'autres domaines que le domaine propre dont il est question, c'est-à-dire à la sociologie, l'économie, la philosophie, voire à des citoyens ? Cette question de l'organisation de l'expertise scientifique et technique va assez vite déboucher sur des questions d'application de principes, d'ordre éthique, de précaution et de prévention.

Concernant l'acceptabilité du progrès scientifique et technique, la perception et la construction des risques s'opèrent généralement sur la base d'expertise et plus particulièrement sur la base du modèle « expertise » et ensuite « information du public ». Ce schéma ne prend pas en compte l'acceptabilité des risques faisant appel à la notion d'appropriabilité.

Or, il est tout à fait important de s'intéresser à l'effet du processus de délibération, à sa mesure, au consentement à payer en face de certains risques et donc à associer le citoyen pour qu'il intègre un certain nombre de questions en amont. D'ailleurs, signalons qu'un rapport récent de Christian Paul, remis au Premier ministre, préconise la constitution d'un forum des droits sur l'Internet, regroupant les acteurs publics, privés et les utilisateurs. Ainsi, tout n'est pas réglementable et organiser des forums permanents dans les technologies de l'information et de la communication est certainement aussi important que de réglementer. Par ailleurs, il existe un certain nombre de risques et de dérives qui vont à l'encontre du progrès scientifique et technique. Ainsi, l'établissement de normes et de règles est une réponse que nous avons parfois apportée aux questions de risques et d'éthique. Cependant, notamment en matière d'environnement, il faut bien constater que l'établissement des normes est d'abord lié aux capacités de mesure, ce qui est assez grave. En effet, ces normes peuvent être soit beaucoup trop strictes, car nous mesurons très bien, soit trop légères, car les contraintes sont trop difficiles à appréhender. Enfin, je souhaiterais vous inviter, pour la suite des travaux, à une réflexion sur l'articulation entre éthique et économie. En effet, ces questions de risque peuvent engendrer des problèmes de compétitivité, dans le cas où nous réglementerions trop. Dans ce cadre, il est utile que ces questions soient portées au niveau supranational, sans quoi des problèmes de compétitivité naîtront entre les différents pays.

**Bruno Péquignot**, Directeur adjoint du département des sciences de l'homme et de la société (SHS) du CNRS

Du point de vue de la direction scientifique d'un département SHS au CNRS, je ferai un constat un peu moins pessimiste que ceux qui ont été dressés jusqu'à présent sur les relations entre les chercheurs des sciences humaines et sociales et des autres disciplines scientifiques, de même que sur les relations entre les EPST.

J'illustrerai mon opinion par deux exemples. Le premier est la mise en place, dans quelques jours, d'un groupement d'intérêt scientifique sur la question des risques collectifs liés aux catastrophes naturelles ou industrielles. Faisant suite à un programme du CNRS, ce groupement d'intérêt scientifique est dirigé par un chercheur de SHS, de sciences politiques. L'idée a été lancée par notre département, mais l'ensemble des départements scientifiques du CNRS a adhéré à ce projet, y participe et le cofinance sans le moindre problème. Dans ce GIS, nous retrouvons l'INRA, l'INSERM et le CEA. Un autre exemple est la place faite, par un certain nombre d'institutions devant gérer des problèmes liés aux technologies des sciences de la nature, à des chercheurs de SHS comme experts, concernant des problèmes juridiques, sociologiques ou économiques.

Les sciences de l'homme et de la société connaissent elles aussi des problèmes d'éthique, mais elle ont la particularité de devoir travailler, parmi leurs objets, sur l'activité des autres sciences. Philosophes, sociologues et économistes travaillent ainsi sur les conditions de production des connaissances scientifiques et sur les conséquences économiques et sociales de leurs applications. Ainsi, la réflexion SHS porte non seulement sur elle-même, mais également sur l'ensemble des sciences et c'est une question sur laquelle nous sommes de plus en plus sollicités par les autres disciplines. Sur ce point, je poserai un problème d'éthique, en plus de ceux qui ont déjà été posés, qui est spécifique au domaine des sciences humaines et sociales. Il faut éviter de placer les SHS dans une position où elles auraient à faire de la prescription et non pas de l'analyse et de la description d'une situation. En d'autres termes, il y a une tendance, chez un certain nombre de nos collègues des autres disciplines scientifiques, à demander aux SHS des recettes pour faire passer auprès de la population leurs innovations et les conséquences de leurs activités.

Je crois que cette attitude n'est pas saine et qu'elle pose un problème éthique aux chercheurs des sciences humaines et sociales. Les SHS ont pour fonction d'informer des conséquences et des conditions économiques, sociales, philosophiques et historiques du travail scientifique pour le débat démocratique, mais ne doivent surtout pas s'y substituer. Albert Einstein disait que nous ne pouvions pas démontrer logiquement qu'il ne fallait pas détruire l'humanité. Il voulait sans doute dire que le choix de détruire ou de ne pas détruire l'humanité est un choix collectif, éthique et politique, et certainement pas scientifique.

**Gérard Tobelem**, Professeur à la Faculté de Médecine Lariboisière Saint-Louis (Paris)

Le manque d'investissement des industriels dans la recherche fondamentale a été évoqué tout à l'heure. Pour ma part, je m'interroge plutôt sur le désengagement des Etats de la recherche fondamentale. Or il me semble qu'il en va de l'éthique d'un Etat, d'un pays riche, développé, de rester très engagé dans la recherche fondamentale. Effectivement, il s'agit d'une grande aventure humaine de progresser dans tous les champs du savoir et de ne pas en laisser en jachère. Par ailleurs, cette grande aventure humaine doit être partagée et c'est la recherche publique qui peut assurer ce partage. Il est donc extrêmement important que les Etats des pays qui le peuvent restent très fortement engagés dans cette démarche. C'est d'ailleurs peut-être la meilleure façon d'alimenter un jour le domaine des applications.

