



## Résultats du groupe de travail FutuRIS

**Définir les priorités  
de recherche et d'innovation :  
vers un outil adapté  
aux spécificités sectorielles**

**Paris,  
Novembre 2005**

## PREFACE

Lors des réflexions préliminaires au lancement de FutuRIS, de longues discussions ont eu lieu sur l'importance relative qu'il convenait d'apporter à une approche globale des problèmes de R&D en France ou à une approche sectorielle de ces problèmes. L'option finalement retenue a été la première et ce choix s'est avéré judicieux puisqu'il a permis à FutuRIS de contribuer utilement aux débats sur la préparation de la loi d'orientation de la recherche.

Néanmoins, dès l'origine, le Comité d'Orientation de FutuRIS a envisagé de faire suivre l'analyse systémique du système français de recherche et d'innovation par des travaux d'orientation sectorielle. Restait à les concevoir.

Une première option fut écartée : celle de juxtaposer des études consacrées à des secteurs spécifiques. En effet, le risque eût été grand de n'apporter que des contributions marginales aux travaux entrepris avec des moyens plus importants et des sources d'information plus riches par les branches industrielles.

Mieux valait se concentrer sur une seconde option : s'interroger sur les relations futures entre les secteurs jugés essentiels et les politiques françaises ou européennes. Cette option a conduit au lancement de deux séries de travaux.

- ❑ Une étude statistique quantitative décomposant la DIRD française par discipline scientifique, par branche d'activité économique et par domaine technologique. Le document correspondant, rédigé par Rémi Barré et Vincent Charlet, a été rendu public au printemps de cette année.
- ❑ Des études de cas qualitatives illustrant la variété des situations propres à des secteurs significatifs, afin de dégager une méthodologie permettant d'évaluer l'impact du développement d'un secteur sur la société française et de définir les politiques propres à en favoriser l'épanouissement. Le problème n'est pas trivial puisque dans le passé la « politique industrielle » française a connu d'incontestables réussites et des échecs retentissants. Ces études difficiles, qui supposent une profonde compréhension des réalités de la vie économique ont été menées, en coopération avec des spécialistes éminents, par un groupe de travail dont le président était Germain Sanz et le rapporteur Vincent Charlet.

Le document ci-joint présente une synthèse de l'ensemble des travaux de FutuRIS sur les aspects sectoriels du SFRI. Il constitue, à mon avis, un apport significatif et original qui devrait permettre d'aborder, en termes concrets, l'élaboration des politiques les plus propres, en matière de recherche et d'innovation, à soutenir la prospérité économique de la France et de l'Europe.

L'équipe de FutuRIS espère que ce document donnera lieu à de nombreux échanges et suscitera, de la part des grands acteurs publics et privés, les initiatives qui s'avèrent indispensables.

Jacques Lesourne,  
Président du Comité d'Orientation de FutuRIS



## AVANT PROPOS

### Vers un instrument d'aide à la délibération collective pour proposer les priorités et les modalités de la politique publique d'aide à la recherche et à l'innovation

Le prix Nobel de chimie Linus Pauling avait coutume de dire qu'à peine 1% des articles des revues scientifiques étaient justes et contribuaient au progrès de la science, environ 10% comportaient des erreurs, mais émettaient des conjectures intéressantes, contribuant au travail de la communauté, tandis que 89% n'étaient « même pas faux ».

On attendrait d'un des rapports d'une opération de prospective comme FutuRIS qu'il soit d'abord valide, c'est-à-dire « pas faux », car l'ambition d'une telle opération est de constituer « un tiers de confiance », permettant de fonder un débat citoyen informé sur des faits établis. Cette position de tiers nous conduit parfois à nous interdire de prendre parti<sup>1</sup> dans le débat pour respecter la diversité des opinions des contributeurs et permettre que la discussion ait lieu plus facilement dans d'autres enceintes, notamment au sein de la représentation nationale, lors de la discussion du projet de loi sur la recherche, mais aussi et d'abord chez toutes les parties prenantes à ce débat.

Le présent travail est cependant particulièrement nouveau et ambitieux, et nous n'aurions pas pu le publier aussi rapidement si nous avions dû nous imposer des exigences de validation trop élevées tant les consultations et vérifications nécessaires sont nombreuses. Comme nous considérons qu'il est important que les questions qu'il soulève soient abordées dans le débat actuel, nous avons choisi de le publier dans sa forme actuelle. C'est d'ailleurs une des manières les plus efficaces de le faire circuler assez largement pour recueillir les critiques et objections nous permettant d'en parfaire la validation et de corriger d'inévitables lacunes et approximations. Les conjectures que les auteurs de ce travail formulent sur le domaine de validité des politiques publiques et sur les critères pertinents à considérer lors de la délibération sur les choix des domaines à soutenir font que, si cette contribution n'est pas parfaitement juste, elle n'est cependant pas « même pas fausse ».

Une des principales recommandations de l'opération de FutuRIS est en effet de doter la France des moyens de faire des choix informés et cohérents pour une politique de recherche et d'innovation volontariste et suffisamment persistante. L'étude comparative de différents systèmes, à l'étranger et dans notre histoire, et l'examen des conditions de ce pilotage nous ont conduit à proposer la mise en place d'un Haut conseil de la recherche et de l'innovation, disposant d'une vue d'ensemble sur les efforts publics et privés, indépendant de l'exécutif et des pressions que celui-ci subit, remettant des avis publics à l'ensemble du gouvernement<sup>2</sup>. En effet, les enjeux du développement des connaissances et des techniques et de la production d'innovation dépassent le périmètre du ministère de la recherche et de la seule communauté scientifique. De même que la guerre est une chose trop sérieuse pour être confiée aux (seuls) militaires, nous pensons que la politique scientifique ne doit pas être laissée aux seuls savants<sup>3</sup>.

Cet indispensable Haut conseil ne contribuera efficacement à la mise en place d'une politique de recherche mieux adaptée que si sa composition lui donne une légitimité, une

<sup>1</sup> Sur de nombreux aspects de la réforme souhaitable du système français de recherche et d'innovation, nous avons cependant élaboré nos propres propositions, surtout dans la seconde phase de l'opération, après avoir publié le diagnostic et analysé une famille de scénarios contrastés (voir ...), nous nous sommes cependant toujours attachés à distinguer les faits et éléments de cadrage admissibles par tous des préférences qui émergeaient de nos débats.

<sup>2</sup> Voir la fiche de propositions à ce sujet (« Instaurer un pilotage stratégique, [http://www.anrt.asso.fr/fr/futuris/images/fiche1\\_pilotage%20strategique.pdf](http://www.anrt.asso.fr/fr/futuris/images/fiche1_pilotage%20strategique.pdf))

<sup>3</sup> Voir le rapport « Socialiser l'innovation » du groupe défi « Citoyenneté » de l'opération FutuRIS ([http://www.anrt.asso.fr/fr/futuris/images/gd3\\_rapport.pdf](http://www.anrt.asso.fr/fr/futuris/images/gd3_rapport.pdf))

capacité et une autorité incontestable et s'il dispose des moyens d'investigation, de concertation et d'analyse nécessaire à sa mission<sup>4</sup>. Au-delà des moyens matériels indispensables, il doit aussi pouvoir s'appuyer sur des procédures efficaces de délibération collective, dont un cadre d'analyse et d'instruction auquel ce document a pour ambition de contribuer<sup>5</sup>.

Nous avons développé par ailleurs le « cahier des charges » auquel doit satisfaire un tel Haut conseil<sup>2</sup>. Insistons sur le fait qu'il doit pouvoir considérer à la fois les dépenses publiques et privées, même si l'Etat n'influence les secondes que de manière indirecte, et surtout qu'il doit pouvoir analyser non seulement les enjeux scientifiques et techniques mais aussi les besoins de la société et de l'économie. C'est indispensable pour que des décisions très structurantes n'échappent pas à sa compétence (des opérations telles qu'ITER, Galileo, la station spatiale internationale, l'implantation des grands équipements scientifiques, etc.) et fassent l'objet d'une instruction rigoureuse<sup>6</sup>. L'impact de ces grands programmes sur le budget de la science (par effet de substitution) est tel qu'une bonne partie de ceux qui auraient initialement préféré un conseil focalisé sur la seule science ont reconnu la nécessité de cette compétence globale.

Nécessaire, la mise en place du Haut conseil est rendue urgente par le foisonnement institutionnel actuel. Aux modes habituels de financement de la recherche (budget des organismes et des établissements supérieurs, programme cadre européen de recherche développement, panoplie d'outils du ministère de l'industrie, crédit d'impôt), ont été ajoutés récemment les agences nationales de la recherche et de l'innovation industrielle, le rapprochement de l'ANVAR et de la BDPME, l'appel d'offre sur les pôles de compétitivité, la labellisation des instituts Carnot, tandis que des outils prometteurs comme les réseaux de recherche et d'innovation technologique connaissent des à-coups de financement déstabilisants. Tous ces nouveaux outils dépendent de tutelles différentes et on peut facilement imaginer que chaque nouvelle institution tendra à occuper l'espace, à vouloir étendre un domaine d'intervention assez mal défini initialement. Il importe d'autant plus que la cohérence de ces actions soit pilotée efficacement.

Ce travail constitue un premier pas pour fournir à un tel haut conseil de premiers éléments de méthode. Outre le dévouement de son président, Germain Sanz, ancien directeur de l'innovation d'Arcelor et de son rapporteur Vincent Charlet, il a été rendu possible grâce à l'implication active d'Alain Bravo, directeur de l'Ecole supérieure d'Electricité et ancien directeur de la recherche d'Alcatel, de François de Charentenay, ancien directeur de la recherche de PSA, d'Erich Spitz, ancien directeur de la recherche de Thomson et Thales, de Gilles le Blanc, directeur du centre d'économie industrielle de l'Ecole des mines et de Rémi Barré, professeur au Conservatoire national des Arts et métiers. Ce noyau de pilotage a pu mobiliser de très nombreux contributeurs, notamment au sein de l'Académie des technologies. Ce rapport constitue une première étape qu'il convient désormais de compléter en élargissant les investigations à d'autres secteurs économiques et

---

<sup>4</sup> De même que le Conseil constitutionnel dispose d'un secrétariat général très efficace capable de mener l'instruction préliminaire permettant aux Sages de débattre sur des dossiers bien préparés, on peut imaginer qu'un Secrétariat général du Haut conseil ait la capacité d'organiser les actions de prospective, d'évaluation et de concertation nécessaire à l'action de conseil, en combinant des moyens propres et la capacité de mobiliser avec un niveau de priorité suffisant ceux de l'Administration, des corps d'inspection et des comités d'évaluation.

<sup>5</sup> Encore faut-il aussi que le sujet préoccupe suffisamment la collectivité, le gouvernement et la représentation nationale. La France accuse sur ce plan un retard préoccupant justifiant de mettre l'accent et les moyens sur la diffusion de la culture scientifique et technique et plus généralement sur la culture du débat contradictoire et de la concertation.

<sup>6</sup> Alors que des arguments simplistes embrouillent trop souvent les débats actuels, lorsque ceux-ci ont lieu. On lit par exemple souvent qu'« on est pour lter si l'on pense judicieux d'explorer la voie de la fusion thermonucléaire contrôlée », alors que d'autres voies d'exploration sont envisageables. On affirme aussi qu'« il faut mettre en regard des coûts de lancement de Galileo la valeur ajoutée de toutes les applications de la navigation par signal satellitaire », alors que cette industrie se développe déjà avec les signaux disponibles aujourd'hui et que les acteurs bien positionnés pour tirer parti de la disponibilité d'un nouveau signal seront ceux qui auront déjà acquis l'expérience de production ou d'utilisation des applications de navigation.

technologiques, en affinant l'exploration des critères de validité et de pertinence des différents modes d'action publique, en multipliant les débats contradictoires sur les premiers résultats obtenus pour chaque secteur étudié.

Les enjeux auxquels notre pays doit faire face en s'appuyant sur sa capacité de recherche induisent une obligation de résultats. Il faut à la fois consacrer à la création, la diffusion et l'exploitation des connaissances un effort suffisant et créer les conditions pour que cet effort soit fructueux. Un Haut conseil, bien composé, bien outillé et doté des moyens adéquats peut y contribuer, le gouvernement et la représentation nationale doivent y veiller et jouer leur rôle dans l'exploitation de ses travaux. Certes, les découvertes scientifiques et les innovations ne se planifient pas, mais on peut cependant créer des conditions favorables à leur apparition et à leur exploitation là où les besoins sont les plus grands<sup>7</sup>. Puisse ce travail y contribuer.

Thierry Weil

---

<sup>7</sup> L'indéterminisme relatif du progrès scientifique ne saurait excuser l'inaction. Dans un domaine où prévaut une éthique de la responsabilité, l'ignorance des responsables politiques est aussi répréhensible que la faute volontaire. Comme l'ont exprimé les jurés du tribunal américain sanctionnant après la seconde guerre mondiale un général japonais prétendant ne rien avoir su des exactions commises par ses troupes : « si vous le saviez, vous êtes coupable, si vous l'ignoriez vous l'êtes tout autant, et indigne du commandement que vous avez exercé » (l'actualité semble indiquer qu'il est plus facile de faire respecter ce principe à l'encontre des responsables d'une armée vaincue que de celle d'un pays dominant).



## Les politiques de soutien à l'innovation : vers un outil d'analyse des choix

Rapport du groupe de travail de l'opération FutuRIS  
présidé par Germain SANZ

### Comité de pilotage

Germain SANZ (Président)  
Vincent CHARLET (rapporteur)  
Rémi BARRE  
François de CHARENTENAY  
Stanislas de MARGERIE  
Bruno DIDIER  
Bruce KOGUT  
Gilles LE BLANC  
Erich SPITZ  
Thierry WEIL

### Comité de rédaction

Germain SANZ (Président)  
Vincent CHARLET (rapporteur)  
Rémi BARRE  
Gilles LE BLANC  
Thierry WEIL

### Contributeurs aux études de cas (outre les membres du Comité de Pilotage)

Jean-Pascal AUBERT  
Yves BAMBERGER  
Eric BANTEGNIE  
Jean-Claude BOUDENOT  
Paul CASEAU  
Pierre CASTILLON  
Maher CHEBBO  
Bernard CHEVASSUS-AU-LOUIS  
Jean-Frédéric CLERC  
Patrice DESMAREST  
Catherine ESNOUF  
Pierre FEILLET  
Pierre FILLET  
Bernard GILLY  
François GUINOT  
Jacques HAIECH  
Pierre HAREN  
Claude JABLON

Jean-Paul JAMET  
Bernard KAHANE  
Robert KLAPISCH  
Philippe LAREDO  
Michel LESAGE  
Guy PAILLOTIN  
Robert PLANA  
Jean-Michel PLANCHE  
Etienne POITRAT  
Christian POLICARD  
Philippe POULETTY  
Serge RAGOZIN  
Françoise ROURE  
Christian SAGUEZ  
Jean THERME  
Dominique VERNAY  
Michel VILLETTE  
Claude WEISBUCH



## SOMMAIRE

<b>Introduction</b>	<b>15</b>
<b>A. Définitions</b>	<b>15</b>
<b>B. Pourquoi des analyses sectorielles ?</b>	<b>15</b>
<b>C. Les écueils à surmonter</b>	<b>16</b>
<b>D. Ce que nous avons fait</b>	<b>17</b>
<b>E. Déroutement de l'étude et méthodologie adoptée</b>	<b>18</b>
<b>CHAPITRE II : Rappels des résultats des études antérieures</b>	<b>21</b>
<b>A. Etude de la palette d'instruments publics de soutien à la RDI</b>	<b>21</b>
1. Quelques rappels sémantiques	21
2. Résultats : les instruments de soutien à la recherche et l'innovation français	23
<b>B. Etudes sectorielles quantitatives</b>	<b>26</b>
1. Enoncé des objectifs	26
2. Résultats principaux	27
<b>C. Etudes sectorielles de 2004</b>	<b>29</b>
1. Pilotage stratégique, politique industrielle et affichage de priorités	29
2. Liens entre technologies diffusantes et branches utilisatrices	29
3. De la difficulté d'exprimer un besoin	30
<b>CHAPITRE III : Résultats des études sectorielles</b>	<b>31</b>
<b>A. Résultats généraux émanant d'une lecture transversale des études de cas</b>	<b>31</b>
1. La dé-intégration des filières	31
2. Les apports d'une approche duale branche / défi	32
3. Réflexions autour des technologies diffusantes et des branches utilisatrices	34
4. Résultats d'ordre méthodologique	35
<b>B. Présentation des synthèses pour chaque étude de cas</b>	<b>37</b>
1. La construction automobile	38
2. Les systèmes logiciels de gestion du trafic aérien	40
3. L'industrie agroalimentaire	42
4. L'industrie du médicament	44
5. Le cas des médicaments issus des biotechnologies	46
6. L'édition logicielle	48
7. La nanoélectronique	50
8. Les biocarburants	52
<b>CHAPITRE IV : Caractérisation des domaines de pertinence des instruments publics de soutien à la rdi</b>	<b>55</b>
<b>A. Identification de deux dimensions discriminantes</b>	<b>55</b>
<b>B. Positionnement des études de cas selon ces deux dimensions</b>	<b>57</b>
<b>C. Interprétation et premières pistes sur l'adéquation des politiques publiques</b>	<b>60</b>
<b>D. Remarques transverses</b>	<b>61</b>