Monsieur Le Déaut, vous avez rapidement dressé un bilan positif sur la conférence de citoyens relative aux OGM. Pourquoi cette conférence, qui s'est tenue il y a deux ans, n'a-t-elle pas été suivie d'autres conférences de ce type ? Y en a-t-il d'autres en projet sur d'autres domaines ?

**Jean-Yves Le Déaut**

Tout d'abord, parce que cette première conférence a été organisée par le Parlement et que son organisation a été très lourde et son coût relativement élevé. Tout l'office s'est investi pratiquement pendant six mois. En effet, pour ne pas être critiqué sur la méthodologie, le travail scientifique et l'organisation doivent être sérieux. Cela dit, le Parlement a établi un cahier des charges pour d'autres conférences de citoyens, y compris décentralisées, mais les régions n'ont pas souhaité saisir cette opportunité. En revanche, Madame Lebranchu a demandé à un certain nombre d'associations d'organiser des débats du même type sur les OGM dans plusieurs régions. Leur organisation ne sera pas aussi lourde, mais le débat sur des sujets complexes sera au moins engagé. Nous sommes actuellement en train de nous demander si nous n'envisagerions pas de tenir une conférence de citoyens sur les déchets radioactifs. Cela dit, il n'y a pas que le Parlement qui peut prendre l'initiative de ces conférences de citoyens. Il y a les ministères, le Conseil économique et social et encore d'autres organismes et institutions dans le pays. Je suis néanmoins tout à fait favorable à la multiplication de ces conférences car, sans débat, les opinions ne sont que le reflet d'opérations parcellaires des grands médias.

**Marie-Odile Paulet**

Madame Rémy a dit que pour réglementer, il fallait savoir mesurer. Or dans la production, nous savons actuellement mesurer le travail, soit par le nombre de pièces fabriquées, soit par le temps passé, mais nous ne savons mesurer ni sa densité ni son intensité. Le fait est que ces instruments commencent à beaucoup nous manquer. Ne faut-il donc pas aussi poser la question de l'éthique sur le plan des manques de la recherche, pour des sujets qui n'ont pas attiré les chercheurs, même s'ils ont une très grande utilité pour nous ?



**Danielle Blondel**

Cette question est très difficile pour les économistes. En effet, nous tournons un peu en rond sur ce problème de la mesure du travail. Tant que le travail était exclusivement taylorien, il existait une coïncidence entre ce que produisait et ce qu'était une heure de travail : nous pouvions donc mesurer le travail en termes de nombre d'heures. A partir du moment où le travail est devenu intellectuel, immatériel et donc non mesurable, nous avons dû le mesurer par sa valeur, elle-même mesurée par le salaire. Nous faisons donc confiance au marché du travail pour mesurer la productivité et donc la densité du travail. C'est la réponse de l'économiste, mais elle n'est, bien entendu, pas très satisfaisante sur le plan humain.

**Jean Gonnard**, Membre du Conseil économique et social

Toute nouvelle connaissance et toute avancée technologique comportent en elles à la fois une chance et un risque, comme toute entreprise aventure humaine. Que pensez-vous du paroxysme avec lequel nous poussons aujourd'hui le principe de précaution ? Quelles en seraient les conséquences si nous en faisions un usage abusif ?

**Jean-Yves Le Déaut**

La précaution est indispensable. Il faut effectivement gérer le risque, mais aussi le risque du risque. Si à un moment donné, nous plaçons beaucoup trop d'argent pour éviter un risque epsilon, nous ne jouons pas notre rôle de parlementaires ni de ceux qui préparent la décision publique. Je crois que nous avons eu le reproche de ne pas avoir pris un certain nombre de décisions et de ne pas avoir vu les risques, mais aujourd'hui nous avons tendance à mettre des parapluies partout pour ne pas avancer sur des technologies : il faut donc trouver le juste milieu.

## **Conclusion**

### **de Monsieur Guy OURISSON**

Président de l'Académie des sciences

Je ferai d'abord un commentaire sur le titre de ce colloque « pluridisciplinarité et synergies dans la recherche ». Ce titre recouvre un vaste champ. Nous le comprenons mieux si nous l'invertissons et si nous nous posons la question des limitations et des défauts de l'unidisciplinarité.

Cette dernière ne permet de résoudre aucun autre problème que les problèmes d'examen : un problème réel n'est jamais que pluridisciplinaire, avec des prolongements en sciences humaines et sociales. Cela dit, il n'est pas plus facile de traiter des problèmes pluridisciplinaires car ils demandent des compétences qui ne s'acquièrent que par le travail, lequel ne se réalise que dans le temps. Par conséquent, il n'est pas possible de recevoir une « formation omnidisciplinaire ». L'inverse de l'autre partie du titre « synergies dans la recherche », c'est-à-dire « antagonismes dans la recherche » ou « entre la recherche et la société », serait tout à fait catastrophique.

Un aspect qui m'a frappé dans les propos de la journée est l'insistance sur l'importance des mobilités - thématiques, de métier, entre secteurs d'activités nationales et entre enseignement, recherche et industrie. Un autre point, prévu par le programme et qui a également été très bien développé, est l'insistance sur les problèmes éthiques. Par ailleurs, des difficultés intrinsèques ont été mentionnées à plusieurs reprises. Certaines concernent l'Etat. Il semble que l'application de la loi sur l'innovation, considérée comme une excellente initiative, induise de très graves obstacles, soit en cours, soit prévisibles, au niveau des textes d'application. Un autre problème évident est celui du budget. Il a été rappelé qu'en pourcentage du PIB, le budget consacré à la recherche n'a pas cru en France autant qu'ailleurs, ce qui rend illusoires certains regroupements. Un autre facteur qui risque d'être très important pour l'Etat est la complaisance dans les évaluations de notre travail. Que ce soit au sein des organismes ou des services, il a été dit, avec assez de force, que nous n'avons pas maîtrisé l'éthique des évaluations. De ce point de vue, il est probable que les solutions seront européennes. Un problème supplémentaire est celui de la décroissance de l'intérêt des étudiants pour la recherche scientifique. Cette situation s'explique par les difficultés rencontrées pendant des années pour leur procurer des postes et par la compétition que d'autres métiers se livrent du point de vue des salaires. Nous n'avons pas de solutions à proposer face à ce problème, mais il est si général qu'il en devient très grave.

Continuons avec les freins que nous rencontrons, en parlant des problèmes de mobilité, que ce soit entre universités et établissements, entre universités et entreprises ou encore vers l'étranger. Il s'agit en particulier de problèmes purement techniques d'harmonisation de systèmes de retraite. Là encore, nous en parlons depuis des dizaines d'années sans que le dysfonctionnement ne soit encore réglé.

Un des intervenants a considéré qu'une mesure de la qualité de notre recherche était son attractivité vis-à-vis des autres pays. Certaines universités ont eu, dans les dernières années, jusqu'à 20 % de leurs enseignants recrutés à l'étranger. Cependant, il reste beaucoup à faire : quelques-uns de nos plus brillants jeunes professeurs, dans beaucoup de domaines, trouvent préférable de prendre un poste dans les universités de Lausanne ou de Munich, car leurs conditions de démarrage y sont beaucoup plus favorables qu'en France.

Les problèmes éthiques ont joué un grand rôle dans nos discussions. Certains d'entre eux sont nouveaux, comme ceux qui viennent des nouvelles techniques économiques. Il a été souligné des cas où il n'existait pas de convergence entre les résultats économiques et les exigences de la morale.

Quelques solutions ont été évoquées, mais une conclusion me semble avoir sous-tendu tout le travail de la journée : « les réseaux », qui consistent à abandonner partout où cette mesure est possible les pratiques individuelles au profit des pratiques collectives. Sur ce plan, Pierre Castillon nous a indiqué que ces réseaux constitueraient bien le cœur du travail prévu pour la nouvelle Académie des Technologies, laquelle constituera un très bon outil pour enrichir les problèmes évoqués aujourd'hui. J'ai par ailleurs noté avec beaucoup d'intérêt que les problèmes éthiques étaient souvent mentionnés, pour être finalement discutés plus à fond dans le cadre du dernier chapitre sur les compétences et l'éthique. La contradiction entre l'expertise et la crédibilité, et cela par la faute d'un système trop opaque, est de plus en plus rencontrée.

Ceux d'entre nous qui nous trouvons dans le métier depuis longtemps savent que ces problèmes sont vécus tous les jours dans la pratique des laboratoires, mais surtout depuis quelques années seulement. Ces soucis sont techniques pour chacun d'entre nous, dans le cadre de nos laboratoires et pas du tout seulement dans le cadre des biotechnologies. Ce point fait l'objet d'une prise de conscience saine, très difficile et pour laquelle nous avons besoin d'être aidés par des institutions sur lesquelles nous comptons.

## **Discours de Monsieur Roger Gérard Schwartzberg**

Ministre de la Recherche

J'observe avec satisfaction qu'un Conseil qui est en charge des développements économiques et sociaux place les questions de recherche et de technologie au centre de sa réflexion.

Notre pays a connu des temps forts dans l'alliance entre hommes de science et responsables politiques : la Révolution française préparée par les Lumières, Bonaparte et ses expéditions à la fois militaires et scientifiques, les débuts de la Troisième République, l'essor de l'après-guerre en 1945 où il s'agissait de reconstruire ...sont autant de moments où, les responsables politiques ont retrouvé l'esprit de bâtisseurs et se sont servis du levier de la recherche, pour remettre le pays en mouvement.

### **L'ESSOR ET LE CROISEMENT DES DISCIPLINES**

#### **Un peu d'histoire**

L'histoire peut éclairer ici notre chemin et c'est d'abord celle de l'université qui, selon l'expression de Jacques Le Goff, « est une des plus grandes créations du Moyen Age, et l'un des plus grands héritages que celui-ci nous ait légués ». L'université fut créée avec la mission de diffuser les savoirs, à commencer par ceux liés aux principales professions, au sein de facultés ou écoles de théologie, de médecine et de droit. Le besoin de savoirs nouveaux et de méthodes nouvelles se développe ensuite considérablement. D'où l'essor de nouvelles facultés ou collèges des arts, c'est-à-dire des lettres et des sciences.

C'est en observant le fonctionnement de l'université de Göttingen, fondée en 1733, que Guillaume de Humboldt théorisa, dans ses célèbres écrits sur l'université, la double mission universitaire : transmettre les savoirs acquis et élaborer de nouvelles connaissances.

La transformation d'un Collège des Arts en une Faculté de philosophie consacre donc une mutation : celle d'une institution qui dispense des enseignements ouverts sur d'autres études en un centre d'élaboration du savoir entendu comme une fin en soi. Un laboratoire, en somme. Et c'est au sein de ces nouvelles facultés que se développent les séminaires où l'on échange les savoirs un peu marginaux qui donneront naissance aux disciplines nouvelles.

Cette création des disciplines nouvelles, à la périphérie dans grands corpus de connaissances bien établies, partagées et méthodiquement transmises, doit être une leçon pour nos réflexions actuelles.

Où en sommes-nous aujourd'hui ? Le développement foisonnant des disciplines, sous disciplines et spécialités... a permis de produire, en peu de temps, une somme de connaissances dont on ne trouve pas d'équivalent dans l'histoire de l'humanité. Il y a donc une logique disciplinaire qui produit, par croissance interne, de nouveaux savoirs qui sont autant de germes pour de nouveaux progrès. La croissance d'un cristal peut être une bonne référence : elle se fait à la périphérie, mais elle s'ajoute à un ensemble ordonné.