1.	Problématique 1 : valorisation des innovations dans des normes, codes ou réglementations	62
2.	Problématique 2 : une connaissance intime des problématiques industrielles	62
3.	Problématique 3 : vers un langage partagé	63
4.	Problématique 4 : gagner du temps sur le temps	63
5.	Problématique 5 : et si la recherche publique était aussi évaluée par tous ses clients ?	64
6.	Problématique 6 : des projets oui, mais ce n'est pas la panacée	64
7.	Problématique 7 : pour un dialogue fructueux entre chercheurs et financiers	65
<b>Conclusion</b>		<b>67</b>
<b>CHAPITRE V : La construction automobile</b>		<b>71</b>
A.	Points clés	71
B.	Diagrammes synthétiques	72
C.	Définition du périmètre	73
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	73
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	74
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	75
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	75
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	76
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	77
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen et mondial	77
<b>CHAPITRE VI : Les systèmes logiciels de gestion du trafic aérien</b>		<b>79</b>
A.	Points clés :	79
B.	Diagrammes synthétiques	80
C.	Définition du périmètre	81
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	81
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	81
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	82
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	82
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	83
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	84
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	84
<b>CHAPITRE VII : L'industrie agroalimentaire</b>		<b>85</b>
A.	Points clés	85
B.	Diagrammes synthétiques	86
C.	Définition du périmètre	87
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	87
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	87
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	88

G.	Axe 4. Les défis rencontrés	89
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	89
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	91
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	91
<b>CHAPITRE VIII : L'industrie du médicament</b>		<b>93</b>
A.	Points clés	93
B.	Diagrammes synthétiques	94
C.	Définition du périmètre	95
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	95
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	95
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	96
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	97
H.	Axe 5. L'impact des différents outils de politique publique	98
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	99
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	99
<b>CHAPITRE IX : Le cas des médicaments issus des biotechnologies</b>		<b>101</b>
A.	Points clés	101
B.	Diagrammes synthétiques	102
C.	Définition du périmètre	103
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	103
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	104
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	104
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	105
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	106
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	107
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	107
<b>CHAPITRE X : L'édition logicielle</b>		<b>109</b>
A.	Points clés	109
B.	Diagrammes synthétiques	110
C.	Définition du périmètre	111
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	111
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	111
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	112
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	112
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	113
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	114
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	115
<b>CHAPITRE XI : La nanoélectronique</b>		<b>117</b>

A.	Points clés	117
B.	Diagrammes synthétiques	118
C.	Définition du périmètre	119
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	119
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	119
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	120
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	120
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	121
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	122
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen	122
CHAPITRE XII : Les biocarburants		123
A.	Points clés	123
B.	Diagrammes synthétiques	124
C.	Définition du périmètre	125
D.	Axe 1. Le poids économique du secteur	125
E.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	126
F.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	127
G.	Axe 4. Les défis rencontrés	127
H.	Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	128
I.	Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	130
J.	Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen et mondial	130
CHAPITRE XIII : Guide d'entretien		131
A.	Présentation	131
B.	Définition du périmètre	131
C.	Axe 1 : le poids économique du secteur	131
D.	Axe 2 : le positionnement concurrentiel des acteurs	133
E.	Axe 3 : l'intensité en R&D des acteurs	135
F.	Axe 4 : les défis technologiques et cognitifs rencontrés	136
G.	Axe 5 : le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés	138
H.	Axe 6 : les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs	140
I.	Axe 7 : l'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen ou mondial	141
CHAPITRE XIV : La chimie		145
A.	Diagrammes synthétiques	145
B.	Définition du périmètre	146
C.	Axe 1. Le poids économique du secteur	146
D.	Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs	146
E.	Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs	147
F.	Axe 4. Les défis rencontrés	147

G.	<b>Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&amp;D de la part des acteurs publics et privés</b>	<b>148</b>
H.	<b>Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs</b>	<b>149</b>
I.	<b>Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen</b>	<b>149</b>
<b>CHAPITRE XV : Le dessalement de l'eau de mer</b>		<b>151</b>
A.	<b>Diagrammes synthétiques</b>	<b>151</b>
B.	<b>Définition du périmètre</b>	<b>152</b>
C.	<b>Axe 1. Le poids économique du secteur</b>	<b>152</b>
D.	<b>Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs</b>	<b>153</b>
E.	<b>Axe 3. Défis technologiques et cognitifs rencontrés</b>	<b>154</b>
F.	<b>Axe 4. Le niveau d'adaptation du soutien à la R&amp;D de la part des acteurs publics et privés.</b>	<b>154</b>
G.	<b>Axe 5. Les effets attendus sur la compétitivité d'autres secteurs</b>	<b>154</b>
H.	<b>Axe 6. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen ou mondial</b>	<b>155</b>
<b>CHAPITRE XVI : Etude de cas du secteur du transport aérien</b>		<b>157</b>
A.	<b>Les tendances observables</b>	<b>157</b>
1.	Un secteur mondialisé	157
2.	Un renouvellement des modèles économiques	157
B.	<b>Le positionnement des acteurs français</b>	<b>157</b>
C.	<b>Les principaux défis posés aux acteurs du transport aérien</b>	<b>158</b>
1.	Les enjeux des transporteurs	158
2.	Les enjeux qui se posent aux autres acteurs du transport aérien	159
3.	L'équipement	159
D.	<b>Bilan : quel soutien public à l'innovation pour les acteurs de ce secteur ?</b>	<b>159</b>



## INTRODUCTION

### A. Définitions

Dans toute la suite de ce document :

- ❑ on parle de **branche** ou de **branche d'activité** pour désigner un ensemble d'acteurs industriels liés par leur contribution à la production d'un même bien ou service (par exemple : l'industrie spatiale, les industries agroalimentaires...),
- ❑ on parle de **domaine** pour désigner une famille de technologies faisant intervenir des compétences identiques ou voisines et, par extension, l'ensemble des acteurs impliqués dans le développement de ces technologies (par exemple : électronique et électricité, biotechnologies...)
- ❑ le terme de **secteur** est utilisé de manière générique et peut désigner aussi bien des branches d'activité que des domaines technologiques.

### B. Pourquoi des analyses sectorielles ?

La première phase de l'opération FutuRIS, dont l'analyse prospective du SFRI, a clairement fait émerger deux constats :

- ❑ la France doit faire des choix et fixer des priorités à sa politique scientifique et technique, or elle ne s'est pas encore dotée des outils nécessaires pour instruire ces choix et pour les mettre en œuvre,
- ❑ le fonctionnement du système de recherche et d'innovation n'est pas homogène et ses caractéristiques dépendent du contexte disciplinaire, organisationnel, économique, sociétal de chaque champ de recherche et d'innovation.

Pour ces deux raisons, il nous est apparu indispensable de compléter nos travaux généraux par des études sectorielles qui permettent de restituer la réalité contrastée du terrain. L'activité de recherche au quotidien est bien différente selon que l'on est sociologue, astrophysicien, biochimiste ou informaticien, chercheur au CNRS, chez Sanofi-Aventis ou à l'Institut français du pétrole, chez Arcelor ou à l'Institut Curie.

Mais au-delà d'une vision plus significative que celle des moyennes statistiques, l'ambition de ce travail est aussi d'élaborer des critères d'analyse facilitant la détermination des priorités et des moyens de les mettre en œuvre. Quels domaines de recherche soutenir, pour quelles raisons, avec quels objectifs ? Comment rendre ce soutien efficace ?

La recherche poursuit une multiplicité de mission, elle vise à faire progresser nos connaissances, mais aussi à soutenir la compétitivité de notre économie en suscitant les innovations et à répondre à diverses demandes de la société (sécurité, santé, environnement, culture...).

La détermination de l'effort à consacrer au progrès des connaissances et à certains enjeux sociétaux ainsi que sa répartition sortent du cadre de ce groupe de travail, mais certainement pas des questions dont devraient débattre la nation et ses représentants au moment de fixer les priorités et le budget de la recherche. Nous nous intéressons plus modestement dans ce qui suit à la manière d'éclairer les choix liés à une finalité économique : comment déterminer et répartir la part du soutien au système de recherche et d'innovation destinée à augmenter la prospérité économique et le bien-être social de notre pays et de l'Europe ? Comment faire de la politique publique de la recherche et de

l'innovation, en plus de ses autres objectifs de développement des connaissances, un élément efficace de politique industrielle<sup>8</sup> ?

Faute de critères reconnus et partagés pour délibérer, les priorités sont souvent définies de manière erratique, en fonction du poids relatif des lobbies, des modes intellectuelles du moment. Chaque candidat aux subventions publiques se prévaut de l'impact de son activité – voire de l'ensemble de la filière dont elle constitue une composante – sur l'emploi, sur la santé publique ou sur l'indépendance stratégique, avec des raisonnements plus ou moins valides et des arguments parfois contestables.

Les pistes que nous explorons pourraient permettre de construire une méthodologie facilitant les délibérations d'un Haut Conseil de la recherche et de l'innovation chargé d'éclairer les choix politiques relevant de ses compétences<sup>9</sup>.

L'étude des domaines individuels permet aussi, une fois déterminés les objectifs de la politique publique (quel secteur doit-on soutenir et avec quelle ambition ?), de réfléchir aux moyens les plus adaptés de poursuivre ceux-ci. Selon les contextes, il peut s'agir de grands programmes technologiques, de commandes publiques, de soutien à la recherche amont, d'aides à la création de jeunes entreprises innovantes, d'encouragement à la diffusion des technologies et à l'émergence de nouveaux usages, de mise en réseau des acteurs, etc. Il est essentiel de mieux connaître le domaine de validité et d'efficacité de ces différents outils pour les utiliser à bon escient.

Or la discussion sur les mérites comparés de différents outils prend souvent, en France, un tour trop abstrait, chacun faisant comme si ces outils pouvaient être appliqués pour toutes les industries. Selon l'expérience liée à son secteur, chacun proposera donc qu'on donne plus de poids à la recherche, aux grands programmes d'innovation, ou à l'aide aux PME par exemple, et ceci sera souvent fait de manière indifférenciée dans tous les domaines. Une analyse comparative commanditée par FutuRIS<sup>10</sup> montre que dans beaucoup de pays étrangers, on décide d'abord des secteurs prioritaires, puis on met en place des instruments spécifiques orientés vers des objectifs bien définis et limités au secteur choisi, ce qui évite une dispersion des aides dans des domaines où leur efficacité est faible. La France se distingue par un interventionnisme important mais assez uniforme, une préférence pour les mécanismes neutres par rapport aux aides plus ciblées. Les mêmes modes d'intervention, qui ont permis d'établir des positions enviables dans les industries nucléaire, aéronautique ou spatiale, s'avèrent inadaptés dans d'autres domaines (le plan calcul pour l'industrie informatique) ou continuent à être utilisés dans un contexte qui a radicalement évolué (pour le spatial ou certains choix d'investissement de la filière nucléaire).

### C. Les écueils à surmonter

Les objectifs des analyses sectorielles que nous souhaitons entreprendre semblent donc clairs, ils consistent à déterminer :

- l'impact qu'a ou peut avoir un secteur sur la prospérité et le bien-être de notre société ainsi que les raisons qu'a la collectivité de soutenir ce secteur,
- les défis auxquels il est confronté,
- les moyens de l'aider à relever ces défis, notamment à travers les instruments de la politique de recherche et de stimulation de l'innovation.

---

<sup>8</sup> Nous utilisons dans tout ce qui suit le terme « industrie » au sens anglo-saxon (ou au sens français originel), englobant toutes les formes d'activités économiques, et notamment les services ou l'agriculture, et non la seule production manufacturière.

<sup>9</sup> Voir FutuRIS, fiche 1

<sup>10</sup> B de Laat et al. Les dimensions de politique publique des systèmes nationaux d'innovation – étude dans le cadre de FutuRIS (rapport final de Technopolis France). Octobre 2003

Une instance délibérative comme le Haut Conseil pourra alors proposer des priorités, grâce à une meilleure connaissance des finalités, des enjeux et des moyens nécessaires et conseiller une allocation des ressources adaptée.

Ce beau programme théorique se heurte cependant à plusieurs difficultés :

- ❑ on manque de catégories bien définies pour caractériser l'effort de recherche et développement : la recherche des établissements publics est, dans le meilleur des cas, ventilée par discipline, la recherche privée par branche d'activité (avec parfois une décomposition par technologie), tandis que les brevets sont répertoriés par domaine technologique ;
- ❑ les branches d'activité industrielles autrefois intégrées ont fait place à des réseaux de multiples acteurs autonomes en interaction, dans des relations à la fois verticales et horizontales et ayant chacun leur propre logique de développement, leur propre contexte concurrentiel, leurs défis et leurs champs d'innovation ;
- ❑ la granularité pertinente du découpage sectoriel pose également problème : des catégories trop larges conduisent à considérer des agrégats hétérogènes peu significatifs, tandis qu'une approche trop ciblée néglige les interdépendances fortes entre acteurs complémentaires.

La seconde difficulté a été particulièrement difficile à surmonter. Une branche d'activité telle que l'industrie automobile réunit ainsi les constructeurs qui conçoivent, assemblent et distribuent les véhicules, mais l'innovation vient de plus en plus des équipementiers, qui ont une structuration et un modèle économique très différents, et fait de plus en plus appel à d'autres acteurs pour assurer et financer les véhicules, offrir des prestations d'assistance ou de gestion de flottes, vendre sur Internet, etc.

De même, dans l'industrie pharmaceutique, les grandes entreprises assurent la promotion et la distribution des médicaments, mais des acteurs indépendants apparaissent sur les activités de découverte de nouvelles cibles et molécules (biotechs), sur les tests d'innocuité et d'efficacité (*contract research organisations*, CRO), voire sur la fabrication proprement dite. Chacun de ces groupes d'acteurs sera tenté d'invoquer le poids économique de l'ensemble de la filière pour justifier l'intérêt des pouvoirs publics, même si sa part de cette valeur ajoutée est relativement limitée.

Nous sommes donc confrontés au défi de repenser les politiques industrielles en fonction de ces réseaux en recomposition permanente, ce qui nécessite souvent d'analyser les interdépendances entre les acteurs et les modes d'action les plus efficaces sur le réseau. Doit-on, par exemple, pour stimuler l'industrie du logiciel, plutôt financer la recherche amont à l'INRIA et au CNRS, financer les startups ou encourager la diffusion et l'utilisation des technologies pour accélérer l'émergence des marchés locaux ? Si l'aide à la navigation par positionnement satellite est un marché prometteur, faut-il plutôt investir dans les satellites qui émettent le signal de positionnement, dans les éditeurs de logiciels qui fabriquent les applications utilisant les signaux de positionnement disponibles, ou développer les usages, par exemple dans les réseaux de transports publics ? Pourra-t-on ou non avoir une industrie prospère sur un de ses segments en étant absent des autres ?

## **D. Ce que nous avons fait**

Pour surmonter ou contourner les écueils évoqués ci-dessus, nous avons procédé en plusieurs étapes.

Nous avons tout d'abord tenté d'établir un état des lieux sommaire de la dépense intérieure de R&D dans un cadre qui permette d'inclure les dépenses répertoriées selon différentes nomenclatures incompatibles, ce qui permet de faire apparaître quelques traits saillants de

la structure de cette dépense. Ces travaux ont fait l'objet d'une publication séparée<sup>11</sup>, dont nous rappellerons quelques conclusions au chapitre I.

Nous avons ensuite établi une méthodologie d'étude des secteurs, de manière itérative et interactive : de premières études test ont été soumises à la critique de nombreux lecteurs, ce qui a permis d'affiner les questions et le cadre d'analyse. Cette méthodologie est exposée dans le paragraphe suivant. Le groupe de travail s'est appuyé sur des petits groupes d'experts puis sur des consultations de validation les plus larges possibles, impliquant à la fois des acteurs et décideurs des secteurs étudiés et des observateurs bénéficiant d'un regard plus macroscopique sur le secteur et son environnement. Cette modalité d'investigation s'est révélée efficace sur l'échantillon de cas étudiés et a permis en convergeant assez vite de mettre en lumière des objets importants de consensus ou au contraire de controverse.

Nous avons appliqué le questionnaire et la grille d'analyse stabilisés à deux sortes d'études de cas. Il peut s'agir d'une part de branches d'activité (automobile, médicament...) : les études de cas correspondantes rendent notamment compte de la diversité des défis qui se posent aux acteurs en charge de l'innovation au sein de ces branches, l'innovation étant elle-même mise en regard des autres facteurs qui conditionnent l'essor économique des acteurs. Il peut s'agir d'autre part d'études de cas plus ciblées, considérant alors de manière croisée l'impact d'une technologie sur une branche industrielle. Cette seconde approche, plus partielle et limitée que d'autres (défis des branches, technologies critiques...), présente l'intérêt d'obliger à définir et évaluer précisément les enjeux économiques associés. Il s'agit d'aller au-delà de la branche industrielle ou du domaine technologique que l'on invoque souvent dans sa globalité pour justifier de l'importance et de l'impact possible d'un projet, et d'identifier plus précisément le segment horizontal (produit) et/ou vertical (étape de la chaîne de valeur) du marché concerné. La taille des défis considérés correspond à peu près aux éventuels programmes que pourrait gérer l'Agence pour l'Innovation Industrielle.