Edgar Morin, le spécialiste de la complexité, disait avec humour et raison « qu'il faut qu'une discipline soit à la fois ouverte et fermée ». C'est l'ouverture qui m'intéresse, la fermeture, parfois nécessaire, étant un processus beaucoup plus naturel. Que nous enseigne l'ouverture ?

- Les grands savants sont souvent ceux qui résolument traversent les zones frontalières. Dans quelle section du CNU aurions-nous dû inscrire Louis Pasteur : physique, chimie, biologie, médecine, pharmacie ?
- Les applications de la Science ne doivent pas être dissociées de sa production, même si les voies de l'innovation sont souvent imprévisibles. Qui aurait pu prédire que les travaux de Röntgen serviraient à dépister la tuberculose ?
- La physique a aussi généré de nombreuses applications biomédicales dont nous sommes, si je puis dire, les consommateurs, par échographie, imagerie RMN ou rayons lasers. Aujourd'hui, nous avons le sentiment que les biotechnologies et les technologies de l'information et de la communication sont en train d'ouvrir à leur tour un vaste champ des possibles pour de nombreuses autres disciplines.
- L'ouverture nous apprend que la conjugaison des disciplines est une nécessité si l'on souhaite progresser dans les grandes questions que se pose notre société, qu'elles soient médicales, environnementales, urbaines, énergétiques, sociales.
- L'ouverture, ce sont enfin les grandes avancées de la recherche actuelle qui permettent aux champs thématiques de se féconder l'un l'autre.

### **Quelques orientations**

Je voudrais tirer devant vous quelques leçons des réflexions qui précèdent :

- Les études doctorales ont beaucoup évolué au cours de la dernière décennie.
- Les écoles doctorales tendent à élargir l'horizon du thésard dans plusieurs directions : celle du décroisement disciplinaire, celle de la valorisation et de l'innovation, celle des problèmes de société, celle de l'ouverture sur le monde de l'entreprise. Les années doctorales deviennent ainsi celles d'une première expérience professionnelle propre à favoriser l'insertion ultérieure du docteur dans un emploi public ou privé.

L'évaluation des chercheurs : Tout chercheur ou enseignant-chercheur doit se rattacher à une orientation disciplinaire principale, telle qu'elle figure dans les intitulés des sections du Conseil national des universités ou du Comité national de la recherche scientifique. Ce découpage préétabli, qui comporte toujours un caractère relatif, voire une part d'arbitraire par rapport aux disciplines émergentes, ne devrait pas être un frein à la créativité, dès lors que tous les acteurs sont conscients de l'ouverture interdisciplinaire nécessaire.

L'organisation de la recherche : La recherche est rarement une aventure individuelle, même si l'apport personnel de chaque chercheur est primordial. L'organisation collective se construit donc autour d'équipes, d'unités ou laboratoires, d'instituts, de fédérations ou de centres de recherche.

Il apparaît primordial de favoriser le regroupement disciplinaire autour de projets, de faciliter l'émergence de jeunes équipes et de nouvelles thématiques, de remettre régulièrement en question les thèmes et les structures. Cela est conditionné par une politique d'évaluation rigoureuse. Ouverte à des compétences et conduisant à des origines élargies, et à des décisions pouvant remettre en question des structures établies. C'est la dure loi de la recherche, mais elle conditionne sa qualité et de sa vitalité. De ce point de vue, les rendez-vous quadriennaux des contrats d'établissement fournissent l'occasion de ces mises au point périodiques.

Une incitation sur projets : A l'échelle nationale, le gouvernement souhaite orienter les efforts de la recherche publique vers les domaines jugés prioritaires. Ainsi ont été mises en place, et nous en créons chaque année de nouvelles, des Actions concertées incitatives (ACI) dont l'objectif est de mobiliser des équipes de recherche sur des thèmes souvent pluridisciplinaires, d'introduire une saine compétition et de prendre, cela me paraît sain, quelques risques scientifiques.

Présidant depuis le 1er juillet le conseil recherche de l'Union Européenne, je suis évidemment attentif à la politique de recherche conduite. Le 5ème Programme cadre a sélectionné un certain nombre de priorités en recherche précompétitive, traduites par des actions-clés et beaucoup d'entre elles, centrées sur des problèmes posés à nos sociétés, requièrent une approche pluridisciplinaire. Chacun vient avec ses connaissances, mais pour construire un projet, l'enjeu est d'abord de rassembler toutes les compétences nécessaires, en puisant dans les ressources de différents pays et en associant des entreprises susceptibles de valoriser les acquis et d'apporter d'abord leur savoir-faire.

## **LES SYNERGIES NÉCESSAIRES**

Pour faire face à la complexité des questions soulevées par notre société, il importe de construire des alliances, de mettre en place des réseaux, de faire vivre des partenariats durables. Tout cela constitue la forme moderne des synergies à mettre en œuvre.

### **Les contrats d'établissement**

Comme secrétaire d'Etat aux Universités, j'ai lancé en 1984 la procédure des contrats quadriennaux entre les universités et leurs ministères de tutelle. Ces contrats permettent aux établissements d'affirmer leur autonomie, de disposer d'une vision pluriannuelle sur leurs ressources publiques et de moderniser le dialogue avec les responsables ministériels.

La recherche est aujourd'hui intégrée dans ces contrats. Le CNRS s'est associé depuis plusieurs années à cette démarche contractuelle avec les universités, et d'autres organismes comme l'INSERM, l'INRA, l'IRD, le CEA et bientôt l'INRIA, choisissent la même stratégie de coopération renforcée.

### **Les partenaires régionaux**

Dès la mise en œuvre de la loi de décentralisation de 1982, certaines régions ont apporté des soutiens ponctuels à des projets de formation ou de recherche. Une coopération plus structurée avec les établissements s'est développée à partir du plan U 2000 et des contrats de Plan Etat-Région. Dans les grands centres universitaires, un dialogue permanent est à présent en place au sein des « pôles universitaires européens ».

Le plan U3M a permis d'inscrire le développement de projets de recherche dans les contrats de Plan 2000-2006. De plus, cette programmation s'inscrit elle-même dans un document de prospective portant sur 20 ans, le « schéma de services collectifs pour l'enseignement supérieur et la recherche ». Les discussions relatives à sa finalisation reprendront en régions cet automne, en mobilisant l'ensemble des acteurs concernés, et j'y vois un excellent exercice de mise en synergie, conforme à vos réflexions.

### **Innovation et valorisation**

Enfin, la recherche et la technologie doivent s'inscrire encore plus fortement dans leur environnement économique, social et culturel. Il y va de notre compétitivité et de notre capacité à créer des emplois.

Certains obstacles réglementaires ont été levés par l'adoption de la loi sur l'innovation et la recherche du 12 juillet 1999.

Pour illustrer le nouvel élan que je compte impulser dans cette synergie entre recherche publique et entreprises, je cite volontiers quelques initiatives récentes ou à venir qui marquent notre volonté de parier sur l'innovation.

Ainsi :

- j'ai installé hier les douze premiers centres nationaux de recherche technologique. Ils associent localement des laboratoires publics et des centres de recherche privés autour d'un projet structurant bien ciblé. Je compte beaucoup sur l'effet d'entraînement généré par ces Centres pour développer une recherche industrielle qui est encore insuffisante pour un pays occupant notre rang. Ces CNRT ont aussi pour objectif d'accompagner le développement industriel local, complétant ainsi les mesures prises dans les contrats de Plan Etat-Région pour aménager le territoire. Six projets du CNRT sont actuellement en cours d'étude.
- parmi les nouveaux chantiers, figurent les soutiens aux incubateurs et aux fonds d'amorçage. Vingt-neuf incubateurs sont déjà installés et j'annoncerai mardi prochain le lancement d'un fonds d'amorçage national spécialement dédié aux sciences du vivant (le fonds BIOAM).

- enfin, je ne fais que mentionner ici l'important effort de structuration et donc de mise en synergie qui accompagne l'essor des réseaux de recherche et d'innovation technologique.

### **L'espace européen de la recherche**

Les débats qui ont été les vôtres aujourd'hui se sont-ils limités au cadre national ? Cela m'étonnerait beaucoup, connaissant le fort engagement qui fut celui du Professeur Pompidou au sein du Parlement européen, et en particulier de sa commission recherche.

Nous devons à présent plus que jamais inscrire nos réflexions dans un « espace européen de la recherche », pour reprendre le titre d'une communication de la Commission.

L'enjeu est celui d'une mise en synergie des capacités de recherche et d'innovation des différents pays – et je pense au-delà de l'Union aux pays associés, appelés à intégrer cette Union en moins d'une décennie.

Certes, les politiques de recherche et de formation seront toujours définies au niveau des Etats, en vertu du principe de subsidiarité, mais la coordination, la mise en harmonie, la concertation doivent être partout à l'œuvre.

Mesdames et Messieurs, les perspectives qu'offre le siècle à venir, que l'on annonce comme étant celui de la connaissance, de la culture, de la « matière grise », sont à la fois exaltantes et contraignantes. Elles obligent en tout cas les responsables, à quelque niveau qu'ils se situent, à prendre de la hauteur – ou du recul – par rapport à leurs missions immédiates. Traverser les barrières disciplinaires là où elles existent, faire évoluer nos structures et les mettre en synergie- tout cela constitue au titre d'une impérieuse nécessité. C'est précisément ce à quoi nous invite votre colloque.





**LA R&D EST ORGANISEE PAR  
EQUIPES AUTOUR DE COMPETENCES**

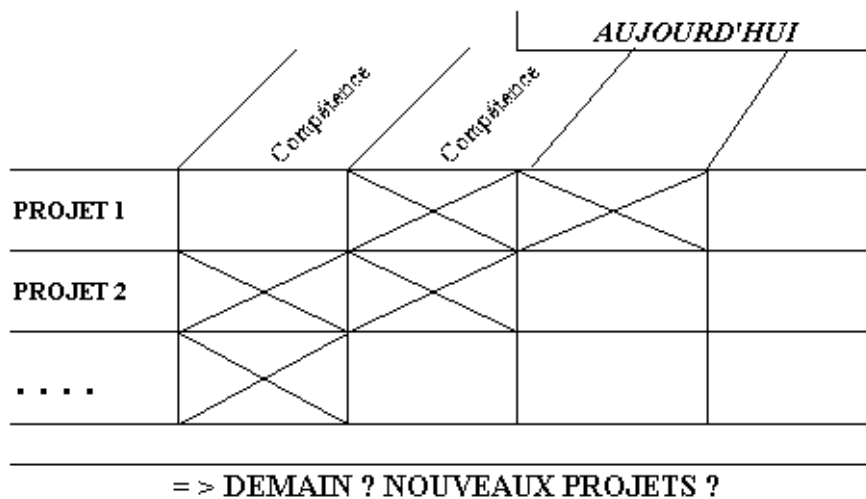
MAIS :

**TRAVAILLE PAR PROJETS  
MULTIDISCIPLINAIRES :**

**OBJECTIF CLIENT**



**PROBLEME : ADEQUATION  
COMPETENCES / DEMANDE**

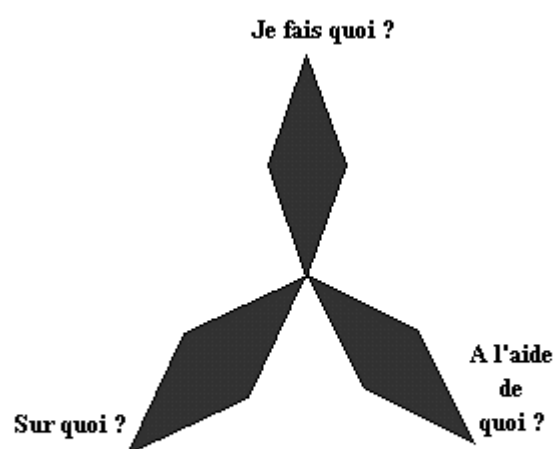


**Le taux de rotation des projets  
est très supérieur au taux de rotation  
des compétences**



**RAISONNER PAR COMPETENCE**

### LE TRIPODE DES SAVOIR-FAIRE



PROJET PAR PROJET : 4592 SAVOIR-FAIRE

AGREGATION



81 COMPETENCES

## Compétence : ALIMENTARITE - TOXICOLOGIE

|   |            |                   |                  |         |
|---|------------|-------------------|------------------|---------|
| 3 | Très élevé | Leader            | Compétence mûre  | Elevée  |
| 2 | Elevé      | Parmi les leaders | En développement | Moyenne |
| 1 | Moyen      | Moyen             | En démarrage     | Faible  |