Le chapitre II présente quelques-unes de ces synthèses sectorielles (paragraphe B). Nous avons volontairement cherché à traiter de quelques secteurs aux caractéristiques très différentes, pour valider notre méthode et assurer une portée minimale aux constats dégagés par l'analyse.

A partir de ces quelques exemples, nous avons tenté de construire une typologie des situations rencontrées, dans le but d'identifier les caractéristiques qui déterminent la validité et l'adéquation de tel ou tel outil d'intervention publique. Nous n'en sommes qu'au stade de l'exploration de premières pistes, mais l'importance de l'enjeu justifiait que nous rendions compte, au chapitre IV, de ces premières conjectures.

Enfin, au-delà des contrastes importants que nous avons pu observer, quelques questions émergent de manière récurrente de nombreux secteurs observés, et montrent des lacunes dans nos modes de gestion de l'innovation. Nous discutons au chapitre III de ces questions transversales (paragraphe D).

## E. Méthodologie adoptée et déroulement de l'étude

Chacune des études de cas a été menée en renseignant les sept mêmes rubriques :

- axe 1 : le poids économique du secteur
- axe 2 : le positionnement concurrentiel des acteurs (français et européens)
- axe 3 : l'intensité en R&D des acteurs
- axe 4 : les défis auxquels sont confrontés les acteurs, qui peuvent notamment être scientifiques, technologiques, industriels, commerciaux, réglementaires, environnementaux, fiscaux ou boursiers

---

<sup>11</sup> R Barré, V. Charlet, Vers un outil quantitatif d'analyse sectorielle du système français de recherche et d'innovation, FutuRIS, mai 2005.

- ❑ axe 5 : les effets directs estimés des différents outils de soutien à la recherche et à l'innovation, avec un regard particulier sur les principaux outils de politique publique
  - les institutions de recherche académique : on pense en particulier aux établissements d'enseignement supérieur, aux EPST et aux EPIC
  - les instruments de recherche coopérative : il peut notamment s'agir de réseaux nationaux tels que les RRIT ou d'instruments européens comme certains programmes entrant dans le cadre du PCRDT...
  - les grands programmes, qui peuvent eux aussi être nationaux ou européens
  - les centres techniques de proximité
  - les technopoles et incubateurs
  - les plateformes de concertation, soit au niveau national soit à l'échelle européenne
  - les mécanismes juridiques : règles concernant la propriété intellectuelle, normes, réglementation...
  - les mécanismes bancaires et boursiers
  - les paramètres fiscaux et sociaux
- ❑ axe 6 : les effets d'entraînement attendus sur la compétitivité d'autres secteurs
- ❑ axe 7 : l'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen ou mondial

Les notes de synthèse des études de cas sont donc structurées autour de ces sept axes. Par ailleurs, elles incluent une présentation graphique offrant une vision condensée des résultats au moyen de trois diagrammes « radars ». Le premier englobe tous les axes à l'exception du 4<sup>12</sup>. Le deuxième présente de manière détaillée les observations relevant de l'axe 4, c'est-à-dire les défis de différentes natures auxquels les acteurs sont confrontés. Le troisième, enfin, livre des observations également détaillées relevées au sujet de l'axe 5, sur les effets directs estimés des différents outils publics de soutien à la R&D. Les trois figures ci-après en donnent une illustration tirée du cas des biocarburants.

Chacune de ces variables est notée de 1 à 5 par ordre d'importance. Plus que les valeurs chiffrées, l'enjeu principal de cet exercice d'évaluation est de mettre en évidence dans un cadre commun les points forts et faibles de projets considérés, de rendre visibles leurs différences et d'obliger à construire des argumentaires pour justifier le classement et identifier les enjeux. Ces évaluations sont une étape pour mettre en débat les orientations de la R&D entre experts, responsables politiques et société civile. L'intérêt est d'offrir un matériau commun à tous les projets envisagés, plus élaboré que les justifications sectorielles globales. Bien sûr, une autorité publique en charge de la coordination et la définition des priorités de la R&D nationale pourra pondérer différemment ces critères, les classer, les noter différemment.

---

<sup>12</sup> A deux aménagements près. Sur ce premier radar, la problématique de l'axe 5, concernant les effets estimés des différentes modalités de soutien à la R&D, est en réalité présentée de manière double (impact de l'offre publique de soutien à la R&D d'une part et besoin d'un ajustement de cette offre d'autre part). La problématique de l'axe 7 y est par ailleurs formulée de manière symétrique : plutôt que « l'opportunité » de développer une réflexion dans un cadre européen ou mondial, c'est le besoin stratégique d'une maîtrise nationale qui est renseigné.

Figure 1 : bilan d'ensemble

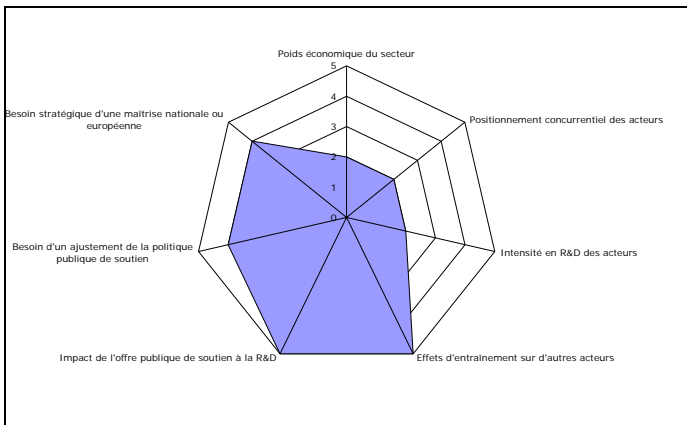


Figure 2 : les défis rencontrés

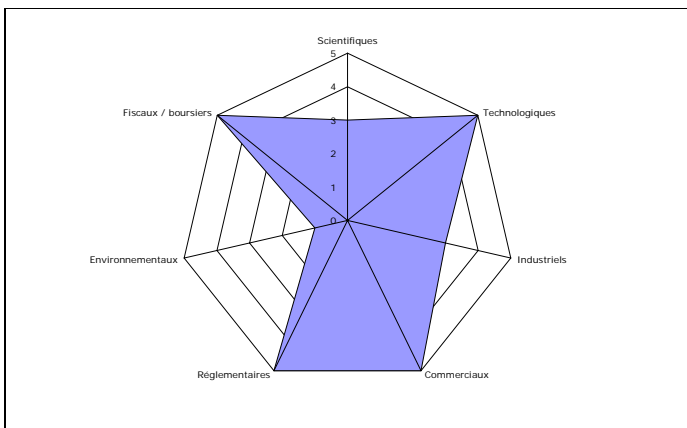
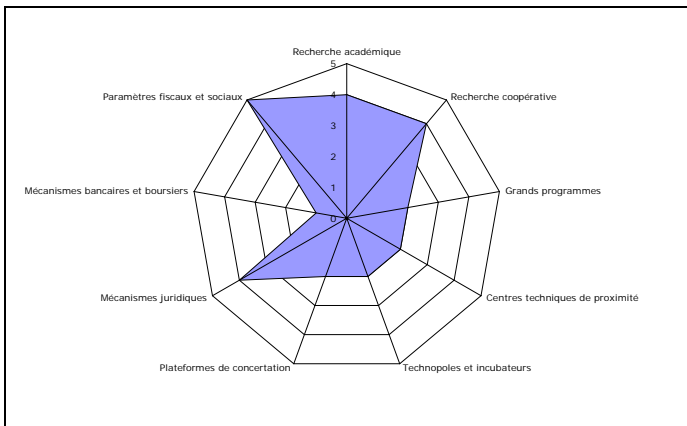


Figure 3 : l'impact de l'offre publique de soutien à la R&D



## CHAPITRE II : RAPPELS DES RESULTATS DES ETUDES ANTERIEURES

Les études sectorielles de FutuRIS s'inscrivent déjà dans une certaine durée. Il paraissait donc important dans le cadre de ce rapport d'explicitier certaines des réflexions antérieures dont il se nourrit. Trois études ou familles d'études sont ici mentionnées :

- la première est une étude externe, commanditée par FutuRIS en 2003, analysant la palette des instruments publics de soutien à la recherche et à l'innovation
- la deuxième est une étude interne, achevée il y a quelques mois, dressant un bilan sectoriel quantitatif du financement de la recherche et de l'innovation en France
- sont ensuite présentés les résultats principaux d'une première vague d'études sectorielles conduites par FutuRIS en 2004

Mise en forme : Puces et numéros

### A. Etude de la palette d'instruments publics de soutien à la RDI

En 2003, FutuRIS a commandité une étude concernant le « *policy mix*<sup>13</sup> » de recherche et d'innovation français. L'objectif de cette étude était d'identifier les principales dimensions de politique publique du Système National d'Innovation français et de les mettre en perspective avec quelques situations ou contextes existants à l'étranger. Les résultats essentiels en sont ici présentés, après quelques mises au point sémantiques.

#### 1. Quelques rappels sémantiques

Devant les nombreuses tentatives de catégorisation des instruments de politique pour la recherche et l'innovation, il est proposé de prendre comme base de départ un schéma issu d'un rapport de la Commission européenne de 2003<sup>14</sup>, dressant un état de l'art théorique et pratique en matière de soutien public aux systèmes nationaux d'innovation. Ce rapport analyse les instruments de soutien public à l'innovation selon trois dimensions, légèrement adaptées ici (Figure 4) :

- le type d'instrument :
  - financier incitatif « neutre » (p.ex. une mesure fiscale qui ne fait pas de différenciation thématique)
  - financier incitatif « programmatique » (p.ex. un programme de recherche)
  - financier direct (p.ex. des achats directs, comme dans le domaine militaire ; le financement de base d'un organisme public de recherche...)
  - non financier
- la différenciation entre la R&D et l'innovation avec un niveau intermédiaire pour des instruments qui s'adressent aux deux
- la distinction entre des instruments s'adressant aux acteurs privés (les entreprises), au secteur public (par exemple les organismes de recherche ou les universités) ou aux deux

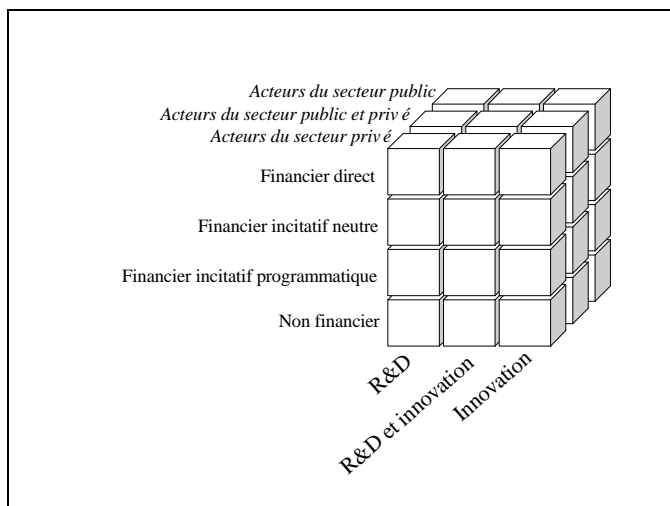
Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros

<sup>13</sup> Un « *policy mix* » (concept sans équivalent simple en français) dans un domaine concerne l'ensemble des instruments de politique publique mis en œuvre dans ce domaine, ou un ensemble d'instruments de politique publique concourant aux mêmes objectifs globaux (et qui au niveau des objectifs spécifiques devraient normalement être complémentaires). Dans la littérature économique, on parle souvent d'optimisation du « *policy mix* » pour arriver à une meilleure efficacité ou efficience des politiques publiques.

<sup>14</sup> Independent Expert Group, 2003, *Raising EU R&D Intensity. Improving the Effectiveness of the Mix of Public Support Mechanisms for Private Sector Research and Development*, Bruxelles : Office des Publications Officielles.

Figure 4 : mesures de politique de R&D et d'innovation influant les acteurs des secteurs public et privé



Source : Technopolis France d'après Commission Européenne, 2003

Afin de pouvoir évaluer les instruments dans les catégories proposées, il faut encore définir un schéma d'analyse des problèmes qu'ils essayent de résoudre. L'étude distingue ainsi différents groupes d'acteurs en interaction, définis par leur appartenance au secteur **public** ou **privé** d'une part et leur rôle comme « **créateur** » ou « **utilisateur** » de connaissances d'autre part. Un rapport récent de la Commission Européenne comparant l'impact de la R&D et des politiques de R&D sur la compétitivité et l'emploi<sup>15</sup> a utilisé cette caractérisation, aboutissant à une typologie des instruments politiques à analyser (Tableau 1).

Tableau 1 : typologie simple des politiques publiques de soutien à la recherche et à l'innovation

	(1) Secteur public	(2)	(3) Secteur privé
(A) Utilisateurs de connaissance	Politiques de soutien aux utilisateurs publics de connaissances	Mise en relation des utilisateurs de connaissances publics et privés	Politiques de soutien aux utilisateurs privés de connaissances
(B)	Mise en lien entre utilisateurs et créateurs publics de connaissances	Mise en relation des créateurs et utilisateurs de connaissances, des secteurs public et privé	Mise en lien entre utilisateurs et créateurs privés de connaissances
(C) Créateurs de connaissance	Politiques de soutien aux créateurs publics de connaissances	Mise en relation des créateurs de connaissance publics et privés	Politiques de soutien aux créateurs privés de connaissances

Source : Soete et al., 2002

Les quatre coins du tableau concernent les instruments visant les acteurs du système (de gauche à droite, du bas vers le haut : les acteurs de la recherche publique, les entreprises innovantes, la « société », le marché). La croix au milieu du tableau est constituée de différents instruments d'intermédiation, soit entre créateurs et utilisateurs de connaissances,

<sup>15</sup> Soete, L. et al (2002), *Benchmarking National Research Policies: The Impact of RTD on Competitiveness and Employment (IRCE)*, A STRATA-ETAN Expert Group Report, DG Research, European Commission: Brussels

soit entre acteurs de la recherche publique et acteurs de la recherche privée, soit entre l'ensemble de ces types d'acteurs (case du milieu).

## **2. Résultats : les instruments de soutien à la recherche et l'innovation français**

Le tableau suivant résume, pour les quatre types d'acteurs et les cinq secteurs intermédiaires, les instruments politiques de soutien à la recherche et l'innovation français. Ce tableau a été établi par le prestataire chargé de l'étude, Technopolis France, en interaction avec le Comité de pilotage<sup>16</sup> de celle-ci.

---

<sup>16</sup> Présidé par A. Bravo, ce comité comprenait par ailleurs R. Barré, P. Petit et S. Paillard.

**Tableau 2 : instruments politiques de soutien à la R&D à l'innovation technologique en France**

	Secteur public (1)	(2)	(3) Secteur privé
(A) Utilisateurs de connaissances	<p><b>Politiques de soutien aux utilisateurs publics de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ADAE (ex-ATICA)</li> <li>• Mission de la Culture et de l'Information scientifiques et techniques et des Musées</li> <li>• Université de tous les savoirs</li> </ul> <p><b>Coût total : €</b></p>	<p><b>Mise en relation des utilisateurs de connaissances publics et privés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ART (télécommunications)</li> <li>• CRE (énergie)</li> </ul> <p><b>Coût total : €</b></p>	<p><b>Politiques de soutien aux utilisateurs privés de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FOPIM</li> <li>• Programme ATOUT</li> <li>• ARI (ANVAR)</li> <li>• autres politiques, non de recherche ou d'innovation</li> <li>• BDPME</li> <li>• Fonds d'amorçage</li> <li>• Foresight - technologies clés</li> </ul> <p><b>Coût total : environ 50 M€</b></p>
(B)	<p><b>Mise en lien entre utilisateurs et créateurs publics de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AFSSA</li> <li>• Diffusion de l'information S&amp;T aux praticiens du secteur public : colloques associant chercheurs et praticiens (santé, TIC, etc.)</li> <li>• Mobilisation de l'expertise S&amp;T des OPR dans la décision publique et l'élaboration des politiques publiques : appels d'offres de recherche ciblés des ministères, ...</li> <li>• une partie de l'activité des OPR « finalisés » (Cemagref, Ifremer, etc.)</li> <li>• CETE à l'Equipement</li> <li>• RENATER</li> </ul> <p><b>Coût total : €</b></p>	<p><b>Mise en relation des créateurs et utilisateurs de connaissances, des secteurs public et privé</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ANRT</li> <li>• CRITT</li> <li>• ECRIN</li> <li>• Stages Longue Durée</li> <li>• Postdocs</li> <li>• FRT et notamment 16 Réseaux de Recherche et d'innovation Technologique (RRIT)</li> <li>• PFT</li> <li>• CORTECHS</li> <li>• Réseaux de diffusion technologique : RDT</li> <li>• CRT</li> <li>• Bureaux des relations avec les entreprises dans les organismes publics (FIST-CNRS, INRIA-Transfer, INRA-ATI, etc.)</li> <li>• Incubateurs publics</li> <li>• SAIC</li> </ul> <p><b>Coût total : inférieur à 360 M€</b></p>	<p><b>Mise en lien entre utilisateurs et créateurs privés de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• AO Innovation biens de consommation</li> <li>• Centres techniques industriels (CTI)</li> </ul> <p><b>Coût total : €</b></p>
Créateurs de connaissances (C)	<p><b>Politiques de soutien aux créateurs publics de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fonds national de la science (FNS) et notamment actions concertées incitatives du Ministère de la recherche</li> <li>• Contractualisation des universités, volet recherche</li> <li>• Grands programmes : synchrotron SOLEIL</li> <li>• Les EPIC (<i>dans leur rôle, souvent sur le croisement entre B1, B2, C1 &amp; C2</i>) : CEA, CNES, CSI, IFREMER...</li> <li>• Les EPST (CNRS, INRA, INRETS, INRIA, INSERM, IRD...)</li> <li>• Salaires des enseignants-chercheurs</li> <li>• Soutien aux fondations et instituts</li> </ul> <p><i>Pour mémoire (et lié à différentes autres cases du tableau)</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• contribution financière et ensuite participation au PCRD européen</li> <li>• autres actions internationales (multi et bilatérales)</li> </ul> <p><b>Coût total : environ 12,0 G€</b></p>	<p><b>Mise en relation des créateurs de connaissance publics et privés</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CIFRE</li> <li>• CNRT - Centres nationaux pour la recherche technologique</li> <li>• Conseil de partenariats CNRS/entreprises</li> <li>• ERT - Equipes de recherche technologiques</li> <li>• Grands programmes : Ariane</li> <li>• Grands programmes : Fusion Cadarache</li> <li>• Loi sur l'innovation 1999 - Art. 25,1 à 25,3</li> <li>• Politiques liées à la création et aux soutiens des technopoles par les régions</li> </ul> <p><b>Coût total : inférieur à 300 M€</b></p>	<p><b>Politiques de soutien aux créateurs privés de connaissances</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• aide aux jeunes (ANVAR)</li> <li>• ANVAR (structure)</li> <li>• avance à taux zéro (ANVAR)</li> <li>• Fonds « développement technologique » (SOFARIS)</li> <li>• « Invest in France » et autres instruments d'attractivité des IDE en matière de R&amp;D</li> <li>• Appel à proposition technologies clés (juillet 1996-juillet 2000)</li> <li>• BioTech Garanties (SOFARIS)</li> <li>• BSA (ANVAR)</li> <li>• Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes</li> <li>• Crédit d'impôt recherche</li> <li>• Eureka (ANVAR)</li> <li>• FCPI - Fonds communs de placement dans l'innovation (depuis 1997)</li> <li>• Prime d'Aménagement du Territoire (PAT)</li> <li>• Projets et programmes Eureka (MEDEA, ITEA, PIDEA, EURIMUS)</li> </ul> <p><b>Coût total : environ 1,5 G€</b></p>

Soixante-dix-sept instruments ou structures ont pu être repérés, dont certains sont présentés dans le tableau sous forme d'agglomérats (« EPIC », « EPST »...). Cette liste n'inclut pas en

détail les actions visant l'Europe et l'international plus généralement, mais se concentre plus particulièrement sur les instruments « franco-français », qui sont de toutes façons les plus nombreux et les plus importants en termes financiers. Dans l'avenir plus encore qu'aujourd'hui, le rapport souligne que les différents instruments devront être considérés dans une perspective européenne voire au-delà. Une analyse détaillée du tableau et des fiches individuelles dressées pour chacun des instruments amène le prestataire à tirer les observations suivantes.

- Il existe une **grande variété** d'instruments, voire une prolifération. Historiquement, de nouveaux instruments ont été introduits et de nouvelles mesures prises, sans que soit toujours posée la question de l'efficacité voire de l'abandon des instruments ou mesures existants/précédents. Il s'ensuit une sorte d'entassement d'instruments à différents niveaux politiques, qui souvent s'adressent aux mêmes types d'utilisateurs.
- Il existe en particulier un grand nombre (case B2) de **structures de « mise en réseaux »** à différents niveaux, avec différentes cibles et différents objectifs (ECRIN, ANRT, RDT...), pour un financement global limité.
- En termes **de moyens**, même si l'objectif de l'étude n'était pas de reconstituer précisément les dépenses en matière de R&D, les auteurs observent une prépondérance nette des instruments de soutien à la recherche – de base – publique (case C1), et à l'innovation (case C3) puis, dans une moindre mesure, à leur mise en relation (case C2) ou à leur mise en relation et la mise en relation avec des utilisateurs éventuels (case B2)<sup>17</sup>. Ils notent également que le budget correspondant à la case C1 est aujourd'hui quasiment inflexible (à la différence d'autres pays), tandis que celui concernant la case C3 pourrait se réorienter plus facilement (comme dans d'autres pays)
- Les auteurs pointent également une **concentration des instruments « financiers directs » sur le secteur public**, ce qui semble normal, ainsi qu'une prépondérance des instruments « financiers incitatifs *neutres* » sur le secteur privé (case C3) avec d'ailleurs une grande série de mesures différentes dont ils disent espérer – mais ne connaître que rarement objectivement, faute d'évaluations – la complémentarité voire la synergie. Un point relevé comme positif est que, pour le privé, le nombre d'opérateurs publics est relativement faible (ANVAR et BDPME/SOFARIS, aujourd'hui regroupés au sein d'OSEO, et collectivités territoriales) contrairement à la partie ciblée sur la recherche publique où les opérateurs et les instances de programmation sont multiples<sup>18</sup>.
- Peu d'instruments « **incitatifs programmatiques** » concernent les producteurs de connaissances du secteur public et, quand ils existent, ils sont mis en œuvre directement au sein des organismes ou entre ces derniers.
- Les instruments « **non financiers** » sont également peu nombreux à concerner les producteurs de connaissances du **secteur privé** (case C3) : les exercices de *technology road mapping* ou autres exercices prospectifs sectoriels, tels qu'il en existe avec un soutien public, aux USA, au Canada ou au Japon, sont par exemple peu nombreux.<sup>19</sup>
- Selon les auteurs de l'étude, **l'évaluation de l'efficacité est encore peu développée**. Par conséquent on ignore souvent quels sont les effets réels des différentes mesures, et comment celles-ci pourraient être améliorées. Le suivi (« monitoring ») de la mise en œuvre et notamment de l'efficacité des instruments n'est, lui aussi, que rarement bien organisé.
- Le tableau ne permet pas de visualiser la problématique des interactions et cohérences entre les divers instruments et structures. Or, les évaluations menées ou étudiées par le prestataire montrent que c'est systématiquement un aspect à améliorer. Les auteurs en concluent que beaucoup de gains potentiels se trouvent déjà dans une plus forte

Mise en forme : Puces et numéros

<sup>17</sup> A l'exclusion des « grands programmes » et de la recherche liée à la défense (qui manque d'ailleurs au tableau).

<sup>18</sup> Contrairement à beaucoup d'autre pays, la France ne dispose pas de « Research Councils » ce qui permettrait, justement, d'avoir moins d'instances de programmation et une plus forte coordination également du côté de la recherche publique.

<sup>19</sup> B. de Laat, S. McKibbin, 2003, The Effectiveness of Technology Road Mapping. Building a Strategic Vision, the Hague : Ministry of Economic Affairs.

collaboration et une meilleure cohérence des acteurs de soutien à la recherche qui, parfois même, travaillent encore « en compétition ».

- Cela n'empêche pas que, d'après les auteurs du rapport, il existe au niveau des individus une grande connaissance du terrain et des autres acteurs politiques : le travail collaboratif est fréquent (parfois trop, induisant des coûts de transaction élevés), de même que la présence de chacun dans les instances de contrôle ou de gestion des autres. La connaissance du système est par conséquent davantage « incorporée » que formalisée, la transparence et la mémoire devenant alors très liées au parcours des individus.
- La comparaison du système français avec certains de ses voisins fait enfin ressortir trois éléments principaux. D'une part, les pays étudiés semblent mettre davantage l'accent sur les procédures de hiérarchisation des priorités, l'affichage clair des priorités thématiques et des instruments à mettre en œuvre pour réaliser ces dernières. D'autre part, ces pays cherchent à renforcer les liens entre recherche et industrie et à optimiser les transferts dans les deux sens, en suivant des chemins divers. Enfin, on note une tendance à la mise en œuvre d'instruments dédiés aux domaines qu'ils cherchent à promouvoir ou aux priorités qu'ils cherchent à réaliser et au contraire un faible rôle joué par les instruments génériques, sauf dans le cas du Royaume-Uni.

## B. Etudes sectorielles quantitatives

### 1. Enoncé des objectifs

En 2004-2005, l'équipe FutuRIS a réalisé une étude interne visant à compléter, à travers une approche sectorielle quantitative, les analyses systémiques réalisées jusqu'alors. Cette étude part du constat, rappelé en introduction du présent rapport, que toute instance ayant une fonction stratégique d'ensemble au regard du SFRI devra exprimer un certain nombre de choix, renvoyant au positionnement de la France dans la division européenne et internationale des activités de recherche et d'innovation. Ces arbitrages concernent l'allocation des ressources publiques de soutien à la recherche et au développement (R&D) et à l'innovation d'une part et le choix entre différents instruments, financiers ou non, de soutien de la R&D et de l'innovation d'autre part, ceux-ci devant tenir compte des spécificités de chaque discipline scientifique, de chaque domaine technologique et de chaque branche d'activité industrielle.

La question se pose alors de savoir quels types d'analyses, notamment quantitatives, permettent d'instruire et de préparer de telles propositions. Les nombreux travaux existant sur les dynamiques sectorielles de l'innovation<sup>20</sup> ne traitent pas une question pourtant essentielle pour répondre au problème posé, à savoir la nécessité d'explicitier les flux financiers sectoriels à l'échelle du système français de recherche et d'innovation (SFRI) dans son ensemble, permettant de mettre en évidence les interactions entre ses acteurs et entre ses composantes.

En effet, selon les sous-ensembles du système (notamment selon qu'on parle de R&D publique ou privée), les descriptions sectorielles sont réalisées selon des dimensions différentes, à savoir les disciplines scientifiques, les domaines technologiques et les branches d'activités économiques. Ces dimensions sont irréductibles l'une à l'autre, en sorte qu'il n'est pas possible d'avoir des lectures sectorielles à l'échelle de l'ensemble du SFRI. Autrement dit, un des préalables à l'instruction des arbitrages sectoriels sera la capacité à produire une connaissance quantitative des flux au sein du système, qui puisse s'exprimer simultanément dans ces différentes dimensions. C'est l'objet de cette étude que de poser des jalons pour la construction d'une telle capacité.

---

<sup>20</sup> Ces travaux correspondent le plus souvent soit à des monographies empiriques, soit à des travaux plus conceptuels sur les structures de concurrence ou les dynamiques d'innovation, soit encore à des recueils statistiques d'indicateurs sectoriels.

Ce travail a un caractère exploratoire et ses résultats doivent être considérés avec prudence. Il a par exemple fallu répartir par discipline des données d'organismes dont les nomenclatures de personnel sont hétérogènes (notamment la distinction EPIC – EPST), ou encore mettre en œuvre des matrices de passage science – technologie ou technologies – branches certes publiées dans des rapports réputés sérieux, mais n'ayant pas fait l'objet de validations directes d'experts ou de recoupements. Il s'agit donc d'un premier parcours, qui vise essentiellement à montrer la faisabilité de l'approche et à susciter des travaux complémentaires, de critique, d'amélioration et d'extension.

## 2. Résultats principaux

La dépense de recherche publique, dont le total est, en 2002, de 12,7 G€, se répartit en cinq grands ensembles disciplinaires de volume inégal :

- l'ensemble « Sciences pour l'ingénieur et STIC » et l'ensemble « Science de la vie – Médecine » comptent pour 28,5 % chacun, ce qui correspond dans chaque cas à une dépense d'environ 3,6 G€,
- l'ensemble « Sciences de l'univers » et l'ensemble « Sciences humaines et sociales » pèsent 15,1 % chacun, soit environ 1,9 G€,
- l'ensemble « Mathématiques, Physique et Chimie » représente 12,6 % du total, pour un montant de 1,6 G€.

Mise en forme : Puces et numéros

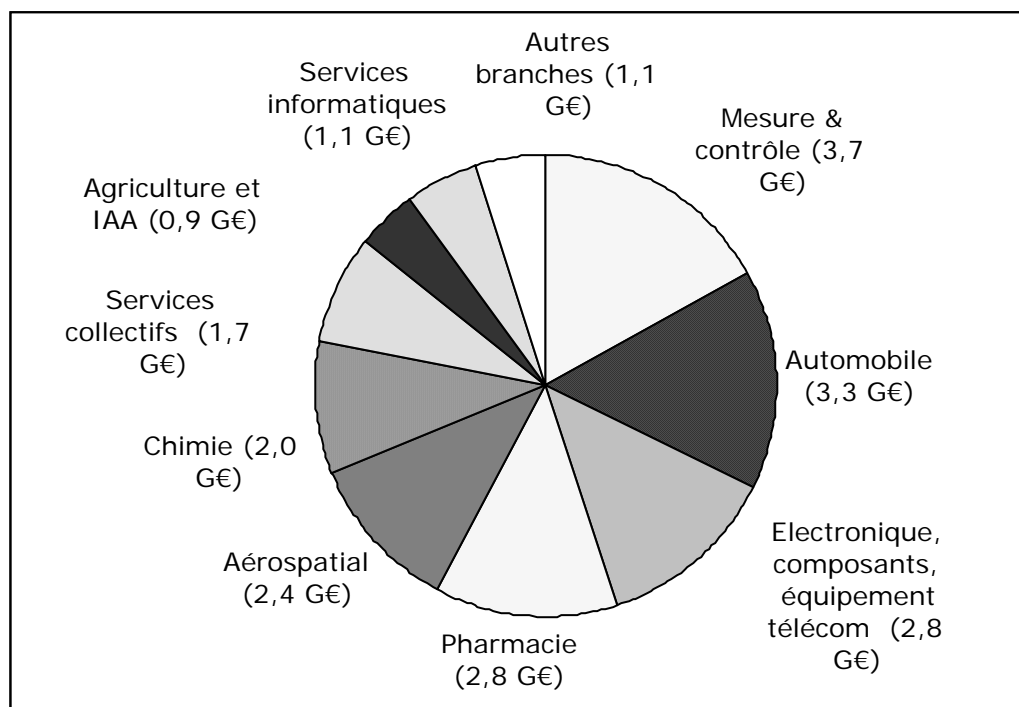
En termes de personnel, il y a deux fois plus d'enseignants-chercheurs que de chercheurs, la part relative de ces derniers ayant rapidement diminué depuis 10 ans. Le CNRS ne compte que pour 15 % du total en personnes physiques et le CEA pour 10 %. L'évolution des effectifs de recherche depuis 10 ans ayant été déterminée par les besoins d'enseignement, les disciplines peu présentes à l'université ont été mécaniquement défavorisées en termes d'évolution du potentiel de recherche : ainsi, Mathématiques, Physique, Chimie, Sciences de l'univers et Sciences de la vie sont en stagnation, tandis que Sciences pour l'ingénieur et Médecine croissent comme la moyenne nationale (environ 1,5 % par an) et que Sciences humaines et sociales et STIC ont un taux de croissance double de celui de la moyenne.

S'agissant de la dépense de recherche industrielle (dont le total national, la DIRDE, est de 21,8 G€), les branches sont positionnées de la manière suivante (Figure 5) :

- « Biens intermédiaires – mesure & contrôle » d'une part et « Automobile » d'autre part représentent chacun entre 17 et 15 % du total, à 3,5 G€ de dépenses annuelles
- « Electronique – composants – équipements télécoms » et « Pharmacie » sont à 13 % chacun, avec 2,8 G€ de dépenses, l'Aérospatial étant à 11 % (2,4 G€)
- « Chimie » et « Services collectifs » pèsent 9 et 8 %, à environ 2 G€ chacun
- « Agriculture & IAA », « Services informatiques » et « Autres branches » correspondent chacun à 5 % environ du total, pour environ 1 G€.

Mise en forme : Puces et numéros

Figure 5 : dépense de recherche exécutée par le secteur privé (21,8 G€), par branche d'activité en 2002



Les branches d'activité industrielle ont une intensité de R&D, mesurée par la part de leur effectif employé en R&D, qui va de 1 à 30 (entre « Filière BTP » et « Equipement électronique »). Ceci montre à quel point le volume d'activité de R&D industrielle d'un pays, et donc le ratio de sa DIRDE sur son PIB, est dépendant de sa structure industrielle, qui en est le premier déterminant.

Les branches d'activités qui comptent les effectifs de recherche les plus importants dans l'absolu, sur un total national de 95 000 chercheurs sont les suivantes : services informatiques et automobile (12 % chacun), pharmacie, métrologie et équipementiers télécoms (9 % chacun), aérospatial (8 %).