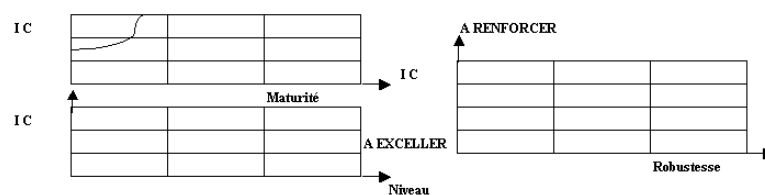
Impact  
compétitif

Niveau

Maturité

Robustesse

## COMPÉTENCE "PARI"



## RESULTATS :

- 8 Compétences "à exceller"
- 7 Compétences "pari"
- 17 Compétences "à renforcer"
- 22 Compétences au sein  
desquelles identifier des  
ressources à déployer



BIBLIOGRAPHIE

Académie des sciences, « *Accès de tous à la connaissance, Préservation du cadre de vie, Amélioration de la santé, Trois enjeux* », Rapport à Monsieur le Président de la République Institut de France, Editions TEC&DOC, janvier 2000

Académie des sciences, *rapport biennal sur la science et la technologie en France*, synthèse 1998-2000, n° 12, novembre 2000

*Rapport sur l'évolution des métiers des cadres de la recherche et le devenir des docteurs après leur thèse*, Janvier 1994

Académie des sciences-CADAS, *L'avenir de la recherche universitaire et le devenir des docteurs des universités françaises*, rapport n°11, juin 1998

Barre R., Crance M., Sigogneau A., Etudes et dossiers de l'OST, *La recherche scientifique française : situation démographique*, OST, Avril 1999

CEREQ, *Enseignement supérieur et trajectoires étudiantes*, La documentation française, 1997

CEREQ, *Etude sur l'insertion des docteurs*, CEREQ, Avril 1998

Claeys A., « *Moderniser la gestion des universités : quels outils pour quels enjeux ?* » Mission d'évaluation et de contrôle de l'Assemblée nationale. Rapport d'information n° 2357 AN. 3 mai 2000

CNER, *L'évaluation de la recherche – Réflexions et pratiques – Activités du comité 1990 – 1993*, La documentation française, 1994 ;

*Un autre regard sur la recherche – Sept évaluations 1990-1993*, La documentation française, 1994 ;

*De nouveaux espaces pour l'évaluation de la recherche. Cinq évaluations 1994-1997*, La documentation française, 1998

CNRS-CPU, Actes du séminaire CNRS-CPU (vendredi 30 avril 1999), CNRS-CPU, juin 1999

Cohen P., Le Déaut J.Y., « *Priorité à la recherche, quelle recherche pour demain ? 60 propositions pour améliorer la synergie entre recherche et enseignement supérieur, l'autonomie des jeunes, l'évaluation, la mobilité et les échanges* », juillet 1999

Cohen P., Projet de loi de finances pour 2002, Avis, Recherche, recherche et technologie, première lecture, Commission de la production, Onzième législature, n° 3225 Tome IX, Les documents législatifs de l'Assemblée Nationale, octobre 2001

Comité d'orientation stratégique, *Rapport sur les métiers de la recherche*, Avril 1996

Comité national d'évaluation des établissements publics : *Les missions de l'enseignement supérieur*. Principes et réalités, La documentation française, 1997

Comité national d'évaluation de la recherche, *La France dans l'espace scientifique et technique européen*, évaluation des relations entre l'Union européenne et la France. La documentation française, juillet 1999 ;

Commissariat Général du Plan, Charpin J.M., « *Rapport sur les perspectives de la France* », Rapport au Premier ministre, Collection des rapports officiels, La Documentation française, juillet 2000

Commissariat Général du Plan, Rapport du groupe présidé par B. Majoie, « *Recherche et innovation: la France dans la compétition mondiale* », La Documentation française, novembre 1999

Commissariat général du plan, *Recherche et innovation : le temps des réseaux*, La documentation française, 1993

Commission ad hoc de l'Académie des Sciences présidée par Jacques Jousot-Dubien, « *L'avenir de la recherche universitaire (dans les disciplines relevant de l'Académie)* », Commission sur l'avenir de la recherche universitaire, Comité des applications de l'Académie des Sciences (CADAS), novembre 1997

Commission européenne, Direction Générale XII Science, Recherche et Développement, « *Recherche et développement technologique en Europe, 36 exemples de projets* », EUR 16731, Office des publications officielles des Communautés européennes, 1997

Commission européenne, Recherche communautaire, « *Un nouveau Programme Cadre pour la recherche européenne, vers un espace européen de la recherche* », EUR 19460, office des publications officielles des Communautés européennes, 2001

Conférence des présidents d'université, *Les actes des entretiens de la conférence (Saint Malo)*, Espace universitaire, mars 1996

Conférence des présidents d'université, Les actes des entretiens de la conférence (Limoges). L'évaluation pour quoi faire ?, CPU, 1998