Moyennant l'utilisation de matrices de passage construites à partir d'analyses bibliométriques, on peut chercher à traduire en dépenses par domaine technologique tant les dépenses de la recherche publique (initialement par discipline scientifique) que les dépenses des entreprises (initialement par branche industrielle). Ces calculs étant faits, le Tableau 3 présente sur une même nomenclature l'ensemble des dépenses publiques et privées des acteurs du SFRI.

Tableau 3 : comparaison directe de la DIRDA et de la DIRDE (2002, en G€ et en %)

Domaines technologiques	En G€			En %			En %		
	DIRDA (1)	DIRDE (2)	DIRD (3)	DIRDA (4)	DIRDE (5)	DIRD (6)	DIRDA/DIRDE (7)	DIRDA (8)	DIRDE (9)
électronique, électricité	3,1	4,0	7,1	45	55	100	78	29,0	21,9

instrumentation	1,6	2,3	3,9	42	58	100	70	15,0	12,6
chimie, matériaux	2,2	2,2	4,4	52	48	100	100	20,6	12,0
biotechnologie, pharmacie	3,0	2,2	5,2	59	41	100	136	28,0	12,0
procédés industriels	0,4	1,4	1,8	22	83	100	29	3,7	7,7
machines, méca., transport	0,3	5,3	5,6	5	95	100	6	2,8	29,0
cons. des ménages, BTP	0,0	1,0	1,0	1	99	100	0	0,0	5,5
Total ventilé	10,7	18,3	29,0	37	63	100	58	100	100
Non ventilé	1,9	3,6	5,5						
<b>Total</b>	<b>12,7</b>	<b>21,8</b>	<b>34,5</b>	<b>37</b>	<b>63</b>	<b>100</b>	<b>58</b>		

En valeur absolue, la dépense publique est la plus forte en « Electronique – électricité » et « Biotechnologie – pharmacie » (environ 3 G€) (colonne 1), tandis que la dépense privée est maximale en « Machines – mécanique – transport » (5,3 G€) et « Electronique – électricité » (4 G€) (colonne 2).

La composition de la DIRD par domaine est très variable (colonnes 4 et 5), avec une contribution du public très faible en « Machines – mécanique – transport » (5 %) et en « Consommation des ménages – BTP » (1 %). La contribution du public dépasse celle du privé en « Biotechnologie – pharmacie » (59 %) et en « Chimie – matériaux » (52 %).

Alors que la DIRDA représente globalement 58 % de la DIRDE (colonne 7), ce ratio est très variable selon les domaines technologiques.

## C. Etudes sectorielles de 2004

Dernier volet de cette présentation du « bagage » FutuRIS sur lequel les études sectorielles 2005 se sont appuyées, ce chapitre présente les résultats essentiels tirés d'une première vague d'études sectorielles conduites en 2004.

### 1. Pilotage stratégique, politique industrielle et affichage de priorités

Les experts et observateurs rencontrés alors étaient quasi-unanimes pour dire que l'Etat doit afficher des priorités et « arrêter le saupoudrage ». Mais, y compris dans les *think tanks* chargés de réfléchir à ce type de question, on a constaté un certain dénuement tant en concepts qu'en outils pour établir de priorités ou construire un budget public sous contrainte. Très rares étaient les personnes capables de dire : « à moins de tant de millions ou milliards d'euros annuels, la France n'aura pas de masse critique et donc pas de résultat tangible dans ce secteur » ou même qui savaient dire si c'est la bonne manière de poser la question.

A ce sujet, un certain aveuglement des acteurs d'un secteur donné a souvent été constaté, soit pour affirmer à quel point les technologies qu'ils mettent en œuvre sont porteuses de révolutions à venir, soit pour expliquer que leur secteur est « le premier employeur » ou « le premier contributeur au PIB » dans le pays (très fréquent !).

### 2. Liens entre technologies diffusantes et branches utilisatrices

Ces premières études sectorielles partaient du principe schématique qu'il existe un certain nombre de technologies diffusantes (notamment les TIC, les nanotechnologies et les biotechnologies), dont l'appropriation par les différentes branches d'activité industrielle était susceptible de générer des gains de performance plus ou moins importants (restant précisément à évaluer).

Or, cette approche matricielle a été partiellement contredite par les observations de terrain. Il n'est certes pas contestable que certaines technologies sont plus porteuses que d'autres

d'effets d'entraînement, soit en direction d'acteurs économiques (gisements de valeur ajoutée...) soit en direction du corps social (externalités dans les domaines de la sécurité, de l'environnement...). Mais la plupart des objets sont en réalité hybrides, mi technologies mi branches, autrement dit à la fois emblématiques d'une branche industrielle et partiellement diffusants.

Les avis d'experts étaient en outre assez variables suivant les questions envisagées. Ainsi, le fait que l'adoption des TIC et leur diffusion soit de nature à renforcer la compétitivité des acteurs privés n'a pas rencontré d'infirmité, que ce soit auprès d'entreprises industrielles ou de services. En revanche, la vision était moins partagée pour le cas des biotechnologies, dont les utilisateurs supposés (pharmacie, agronomie et ingénierie environnementale) modéraient souvent l'affirmation du caractère « révolutionnaire » mis en avant par leurs promoteurs ou la nécessité de disposer d'entreprises nationales fortes pour exploiter ces technologies.

### **3. De la difficulté d'exprimer un besoin**

Il a également été frappant de voir que tous les porte-parole sectoriels rencontrés, notamment dans les entreprises de services, n'étaient pas, loin de là, capables d'exprimer ce que l'Etat devrait faire immédiatement pour soutenir l'innovation dans leur secteur. Deux explications peuvent être envisagées.

Première possibilité : il y a une différence forte entre les entreprises de services et les entreprises industrielles sur ce point. Dans les premières, assez peu intensives en R&D, quoiqu'innovantes, les activités de recherche sont assez peu formalisées, assez peu centralisées, donc assez peu suivies ou quantifiables. Ce pourrait être une raison du malaise perceptible chez nos interlocuteurs quand il s'est agi de se positionner face aux différents instruments publics (même le Crédit Impôt Recherche peut être largement méconnu). Un argument supplémentaire dans ce sens serait que, dans la partie la plus « industrielle » de l'activité d'un des groupes de services étudiés, ce malaise disparaît : le directeur technique concerné est non seulement en lien avec l'organisme public de recherche compétent mais répond en plus favorablement à la perspective d'un grand programme dans son domaine.

Seconde possibilité : il y a une différence forte entre les acteurs ayant l'habitude d'avoir affaire avec l'Etat et les autres. Les liens construits (et rarement remis en question) entre l'action publique et certaines branches sont déterminants et, inversement, les acteurs qui ne comptent pas parmi les principaux bénéficiaires n'ont pas le « bagage » nécessaire à la formulation d'une demande et à son appui auprès des responsables publics. Le cas de la chimie, branche à vocation technologique mais peu soutenue par les programmes de R&D serait plutôt emblématique de cette situation.

## CHAPITRE III : RESULTATS DES ETUDES SECTORIELLES

### A. Résultats généraux émanant d'une lecture transversale des études de cas

#### 1. La dé-intégration des filières

Il serait sans doute plus juste de parler ici de confirmation que de résultat, sachant que ce point était au nombre des postulats des études sectorielles (cf. l'introduction du présent rapport). Il peut être formulé de la manière suivante : le modèle d'une branche industrielle intégrée sur un territoire donné – parfois animée en outre par quelques grandes entreprises se situant au bout de la chaîne de production – a perdu une partie au moins de sa validité. En lieu et place de ces branches intégrées, on observe aujourd'hui des réseaux d'acteurs, établissant des relations aussi bien verticales qu'horizontales, mais évoluant chacun dans des environnements concurrentiels qui se sont singularisés.

Deux facteurs explicatifs ont pu être mis en lumière par les études de cas. Le premier se rapporte à la tendance continue de chaque acteur à reporter sur ses fournisseurs une part des activités qu'il prenait en charge auparavant. Dans notre cas, des exemples ont surtout été fournis en ce qui concerne les efforts d'innovation, que l'on rappelle ici schématiquement :

- ❑ les industries pharmaceutiques tendent à se concentrer sur la production et surtout la distribution de médicaments, tandis que leur conception et la R&D que cela sous-tend offrent un espace d'intervention pour de nouveaux acteurs intermédiaires (*startups* ou *Contract Research Organisations*)
- ❑ les constructeurs automobile ont un recours croissant aux équipementiers, qui représentent aujourd'hui les trois quarts de la valeur ajoutée d'un véhicule et dont l'intensité en R&D est environ double de la leur
- ❑ dans le secteur de la chimie, près de 70 % des innovations technologiques des producteurs proviennent de *specialized engineering firms* (SEF), nouveaux acteurs spécialisés en transfert de technologies
- ❑ dans certains secteurs où la technicité est un paramètre primordial de la concurrence (logiciel et nanoélectronique dans notre cas), il appartient souvent à des startups de faire la preuve industrielle de certains projets innovants avant d'être rachetées par des acteurs bénéficiant d'un contact plus étendu et plus établi avec le marché
- ❑ ...

Le deuxième facteur explicatif tient à la globalisation des échanges, qui permet dans bien des cas à chaque entreprise d'aller puiser les ressources dont elle a besoin non plus au sein d'une branche nationale mais sur un marché mondial.

Ces deux facteurs, parmi d'autres, conduisent ce qui se présentait auparavant comme des chaînes de valeur intégrées à être aujourd'hui davantage morcelées, avec des maillons de plus en plus indépendants (ou, plus exactement, bénéficiant de la capacité stratégique de lier leur trajectoire à d'autres maillons que leurs partenaires co-territoriaux historiques). Ainsi les constructeurs automobile français font appel aux bureaux d'étude germaniques, les groupes pharmaceutiques européens se fournissent auprès de startups américaines, THALES ATM s'investit dans des pôles de compétitivité aussi bien en France qu'à Singapour...

Si l'on renverse la perspective et que l'on considère cette évolution du point de vue des décideurs publics, des questions importantes surgissent :

- ❑ Comment apprécier à sa juste mesure la valeur ajoutée générée par un groupe d'acteurs et ne pas confondre cette dernière avec celle de l'ensemble de la filière dans laquelle ils s'insèrent (glissement pouvant être entretenu par les acteurs eux-mêmes qui

surévaluent parfois leur poids économique lorsqu'ils s'adressent à leurs interlocuteurs publics) ?

- Inversement, quels liens entre de tels groupes d'acteurs dépendent encore de relations de proximité ?
- Enfin, selon quels critères orienter les choix de l'action publique ? En d'autres termes, un haut niveau de technicité et de qualification justifie-t-il qu'une activité soit élevée au rang de priorité si par ailleurs elle concerne des effectifs et volumes d'affaires limités ?

Les travaux dont ce rapport rend compte n'ont pas pour ambition d'apporter de réponses définitives à ces questions, qui requièrent de toute façon une approche au cas par cas et régulièrement actualisée. Ils cherchent cependant à les rendre explicites, de manière à ce qu'une instance politique chargée des arbitrages sectoriels puisse formuler des choix les plus éclairés possibles.

Quelques premières observations peuvent toutefois être livrées ici.

Premièrement, les choix de localisation des activités semblent suivre des règles peu ou prou génériques, indépendantes des filières. Schématiquement :

- les sites de production sont tendanciellement installés dans les pays à faibles coûts salariaux (surtout pour les filières intensives en main-d'œuvre) et aux environnements réglementaires peu contraignants ;
- les centres d'assemblage et les infrastructures de vente et de développement s'installent à proximité des marchés ;
- les fonctions de recherche amont se positionnent aux abords des centres mondiaux d'excellence.

Deuxièmement, même s'il existe des variations d'une filière à l'autre, on peut tirer de ce qui précède un autre fait stylisé : il est rare que l'absence éventuelle sur le territoire français d'acteurs innovants sur un domaine donné soit ressentie comme un handicap important par les grands industriels utilisateurs correspondants. Ces derniers bénéficient généralement de toute la latitude nécessaire pour se fournir à l'étranger. Ce n'est en revanche pas le cas, parmi les entreprises que nous avons rencontrées, pour les plus petites ou moins intensives en R&D (cf. le cas de l'agroalimentaire, où les centres techniques de proximité jouent un rôle clé) ni pour certaines activités tertiaires.

Troisièmement, il apparaît que le soutien public à l'émergence de nouvelles activités innovantes (notamment dans les domaines des TIC, des biotechnologies et des nanotechnologies), qui implique le plus souvent un essaimage de startups à partir de l'appareil public de recherche, ne trouve sa pleine justification que dans deux cas :

- d'une part lorsque l'environnement réglementaire et boursier permet à une part significative de ces startups de croître et de devenir des acteurs de référence sur leur marché,
- d'autre part lorsqu'elles peuvent s'agréger en clusters capables d'atteindre une masse critique sur le plan mondial.

A défaut de cela, la seule issue pour des startups performantes est d'être rachetées par de grands industriels capables de structurer l'activité. En l'absence de ces derniers sur le territoire considéré, le risque se profile que les premiers stades de valorisation de la recherche, notamment publique, soient franchis essentiellement au profit des groupes étrangers.

## **2. Les apports d'une approche duale branche / défi**

Comme indiqué plus haut dans ce rapport, ces travaux entendaient dès le début s'appuyer sur une double approche, les études de cas étant pour moitié constituées de branches industrielles, représentatives de larges groupes d'acteurs, et pour l'autre de défis, plus

focalisés et plus précis dans leur énoncé. Le projet initial était en outre que les unes et les autres puissent se correspondre, c'est-à-dire que les défis étudiés soient en premier lieu portés par les acteurs relevant des branches étudiées par ailleurs. Le Tableau 4 donne offre une présentation de toutes les études de cas initialement envisagées.

**Tableau 4 : présentation des études de cas envisagées au lancement des présents travaux**

Secteur économique	Défi technologique principalement porté par les acteurs du secteur ci-contre
Édition logicielle	Amélioration – voire automatisation – des logiciels d'Air Traffic Management
	Adoption des systèmes de gestion intégrée au sein des services
Pétrochimie	Développement des biocarburants
Chimie	Dessalement de l'eau de mer
Automobile	Développement d'un véhicule économe et propre
Distribution d'électricité	Gestion des réseaux de distribution d'électricité à alimentation aléatoire
Composants	Nanoélectronique
Médicament	Application des biotechnologies au secteur du médicament
Agroalimentaire	Préservation / amélioration de la qualité nutritionnelle des aliments
	Préservation / amélioration de la qualité sanitaire des aliments

Des études de terrain ont été lancées dans toutes ces directions ; le chapitre suivant ne présente cependant que huit synthèses, correspondant à celles des études de cas qui ont pu être totalement achevées fin novembre 2005. La seconde annexe en propose deux autres qui, quoique que non totalement achevées, méritaient selon nous d'être publiées.

Un écart demeure donc entre le projet initial comportant 18 items et le résultat final présenté ici, pour plusieurs raisons sur lequel il peut être intéressant de revenir. Ecartons d'emblée le caractère nécessairement limité des ressources mobilisables pour mener cette étude : cela est assez courant et n'apprend que peu de choses, au-delà du fait de souligner les besoins conséquents en ressources humaines pour toute instance qui serait chargée de conduire des investigations sur une base plus exhaustive.

En outre, un certain nombre d'études de cas n'ont pas été poursuivies quand il se confirmait que le rapprochement établi *a priori* entre un défi et une branche était erroné. Un bon exemple serait celui de la pétrochimie, dont les entretiens ont rapidement montré qu'elle ne serait pas la principale branche en charge du développement des biocarburants, incombant davantage aux agriculteurs et à leurs représentants.

Dans d'autres cas, ce n'est pas qu'une branche concernée avait malencontreusement remplacé une autre mais plutôt que la nature fondamentalement plurisectorielle du défi nous avait échappé, en sorte qu'essayer d'établir un rapprochement branche – défi n'avait pratiquement pas de sens. Le défi de la diffusion des ERP dans les entreprises du secteur tertiaire serait plutôt représentatif de cette situation.

Ceci constitue d'ailleurs une sorte d'apprentissage. Les défis se présentent comme les objectifs possibles, avec souvent une certaine ambition, d'une action collective dont la collectivité pourrait attendre des retombées positives. Or, nos études de cas illustrent de manière assez opérationnelle le fait que leur résolution fait souvent appel à une diversité d'acteurs – et en particulier une diversité de branches industrielles – qui n'ont pas toujours l'occasion de collaborer. Cela pourrait passer pour une banalité, mais il n'en est rien : l'observation du terrain fait encore et toujours ressortir, en matière d'innovation, le besoin pour l'action publique de savoir inciter les acteurs spontanément éparpillés à coopérer.

Pour autant, ceci ne signifie pas que toute approche par branche industrielle soit obsolète et inutile. Les études de cas sont là pour le montrer : un certain nombre de questions, et notamment d'obstacles aux stratégies individuelles d'innovation, peuvent appeler une réponse d'ordre sectoriel. L'ensemble des industries agroalimentaires, par exemple, bénéficierait à coup sûr d'une revitalisation des centres techniques de la branche, indépendamment des choix et métiers propres à chaque entreprise concernée.