Contrat pluriannuel Etat-CEA 2001-2004 (Activités civiles), janvier 2001

Cour des comptes, « *Valorisation de la recherche dans les établissements publics à caractère scientifique et technologique* ». Rapport public particulier, Les éditions du journal officiel, juin 1997

CSRT, *Rapport annuel sur l'évaluation de la politique nationale de la recherche et de développement technologique*, MENRT, Avril 1999

Cuvilliez C., Projet de loi de finances pour 2002, Rapport spécial, Recherche, première lecture, Commission des finances, Onzième législature, n° 3320 Annexe 37; les documents législatifs de l'Assemblée Nationale, octobre 2001

Cuvilliez C.- Trégouet R. « *Les conditions d'implantation d'un nouveau synchrotron et le rôle des très grands équipements dans la recherche publique et privée en France et en Europe* »(Tome II), officier parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, décembre 2000



de Montbrial T. et Jacquet P. sous la direction de, « *Les grandes tendances du monde* », Ramses 2001, Institut français des relations internationales (Ifri), Dunod, septembre 2000

*De nouveaux espaces pour l'évaluation de la recherche*, cinq évaluations 1994-1997, la documentation française 1997 ;

« *Etat de la recherche et du développement technologique* » – rapports annexés aux projet de loi de finances ;

European Commission, Eurobarometer, *Public opinion in the European Union*, Report Number 50, 25<sup>th</sup> Anniversary, Office for Official Publications of the European Communities, 1998

European Commission, Research, « *Towards an European research Area, Science, technology and Innovation, Key Figures 2000* », EUR 19396, Eurostat, Office for official Publications of the European Communities, 2000

Frejacques C. « *Rapport sur la mobilité internationale de chercheurs français de niveau post-doctoral* », Décembre 1992

Freville Y., « *des universités mieux évaluées, des universités plus responsables* », rapport d'information n° 2357 AN. 3 mai 2000

Guillaume H., « *La technologie et l'innovation* », Rapport au ministre de l'Education nationale, de la recherche et de la technologie, au ministre de l'Economie, des finances et de l'industrie et au secrétaire d'Etat à l'industrie, Collection des rapports officiels, La Documentation française, juillet 1998

Gusmao R., « *L'engagement français dans l'Europe de la recherche* », économie 1997 ;

Hannoyer M., « *Rapport sur les statuts des personnels et les organismes de recherche* », décembre 1992

Hottois G., « *Le paradigme bioéthique : une éthique pour la technoscience* ». Eds de Boek-Université 1990.

Lasbordes P., Projet de loi de finances pour 2002. Avis recherche commission des affaires culturelles, familiales et sociales. Onzième législature n° 3321 Tome VII, les documents législatifs de l'Assemblée nationale, octobre 2001

Laffitte P., « *Vers un espace européen de recherche pour maîtriser la nouvelle économie* », Rapport sur les programmes multilatéraux de soutien à la recherche et à l'innovation: perspectives pour les petites et moyennes entreprises françaises, Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques, n° 2330 Assemblée Nationale, n° 311 Sénat, avril 2000

Laffitte P., Projet de loi de finances pour 2002, Avis recherche scientifique et technique commission des affaires culturelles n° 88. Tome III, les documents du Sénat, novembre 2001

Laredo P., « *L'impact en France des programmes communautaires de recherche* ». Rapport final préparé pour la commission européenne, Ecole des mines de Paris, 1995

MENRT, *Rapport sur les études doctorales*, Direction de la recherche, Décembre 1998

Ministère de la recherche et de la technologie, *Recherche et technologie, Actes du colloque national 13-16 janvier 1982*, La documentation française, 1982 (publié aux éditions Points – Sciences, 1982)

Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie, « *Enseignement supérieur, Bilan, Perspectives* » Dossier d'information, janvier 2000

OCDE, *Perspectives de la science, de la technologie et de l'industrie, les moteurs de la croissance : technologies de l'information, innovation et entrepreneuriat* - 2001 ;

Tableau de bord de la science, de la technologie et de l'industrie – « *vers une économie fondée sur le savoir* » – 2001 ; Réunion du comité de la politique scientifique et technologique au niveau ministériel 22-23 juin 1999 ;

*L'économie fondée sur le savoir : des faits et des chiffres* - 1999 ;

*L'internationalisation de la R-D industrielle : structures et tendances* - OCDE, 1998 ;

*Gérer les systèmes nationaux d'innovation*, OCDE, 1999 ;

*La recherche universitaire en transition*, OCDE, 1998 ;

*The evaluation of scientific research : selected experiences*, OCDE, 1997 ;

*Science and technology in the public eye*, OCDE, 1997 ;

*Final report of the sub-group on legislative and administrative barriers to megascience co-operation*, OCDE, 1997

Réunion du comité de la politique scientifique et technologique au niveau ministériel 22-23 juin 1999. *L'économie fondée sur le savoir : des faits et des chiffres*, OCDE, 1999 ;

*L'internationalisation de la R&D industrielle : structures et tendances*, OCDE, 1998 ;

*Gérer les systèmes nationaux d'innovation*, OCDE, 1999 ;

*La recherche universitaire en transition*, OCDE, 1998,

*The evaluation of scientific research : selected experiences*, OCDE, 1997

ORSTOM, Les conférences, ORSTOM, 1996

Sciences et développement, ORSTOM, 1996

Observatoire des Sciences et des Techniques (OST), « *Les chiffres clés de la science & de la technologie* », Sous la direction de P. MUSTAR, , Edition 2000-2001, Economica

OST, « *Quelques indicateurs de la compétitivité technologique de la France* », OST, mai 1998

Papon. P., « *l'Europe de la science et de la technologie* » ; collection « Transeurope » PUG 2001

Parlement européen, Commission de l'Energie, de la Recherche et de la Technologie, *Projet de rapport sur la réponse de l'Europe au défi technologique moderne* (quatrième rapport), rapporteur: Sylvie MAYER, PE 200.589/rév, A3-0000/92, juin 1992