### 3. Réflexions autour des technologies diffusantes et des branches utilisatrices

Les études sectorielles menées en 2004 avaient déjà montré les limites d'une approche trop strictement matricielle : considérer des branches industrielles comme autant d'utilisatrices bénéficiaires de technologies diffusantes – à un niveau variable qui serait à documenter – ne suffit pas. Non qu'on ne puisse documenter de telles interactions : une étude antérieure de FutuRIS, qui se focalisait sur une nomenclature sectorielle différente, en avait même proposé une première lecture comparative (Tableau 5).

**Tableau 5 : première analyse qualitative de l'importance potentielle\* des technologies « capacitanes » et de l'innovation non technologique dans les branches**

Branches	Biotechnologies	Nanotechnologies	Technologies de l'information	Innovations non technologiques**
Transports terrestres, urbanisme, dont BTP	-	++	++	++
Espace, défense, sécurité	+	++	++	+
Aéronautique	-	+	++	+
Energies	+	+	+	+
TIC (réseaux, composants, logiciel, multimédia et contenus éducatifs)	+	+++	+++	+++
Services à l'environnement, développement durable	+++	++	+	++
Matériaux, métallurgie, chimie...	+	++	++	+
Industries agroalimentaires	+++***	+	++	+
Santé, infrastructures médicales	++	++	+++	++
Produits pharmaceutiques	+++	+	++	+
Tourisme, loisirs	-	-	+++	+++
Banque, assurance	-	-	+++	++
Commerce, distribution (hors hôtels et restaurants)	-	-	++	+++
Luxe	-	++	+	+++

Source : Bravo, Mabile, Postel-Vinay et Chapuy. Politiques publiques et aspects intersectoriels. FutuRIS, avril 2004. A noter que ce document utilisait le terme de « secteurs » auquel nous avons substitué celui de « branches ».

Notes :

\*Potentiel lié à l'utilisation ou à la généralisation des technologies concernées : « +++ » = rôle essentiel, « ++ » = rôle important, « + » = rôle limité.

\*\*Innovations de processus, innovations managériales, ainsi qu'innovations produits ou marketing.

\*\*\* Y compris production agricole.

Plusieurs constats empiriques montrent cependant que cette question doit être creusée. Premièrement, en reprenant les développements ci-dessus, on a vu combien une approche par branches industrielles, qui gommerait les hétérogénéités au sein de ces dernières, pouvait être fragile, y compris en ce qui concerne la seule question des bénéfices potentiels espérés d'une famille de technologies. Par exemple, tous les acteurs intervenant dans le processus de fabrication des aliments ou dans celui des médicaments ne tireront pas un bénéfice uniforme des biotechnologies.

Deuxièmement, le fait même que les technologies s'incarnent dans les activités des entreprises conduit à estomper l'idée d'une différence de nature entre des branches et des technologies. Pour le dire autrement, les technologies, même diffusantes, ne sont pas autre chose que ce que les entreprises (aux côtés d'autres acteurs) en font. Cette remarque amène à comprendre que, complétant les trois familles technologiques dont il est souvent question aujourd'hui (TIC, bio- et nano-technologies), d'autres acteurs industriels revendiquent un caractère partiellement générique et diffusant de leur activité. Telle ou telle percée technologique de leur fait, disent-ils en substance, rendrait possibles des gains de productivité ou des externalités positives de la part de nombreux groupes d'acteurs. Ainsi les interlocuteurs rencontrés pour le cas du secteur de la chimie ont-ils souligné qu'un grand nombre de branches industrielles bénéficieraient directement d'une « chimie renouvelée ».

Enfin, nos études de cas nous ont amené à constater à plusieurs reprises un certain décalage entre les vertus potentielles des technologies vantées par ceux qui en sont les plus familiers et

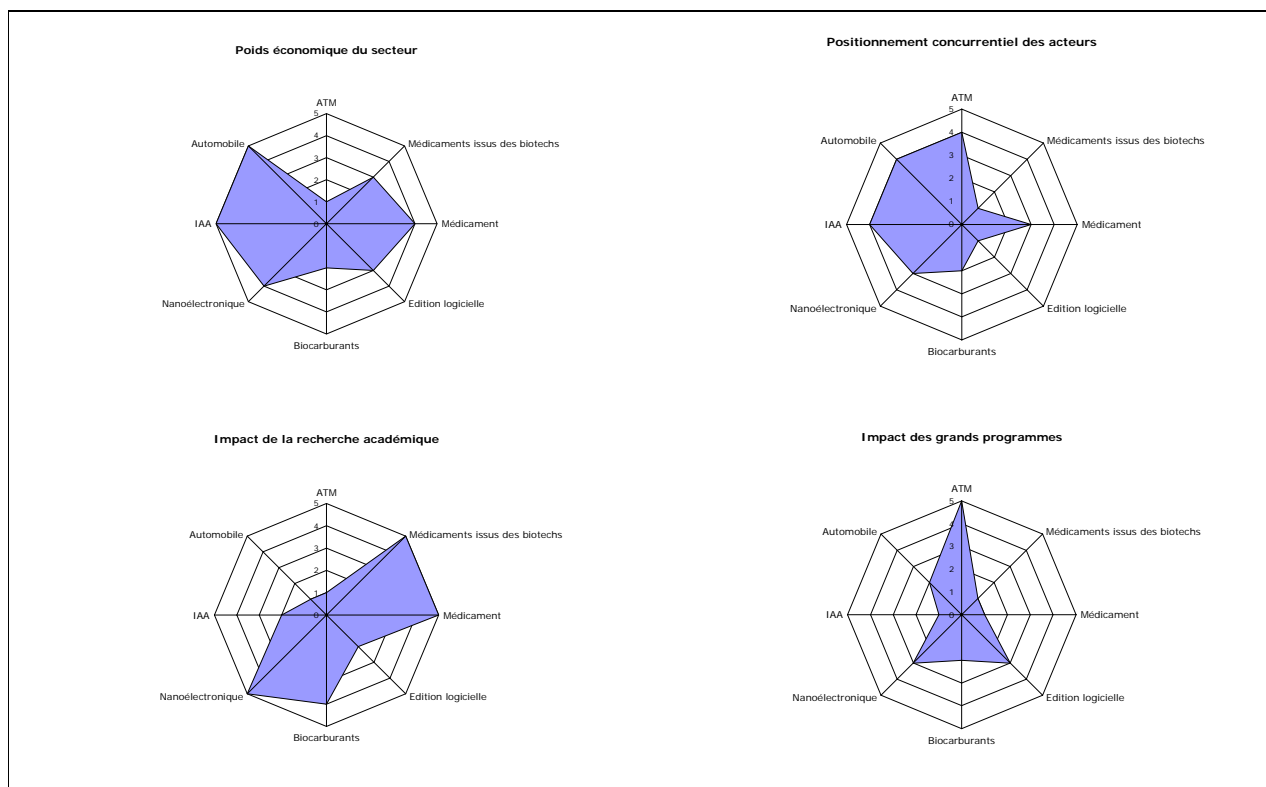
l'accueil qui leur est concrètement réservé par leurs utilisateurs de terrain. Aller jusqu'à nier leurs potentialités serait absurde : il est évident que les technologies de l'information permettent à toutes les entreprises de réaliser des gains de compétitivité importants ou que les biotechnologies renouvellent en profondeur les modes de conception ou de production de très nombreux produits. Mais, ne serait-ce qu'en raison du double décalage, en termes temporels et d'apprentissage, qui caractérise le processus de diffusion, force est de constater qu'une technologie donnée n'est absolument pas appréhendée dans les mêmes termes par ceux qui la maîtrisent (et cherchent à la promouvoir) et ceux qui la découvrent (et sont appelés à l'adopter).

Les auteurs de cette étude concluent donc à la nécessité de développer un modèle plus complet, axé sur des réseaux d'acteurs en interaction et dont les activités propres peuvent avoir des effets d'entraînements plus ou moins importants sur tout ou partie de leurs « voisins ». La portée de ces effets d'entraînements devrait en outre être appréciée : on sait déjà par exemple que certains d'entre eux n'ont qu'un très faible rayon d'action (ce qui justifie d'encourager les acteurs à s'agréger en clusters) tandis que d'autres portent quasiment en tous points du globe.

#### **4. Résultats d'ordre méthodologique**

Les entretiens confirment premièrement que la grille de questions mise au point est, dans son ensemble, pertinente. Elle permet d'obtenir des analyses à la fois synthétiques et assez précises sur les dynamiques sectorielles d'innovation. Ce retour positif concerne notamment la problématique du positionnement concurrentiel des acteurs, celle des défis (technologiques ou non) auxquels ils font face, celle de leurs motivations pour mettre en œuvre des efforts de R&D, celle du niveau d'adaptation des différents instruments publics existants ou à inventer, celle de l'opportunité de placer la réflexion dans un cadre européen et enfin celle des retombées ou effets d'entraînement sur d'autres secteurs. Comme les quatre diagrammes ci-dessous le montrent clairement, à titre d'exemple, cette grille parvient à illustrer la diversité des cas étudiés au regard des grands critères pouvant présider à une politique sectorielle de soutien à l'innovation (Encadré 1).

**Encadré 1 : variations de quatre critères d'analyse en fonction des cas étudiés**



Note : ces diagrammes sont les « duaux » de ceux présentés dans les notes de synthèse : les variables (titres des axes) et les grandeurs (critères observés) sont interverties.

Il est également confirmé que la modalité d'investigation choisie, c'est-à-dire la conduite d'un petit nombre d'entretiens pour chaque étude de cas, permet de converger assez vite vers la mise en évidence des principaux consensus et controverses.

Enfin, il est important de noter que les personnes rencontrées réagissent très favorablement à l'initiative, ce qui augure positivement d'une éventuelle continuation de ces études.

En revanche, il apparaît que l'on ne retire pas exactement le même type de réponse à une question donnée selon qu'on la pose à un industriel ou à un acteur public (chercheur ou administratif). De manière assez compréhensible, les défis retenus par les seconds sont souvent à plus long terme que ceux identifiés par les premiers. Cela vient d'une part confirmer l'existence d'un besoin d'instances et d'outils de dialogue entre ces différents acteurs impliqués par un même défi technologique. Cela plaide d'autre part pour que, si elles sont généralisées, ces études veillent à équilibrer les profils des experts interrogés.

En outre, un des objectifs initiaux de ces études consistait à classifier les défis rencontrés par les entreprises selon une nomenclature par grands domaines technologiques, notamment pour permettre moyennant une lecture transversale de formuler des recommandations sectorielles. Il semble, à ce stade, que la granularité retenue ne soit pas totalement satisfaisante : les catégories sont trop vastes pour que, d'une part, chaque étude de cas apporte des éléments nouveaux (le fait que les acteurs du domaine X aient placé leurs défis dans la colonne Y ne surprend pas) et que, d'autre part, la lecture transversale soit riche d'enseignements (les acteurs des secteurs W et X peuvent avoir placé leurs défis dans la colonne Y sans que cela prouve que des synergies sont possibles). Plusieurs pistes peuvent

être discutées sur la base de ce constat : privilégier des interrogations libres sans chercher à normaliser les réponses obtenues, affiner la nomenclature (par exemple faire réagir les experts sur la liste de technologies clés publiée par le MINEFI)...

## **B. Présentation des synthèses pour chaque étude de cas**

Nous présentons ci-après les différentes synthèses réalisées.

## 1. La construction automobile

### a) Points clés

- ❑ Le secteur automobile représente environ 10 % du PIB industriel national. Les deux constructeurs, bien implantés sur les marchés domestique et européen d'une part, et en passe de combler leur déficit de présence sur les marchés extra-européens d'autre part, bénéficient d'un positionnement concurrentiel plutôt favorable.
- ❑ Les équipementiers, pour leur part, représentent aujourd'hui 75 % du coût de production d'un véhicule. Ils assument une part significative de la pression à la baisse des coûts de production, à laquelle l'installation de centres de production dans des pays à coûts salariaux inférieurs n'est sans doute pas étrangère.
- ❑ Le tissu industriel français est enfin caractérisé par la quasi-absence de sociétés de prestation d'ingénierie, très actives par exemple en Allemagne et en Autriche. Il semble pourtant à la fois possible et souhaitable de voir de tels prestataires se développer, qu'ils soient privés ou semi-publics, d'autant plus que les principaux défis technologiques des constructeurs (fiabilité d'un système électronique complexe) ne sont encore confiés à aucun prestataire extérieur.
- ❑ La R&D, qui représente près de 4 % du CA des constructeurs et près du double pour les équipementiers, est essentiellement incrémentale. Orientée vers la maîtrise des coûts de production d'une part et l'amélioration du produit d'autre part, elle n'a qu'une influence partielle sur deux défis majeurs des constructeurs que sont leur positionnement concurrentiel et leur capacité à répondre à la réglementation.
- ❑ Une exception importante au constat précédent tient à la maîtrise de la consommation énergétique et des émissions en CO<sub>2</sub>, pour laquelle des ruptures technologiques radicales sont encore nécessaires, dépassant sans nul doute les efforts que les constructeurs sont capables de réaliser par eux-mêmes.
- ❑ Les entretiens menés dans le cadre de cette étude laissent entendre que l'affirmation du rôle des équipementiers, y compris en matière d'innovation, occasionne des remises en question de l'organisation « hiérarchique » de la branche et que certains autres pays comme les Etats-Unis bénéficient sans doute d'une certaine avance sur ce point.

## b) Diagrammes synthétiques

Figure 6 : bilan d'ensemble

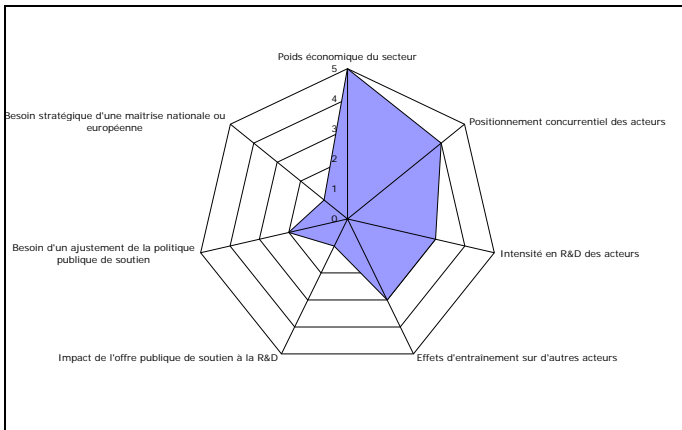


Figure 7 : les défis rencontrés

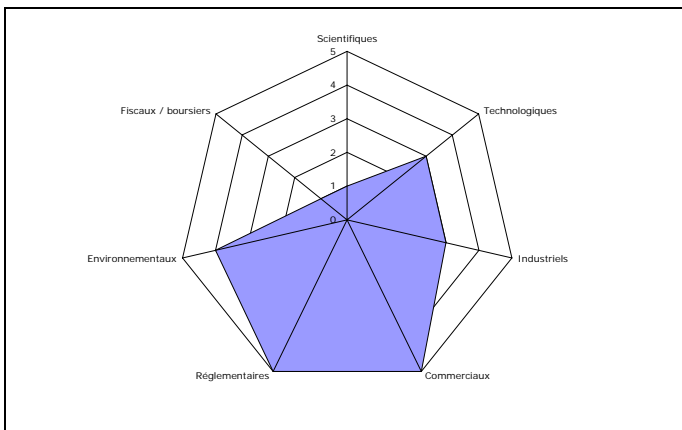
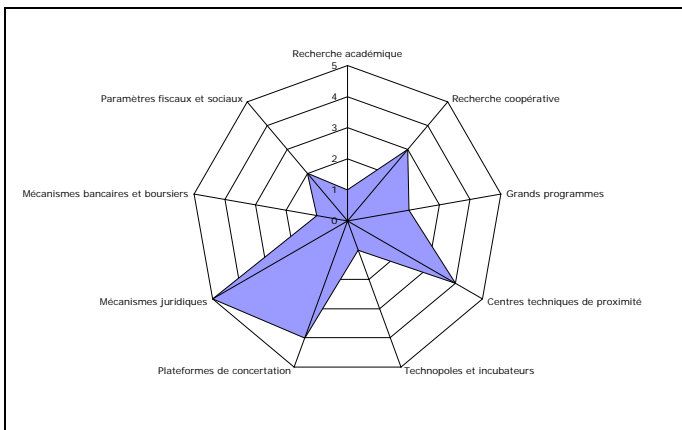


Figure 8 : les effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## 2. Les systèmes logiciels de gestion du trafic aérien