Pelchat M., « *Etat des lieux de la recherche scientifique en France* », Clubs Perspectives & Réalités, Commission Recherche, février 1992

Rapports annuels du Conseil Supérieur de la Recherche et de la Technologie sur l'évaluation de la politique nationale de recherche et de développement technologique

*Réflexions et pratiques 1990-1993*, la documentation française 1994 ;

Rival H., *Projet de loi de finances pour 2002. Avis recherche commission des affaires économiques et du Plan*, n° 89, Tome III, les documents du Sénat, novembre 2001

Tobelem. G., « *Réinventer la recherche* » ; collection Initiatives et réflexions – John Libbey Eurotext 2000

Trégouet R., *Projet de loi de finances pour 2002. Rapport recherche commission des finances, au contrôle budgétaire et des comptes économiques de la Nation* n° 87 Tome III, les documents du Sénat, novembre 2001

UNESCO, *Rapport mondial sur la science* 1998, UNESCO, 1998

« *Une Académie des technologies pour la France* » (rapport du Conseil pour les applications de l'Académie des sciences), Eds TEC & DOC Septembre 2000

« *L'université et la question de la réforme* », La documentation française, 1997

Vernier A., « *La recherche en France, panorama & interrogations* », Bureau d'études de la CFTC, Arguments, avril 1998

Weill T.- Durrieux F., « *la gestion de l'innovation en réseau* » rapport pour l'association nationale de la recherche technique, mars 2000



## TABLE DES SIGLES

|         |                                                                                    |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| ADEME   | Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie                           |
| ADN     | Acide désoxyribonucléique                                                          |
| ANRT    | Association nationale pour la recherche technique                                  |
| ANVAR   | Agence nationale pour la valorisation de la recherche                              |
| AT      | Académie des technologies                                                          |
| BTS     | Brevet de technicien supérieur                                                     |
| CAO     | Conception assistée par ordinateur                                                 |
| CDI     | Contrat à durée indéterminée                                                       |
| CEA     | Commissariat à l'énergie atomique                                                  |
| CENT    | Centre d'étude des nanotechnologies                                                |
| CEREQ   | Centre d'études et de recherche sur les qualifications                             |
| CERN    | Centre européen pour la recherche nucléaire                                        |
| CFMI    | Centre de formation aux métiers et à l'innovation                                  |
| CIFRE   | Conventions industrielles de formation par la recherche                            |
| CIRAD   | Centre de coopération international en recherche agronomique pour le développement |
| CNAM    | Conservatoire national des arts et métiers                                         |
| CNER    | Comité national d'évaluation de la recherche                                       |
| CNES    | Centre national d'études spatiales                                                 |
| CNRS    | Centre national de la recherche scientifique                                       |
| CSRT    | Conseil supérieur de la recherche et de la technologie                             |
| COMEST  | Commission mondiale d'éthique des commissaires spécifiques et des technologies     |
| CRITT   | Centres régionaux d'innovation et de transport de technologie                      |
| CRTA    | Centre de ressources en technologies avancées                                      |
| CTI     | Centres techniques industriels                                                     |
| CTSCCV  | Centre technique sur les salaisons de Maisons Alfort                               |
| DEA     | Diplôme d'études approfondies                                                      |
| DEUG    | Diplôme d'enseignement universitaire général                                       |
| DRIRE   | Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement          |
| DRRT    | Délégation régionale à la recherche et à la technologie                            |
| ENSAM   | Ecole nationale supérieure des arts et métiers                                     |
| ESA     | Agence spatiale européenne                                                         |
| GMES    | Global monitoring for environment and security                                     |
| ICAM    | Institut catholique des arts et métiers                                            |
| IFREMER | Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer                       |
| INRA    | Institut national de la recherche agronomique                                      |
| INRACQ  | Institut de recherches appliquées au contrôle de la qualité                        |
| INRIA   | Institut national de recherche en informatique et en automatique                   |
| INSEAD  | Institut européen d'administration des affaires                                    |
| INSERM  | Institut national de la santé et de la recherche médicale                          |
| ISM     | Institut supérieur des métiers                                                     |
| ISMRA   | Institut des sciences de la matière et du rayonnement                              |
| IRD     | Institut de recherche pour le développement (ex ORSTOM)                            |

|         |                                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------------|
| ITA     | Ingénieurs, techniciens, administratifs                                  |
| ITEMM   | Institut technologique européen des métiers de la musique                |
| IUT     | Institut universitaires de technologie                                   |
| LAUM    | Laboratoire d'acoustique de l'Université du Maine                        |
| LETI    | Laboratoire d'électronique, de technologie et d'instrumentation          |
| MBA     | Master of business administration                                        |
| MINATEC | Pôle d'innovation en micro et nanotechnologies                           |
| MIT     | Massachusetts institute of technology                                    |
| NPI     | Nouveaux pays industrialisés                                             |
| NSF     | National sciences foundation                                             |
| OCDE    | Organisation de coopération et de développement économiques              |
| OGM     | Organisme génétiquement modifié                                          |
| OMC     | Organisation mondiale du commerce                                        |
| ONERA   | Office national d'Etat et de recherches aéros spatiales                  |
| ONG     | Organisations non gouvernementales                                       |
| OST     | Observatoire des sciences et des techniques                              |
| PCRDT   | Programme cadre de recherche et développement technologique              |
| PED     | Pays en développement                                                    |
| PIB     | Produit intérieur brut                                                   |
| PITAC   | Presidency information technological advisory comity                     |
| PMA     | Pays les moins avancés                                                   |
| PSA     | Peugeot S.A.                                                             |
| RMNT    | Réseau sur les micro et nanotechnologies                                 |
| TIC     | Technologies de l'information et de la communication                     |
| TIME    | Technologie et innovation dans le secteur des métiers                    |
| UNESCO  | Organisation des Nations Unis pour l'éducation, la science et la culture |