### a) Points clés :

- ❑ Le marché mondial des équipements au sol de gestion du trafic aérien civil (appelée ATM, pour *Air Traffic Management*), estimé à 2 G€ annuels, est pour l'essentiel réparti entre cinq acteurs : trois européens et deux américains. Avec un CA de 400 M€, le Français THALES ATM est leader mondial à l'export (hors marché nord-américain).
- ❑ Le scénario d'un rapprochement (type « Airbus ») entre acteurs européens semble incontournable à terme, mais aucune avancée concrète n'est encore observable sur ce point. Un tel rapprochement serait sans doute de nature à renforcer le potentiel des acteurs français.
- ❑ L'amélioration des performances des systèmes ATM est essentiellement rendue nécessaire par des enjeux de sécurité civile, la fréquence d'accidents graves risquant d'augmenter significativement dans les vingt prochaines années, à performances inchangées, si le trafic est comme prévu multiplié par 3 sur cette période.
- ❑ Une telle amélioration pourrait avoir des effets indirects significatifs, tels qu'une amélioration des systèmes de surveillance aérienne de défense (marché trois fois plus important pour THALES que sa contrepartie civile) et, de manière plus lointaine, la gestion de systèmes complexes de surveillance.
- ❑ Les principaux obstacles identifiés à cette amélioration tiennent à des facteurs non technologiques : harmonisation réglementaire, convergence des procédures opérationnelles... L'innovation technologique requise a quant à elle été jusqu'à aujourd'hui principalement – mais non totalement – de nature incrémentale : ergonomie des postes de travail des contrôleurs, algorithmie d'aide à la décision...
- ❑ L'ATM est une des applications les plus exigeantes des techniques d'interfaces homme-machine (visualisation expressive d'un environnement complexe), de fusion de données hétérogènes et d'interopérabilité entre logiciels répartis. La maîtrise de ce domaine permet donc d'entretenir des compétences de haut niveau dans ces techniques et de faire bénéficier, dans une mesure qui resterait à préciser, d'autres domaines d'application sophistiqués d'une main d'œuvre qualifiée.
- ❑ Cela étant, l'extension rendue nécessaire de la coopération sol/bord impose aujourd'hui de nouveaux développements techniques, plus ambitieux, en matière de moyens de communication, d'interopérabilité des logiciels, de sûreté de fonctionnement... Dans la mesure où une action publique serait jugée prioritaire pour soutenir la résolution de ces défis, celle-ci aurait tout intérêt à prendre la forme d'un grand programme, au dimensionnement justement proportionné, pour fédérer les industriels, les centres de recherche et les utilisateurs finaux. On note toutefois que cette priorité a souffert d'un certain manque d'argumentation jusqu'à aujourd'hui, au regard de la taille réduite du marché concerné, si ce n'est que tous les concurrents mondiaux bénéficient de soutiens publics qui biaisent leur compétitivité prix.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 9 : bilan d'ensemble

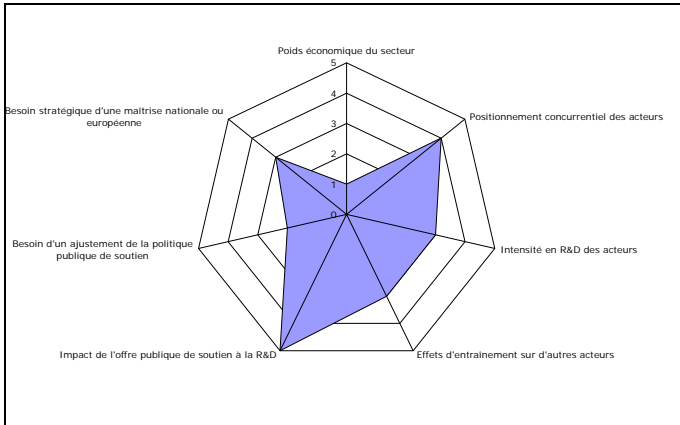


Figure 10 : les défis rencontrés

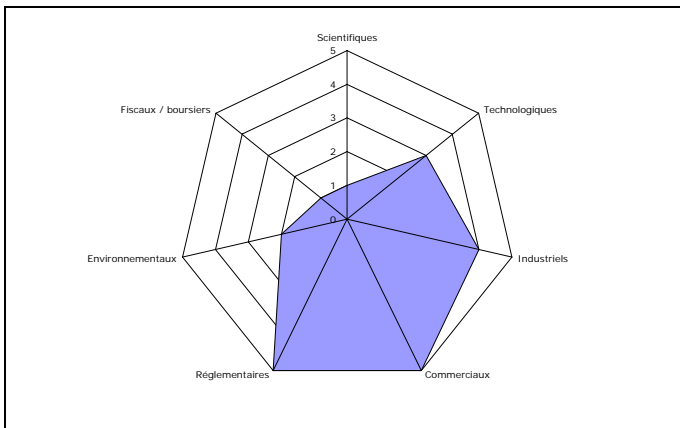
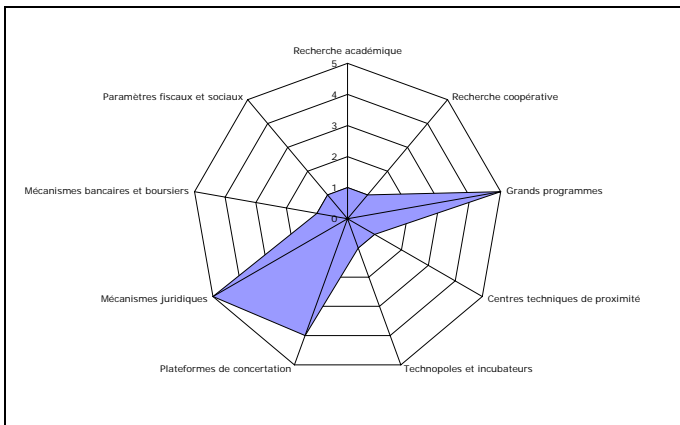


Figure 11 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



### 3. L'industrie agroalimentaire

#### a) Points clés

- ❑ Regroupant près de 600 000 emplois et contribuant au PIB industriel à hauteur de 15 % environ, le secteur agroalimentaire est, en France, l'un des plus importants en volume aujourd'hui. Il est également exportateur net, même si le solde diminue depuis 1997 ; il a atteint 8 G€ en 2003.
- ❑ Les acteurs français occupent historiquement un rang de leader européen sur cette activité, bénéficiant d'une panoplie précieuse de savoir-faire et de technologies. Cela étant, les signes de faiblesse sont assez nombreux pour craindre un décrochage prochain de ces acteurs face à la concurrence extra-européenne. Très peu intégrés verticalement, cloisonnés, d'envergure modeste sur la scène internationale, très faiblement intensifs en recherche et innovation... ils ne semblent que rarement en mesure d'affronter de grands groupes intégrés, par exemple américains. Or, leur stratégie défensive la plus fréquente, celle d'un ancrage profond dans l'identité des territoires, ne peut être une protection totale contre les risques de délocalisation.
- ❑ Au quotidien, deux défis préoccupent particulièrement les industriels : d'une part, leur dépendance à l'égard de leurs clients, constitués pour l'essentiel par trois ou quatre centrales d'achat des grands distributeurs avec lesquelles le rapport de force est largement déséquilibré et, d'autre part, le risque de perdre leur marché du jour au lendemain à la suite d'une défaillance sanitaire, soupçonnée ou avérée. En termes de santé publique, ce secteur est concerné par un troisième enjeu au moins aussi complexe mais à plus long terme : la préservation de la qualité nutritionnelle des aliments ou, pour le dire autrement, la nécessité de retrouver une convergence entre les habitudes de consommation du grand public (que les entreprises doivent suivre si elles veulent rester compétitives) et les règles de bon équilibre nutritionnel. Trop lointain aux yeux des entreprises elles-mêmes, cet enjeu est actuellement surtout repris par les pouvoirs publics.
- ❑ Les experts s'accordent quant au fait que l'offre publique de soutien à la recherche et à l'innovation dans ce secteur est inégale. Reconnue de bon voire très bon niveau pour ce qui concerne la recherche publique, elle est plutôt défaillante et sous-dimensionnée en ce qui concerne le transfert technologique et le soutien à l'innovation industrielle proprement dite.
- ❑ Plusieurs constats plaident pour un rééquilibrage de cette offre publique, c'est-à-dire pour un renforcement et peut-être également une restructuration du dispositif de transfert technologique. Premièrement, la capacité d'innovation des acteurs sera vraisemblablement un paramètre clé de leur capacité à affronter la concurrence mondiale ainsi qu'à atteindre leur objectif d'amélioration de la qualité sanitaire des aliments. Deuxièmement, dans leur large majorité, ces entreprises ne sont pas encore en mesure d'organiser et de financer cet effort d'innovation de manière autonome. Troisièmement, les principaux opérateurs publics de recherche vont de plus en plus être appelés à repositionner leurs axes de recherche, notamment en direction des problématiques nutritionnelles évoquées ci-dessus, encore largement inexplorées : non seulement elles répondent à des enjeux sociétaux importants mais il se trouve en plus que les fondements scientifiques des problématiques sanitaires sont en passe d'être globalement maîtrisés.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 12 : bilan d'ensemble

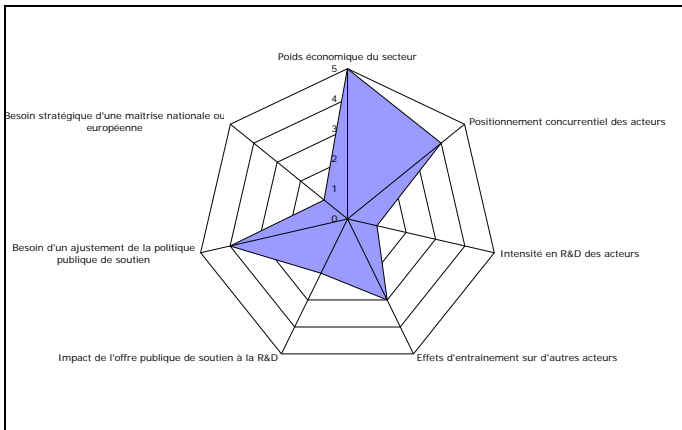


Figure 13 : les défis rencontrés

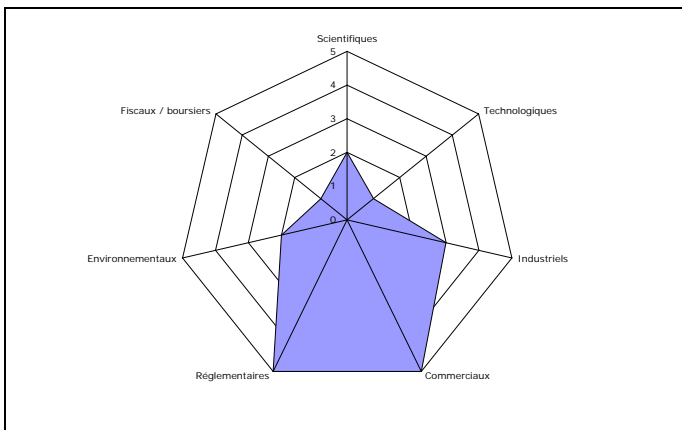
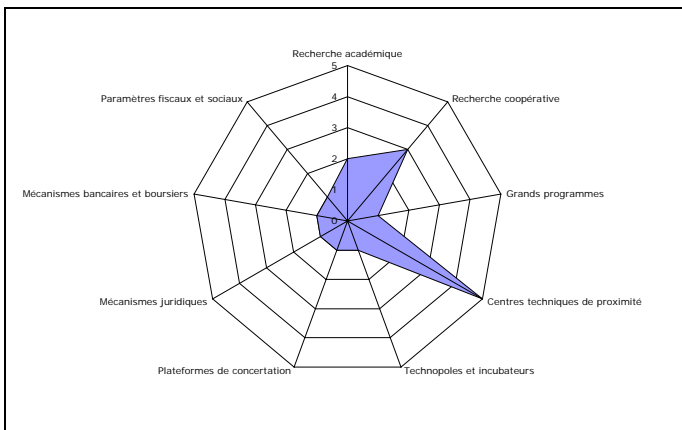


Figure 14 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## 4. L'industrie du médicament

### a) Points clés

Mise en forme : Puces et numéros

- Le marché du médicament est à la fois vaste (550 G€ au plan mondial, 150 en UE et 33 en France) et en croissance (+5 à 7 % par an, quel que soit le périmètre géographique considéré). En France, il a créé ces derniers temps 1 000 emplois par an, malgré un mouvement de fusions-acquisitions.
- La France et l'Europe bénéficient historiquement d'une position relativement favorable sur ce marché mondial. Mais les bouleversements en cours (développement des biotechnologies, irruption des génériques, pressions sur les équilibres des comptes sociaux...) sont tels que la menace concurrentielle reste très élevée.
- Ces dernières années, la filière de l'innovation dans le domaine du médicament s'est progressivement morcelée. Le lien entre la recherche publique et les entreprises pharmaceutiques s'est distendu, suite à une distance accrue entre l'offre de la première et les besoins des secondes, créant un espace d'intervention pour de nouveaux acteurs intermédiaires que sont les startups, les *Contract Research Organisations* et les *Contract Manufacturing Organisations* (CRO et CMO). Ce qui pouvait auparavant être décrit comme une filière est maintenant plus proche d'un réseau de « fournisseurs » et de « clients » de R&D, dont la proximité géographique n'est pas nécessairement une caractéristique très structurante.
- Les deux défis principaux des industriels du médicament consistent à proposer des médicaments sûrs (i.e. dépourvus d'effets secondaires) et innovants. Les stratégies possibles des acteurs pour répondre à ces défis sont actuellement bouleversées par l'irruption des biotechnologies, sur fond de pression à la baisse du prix des médicaments.
- Le décideur public se trouve ainsi confronté à un jeu d'acteur complexe, face auquel il peut souhaiter poursuivre plusieurs stratégies : promouvoir l'ancrage territorial de tel ou tel groupe d'acteurs, équilibrer les comptes sociaux... Il dispose pour cela de plusieurs leviers d'action, dont le plus fréquemment cité est sans doute le maintien d'une capacité publique de recherche de haut niveau complété par l'approfondissement du transfert des technologies.
- Enfin, dans la mesure où la poursuite des fusions-acquisitions d'une part et l'éclatement des différentes fonctions actuellement assumées par les groupes pharmaceutiques d'autre part sont deux tendances plausibles aux yeux des experts, les mutations de l'organisation industrielle du secteur demeurent en partie imprévisibles.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 15 : bilan d'ensemble

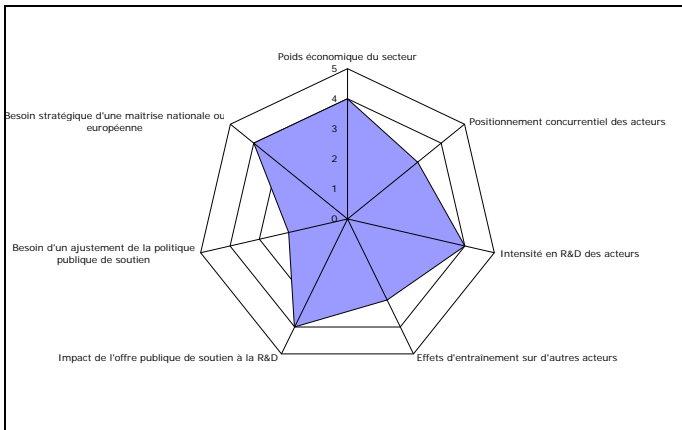


Figure 16 : les défis rencontrés

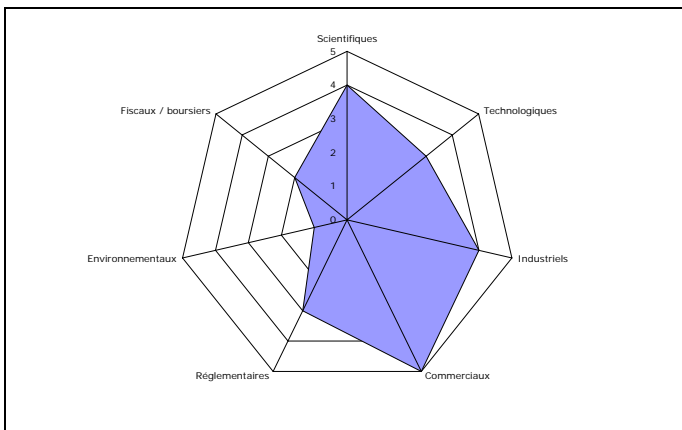
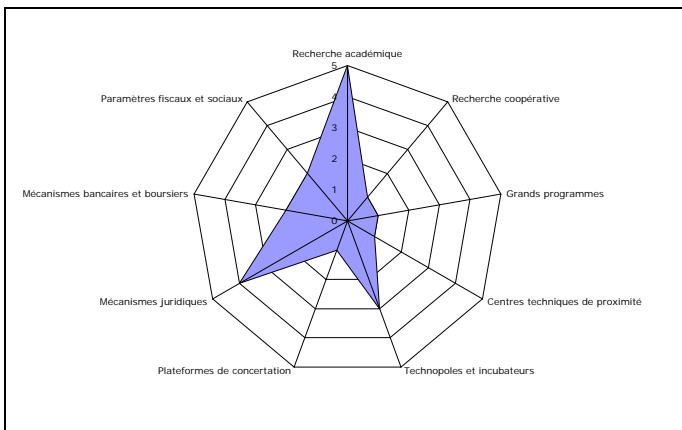


Figure 17 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## 5. Le cas des médicaments issus des biotechnologies

### a) Points clés

- ❑ Les médicaments mis au point ou produits grâce aux biotechnologies représentent un très vaste marché : 15 % du marché mondial du médicament aujourd'hui et sans doute 25 % en 2010, en termes de chiffre d'affaires. Ils représentent par ailleurs la moitié des médicaments actuellement en développement et 11 % de ceux qui sont déjà en circulation.
- ❑ Les acteurs français, et plus largement européens, sont en situation concurrentielle défavorable sur ce secteur, essentiellement face aux Etats-Unis mais aussi à des petits pays dynamiques tels qu'Israël.
- ❑ La mise au point de ces médicaments suit un processus assez linéaire, qui est en outre globalement intensif en R&D, coûteux et risqué. Les rôles des différents acteurs sont en train de se spécifier le long de cette « chaîne » : la recherche publique s'est déplacée vers l'amont et les groupes pharmaceutiques vers l'aval, dessinant un espace d'intervention pour de nouveaux acteurs intermédiaires (startups, CRO, CMO). Ce relatif éclatement suggère que les dynamiques industrielles des acteurs correspondants sont de plus en plus décorréelées, pour ce qui concerne le seul territoire national.
- ❑ Les deux grands défis observés pour le dynamisme de ce secteur économique ont précisément trait aux interfaces amont et aval, c'est-à-dire respectivement à l'accès à des molécules innovantes et prometteuses auprès de la recherche publique et au financement de l'innovation par le marché.
- ❑ Autant les CRO-CMO construisent leur essor sur une prestation de service auprès des groupes pharmaceutiques, autant les startups s'appuient sur une stratégie spéculative qui nécessite un investissement important. Or, tous les experts interrogés s'accordent à dire que les marchés boursiers n'ont pas atteint, en France ni en Europe, une masse critique pouvant créer un appel d'air suffisant au bénéfice du segment des biothérapies.
- ❑ Par ailleurs, certains observateurs doublent ce constat défavorable d'un jugement également critique, du moins pour le cas français, sur le positionnement de la recherche publique intervenant en amont des industriels. Selon eux, ses ressources ainsi que la sélectivité dans l'attribution des crédits doivent être accrues pour qu'elle soit de nouveau en mesure de nourrir une industrie des biotechnologies sur le sol national.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 18 : bilan d'ensemble

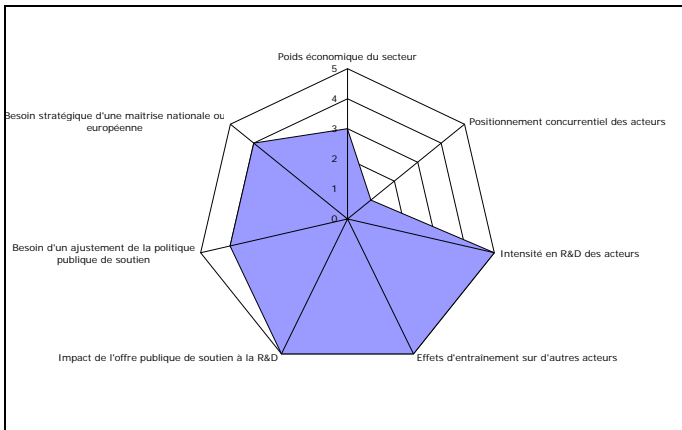


Figure 19 : les défis rencontrés

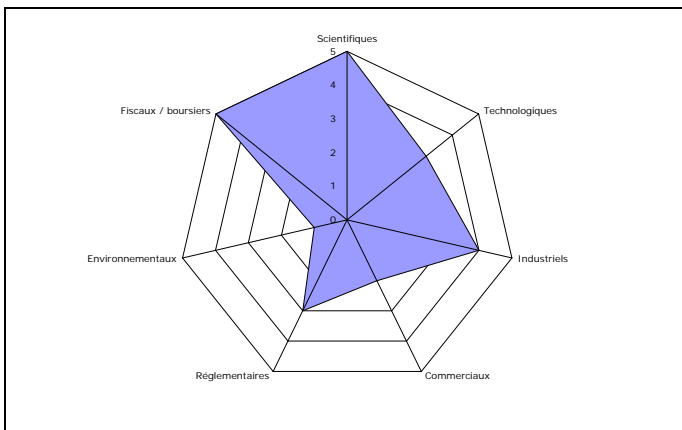
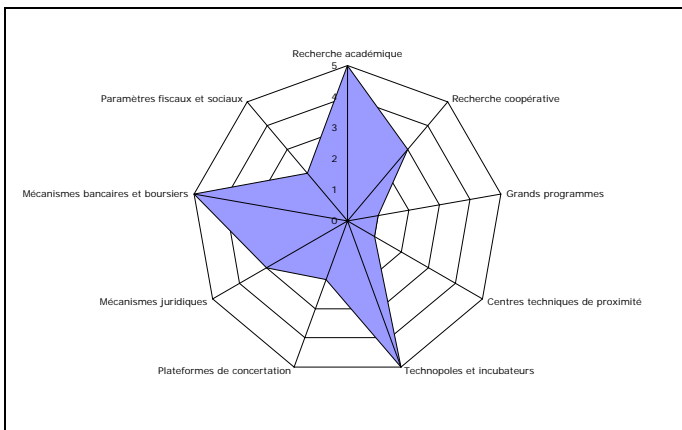


Figure 20 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## 6. L'édition logicielle

### a) Points clés

- ❑ Représentant près de 11 G€ de chiffre d'affaires en France et 160 G€ dans le monde, le secteur de l'édition logicielle est à la fois intensif en innovation (la R&D représente près de 30 % de son activité) et fortement porteur de gains de productivité auprès d'une large palette de secteurs. Mais il connaît, en France, plusieurs facteurs de fragilité.
- ❑ Premièrement, à l'image d'ailleurs de la quasi-totalité des acteurs européens, les acteurs français occupent un positionnement concurrentiel durablement défavorable face à leurs compétiteurs américains, y compris sur leur marché domestique.
- ❑ Deuxièmement, le poids historiquement important en France des intégrateurs (SSI) offrant des prestations de développement à façon) et des industriels utilisateurs, développant progressivement leurs propres outils logiciels, a sans doute obéré la compétitivité des éditeurs et, plus largement, l'offre nationale de produits logiciels tout à la fois innovants et de haute qualité technique.
- ❑ Les éditeurs français font face à deux défis principaux : d'une part, la prudence récemment accrue avec laquelle leurs clients industriels qui composent le marché domestique consentent à s'équiper en logiciels issus de startups et, d'autre part, le caractère à la fois incontournable et périlleux de leur entrée sur le marché nord-américain.
- ❑ Le niveau de formation des diplômés issus du système français d'enseignement supérieur est reconnu comme bon voire très bon en matière de logiciel. Cependant, compte tenu du niveau de couplage assez faible identifié entre la recherche publique française en génie logiciel et l'innovation des entreprises, ce n'est pas via les dotations des opérateurs publics de R&D que le décideur peut espérer avoir une action déterminante de soutien à ce secteur.
- ❑ La possibilité qu'il aura d'accroître la demande en produits logiciels sera bien plus déterminante. Plusieurs pistes, existantes ou à concevoir, ont été suggérées par les experts : les réseaux de recherche partenariale (RRIT) sous réserve d'une concentration suffisante des crédits, des grands programmes qui sauront mieux que les politiques d'essai convaincre les grands industriels de consommer des logiciels, des actions incitatives spécifiques en direction des services ou encore une approche structurée de promotion des logiciels libres sur certains segments.
- ❑ Enfin, les programmes de coopération communautaires ou européens ont, sur ce secteur, davantage prouvé leur pertinence pour la recherche publique que pour l'innovation industrielle : premièrement parce que l'industrie est encore très peu concentrée, deuxièmement parce que le marché américain reste le point focal de toutes les éditeurs en développement et troisièmement parce que l'accès aux compétences scientifiques ou technologiques, très libre dans le monde entier, ne s'inscrit pas prioritairement dans un cadre continental.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 21 : bilan d'ensemble

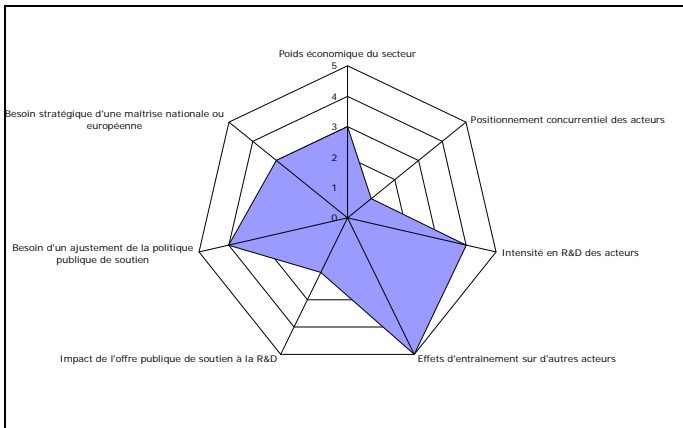


Figure 22 : les défis rencontrés

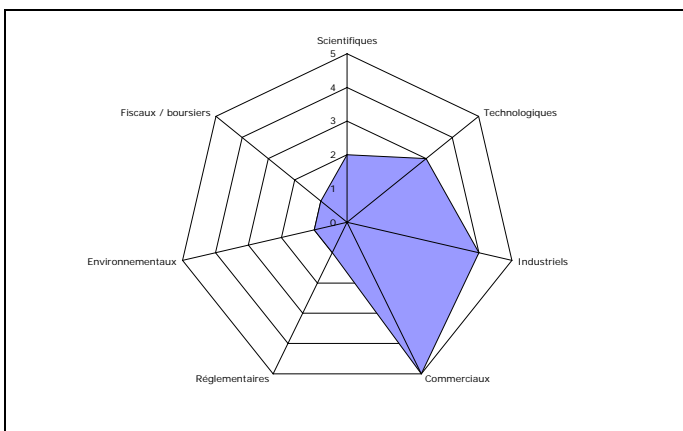
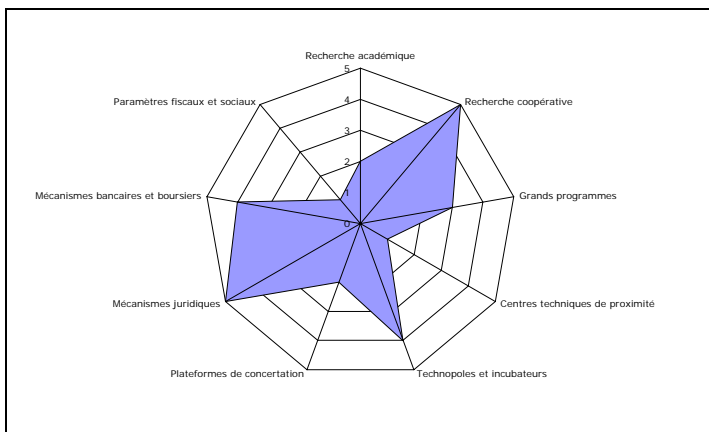


Figure 23 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## 7. La nanoélectronique

### a) Points clés

- ❑ La nanoélectronique est aujourd'hui un domaine technologique où se rencontrent deux filières assez distinctes : la filière descendante, d'une part, héritière de la microélectronique et qui vise à produire des composants de plus en plus denses et petits et, d'autre part, la filière ascendante qui, tirant parti des nouvelles possibilités de manipulation de nano-objets, vise à la matérialisation de concepts radicalement innovants (électronique moléculaire, ordinateur quantique...). Toutefois, la plupart des concepts issus de cette filière ascendante doivent encore faire la preuve de leur faisabilité.
- ❑ Pour le moment sous la barre des 10 milliards de dollars, le marché de la nanoélectronique est appelé à connaître une croissance très rapide dans la prochaine décennie ; il pourrait atteindre 80 milliards de dollars en 2011. Ses applications multiples dans de nombreux domaines lui confèrent des effets d'entraînement potentiellement très importants.
- ❑ En dehors de l'activité silicium, ce marché n'est pas encore mûr, au sens où de très nombreuses options technologiques sont encore en concurrence voire en cours d'exploration sans que les grands acteurs n'aient encore commencé à structurer le marché. En termes industriels, cela signifie notamment que les technologies sont développées par de nombreuses startups qui survivent sur des marchés de niche ou qui meurent, mais qui ne sont pas rachetées.
- ❑ Le diagnostic porté par les experts sur le positionnement des acteurs français tout comme sur la pertinence du dispositif public de soutien à l'innovation est assez contrasté selon que l'on parle de la nanoélectronique silicium ou des autres volets du secteur. La première est en effet une activité structurée, dont l'épicentre industriel est formé par l'Alliance installée à Crolles. En termes de dispositif public, l'organisation correspondante est elle aussi fortement concentrée autour de MINATEC et d'un réseau de quatre autres grandes centrales technologiques. De l'avis de tous les experts rencontrés, cette organisation connaît un succès avéré.
- ❑ En revanche, les autres volets de la nanoélectronique sont encore l'objet d'une activité exploratoire. A l'opposé d'une concentration de moyens sur un petit nombre d'options technologiques, c'est au contraire un « écosystème » favorable à l'innovation et au foisonnement qu'il conviendrait de soutenir. En termes industriels, cela signifie notamment un soutien à l'essaimage et au développement de startups compétitives. En termes d'outils publics, cela implique la mise à disposition aussi ouverte que possible d'un réseau dispersé d'infrastructures de proximité, qui n'ont pas besoin d'être aussi lourdes et complètes que les quelques grandes centrales précitées. Plusieurs avis d'experts convergent sur le fait que cette partie du dispositif n'est pas assez développée en France.

b) Diagrammes synthétiques

Figure 24 : bilan d'ensemble

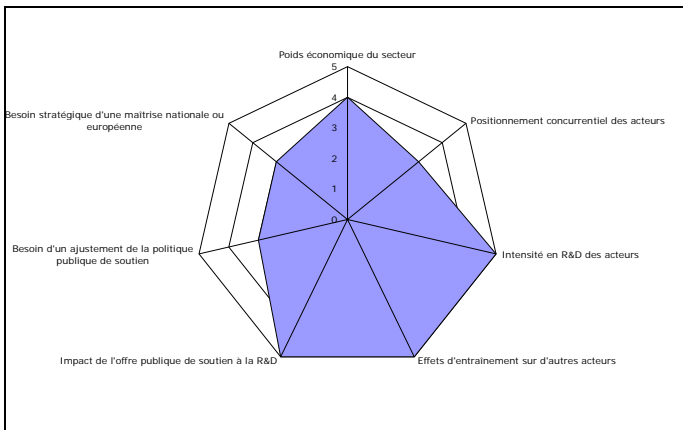


Figure 25 : les défis rencontrés

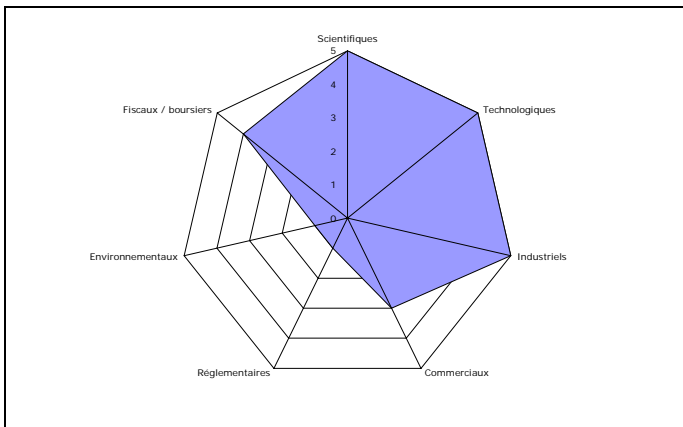
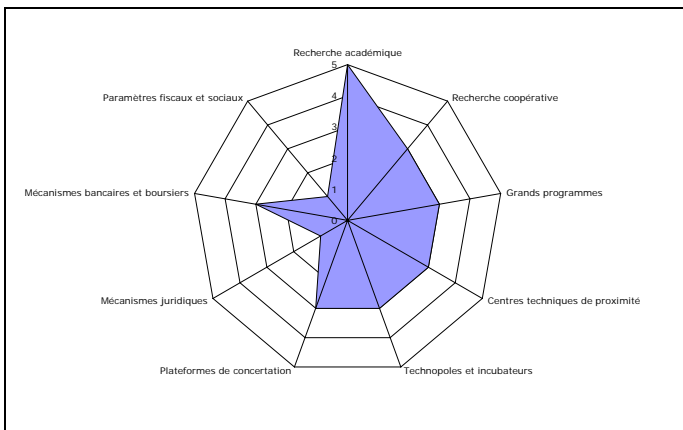


Figure 26 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



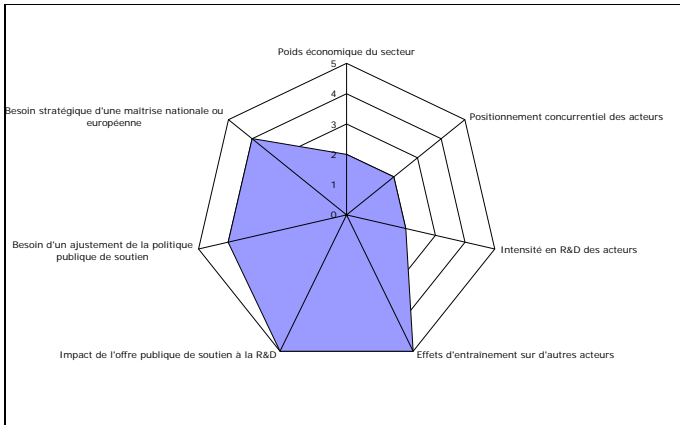
## 8. Les biocarburants

### a) Points clés

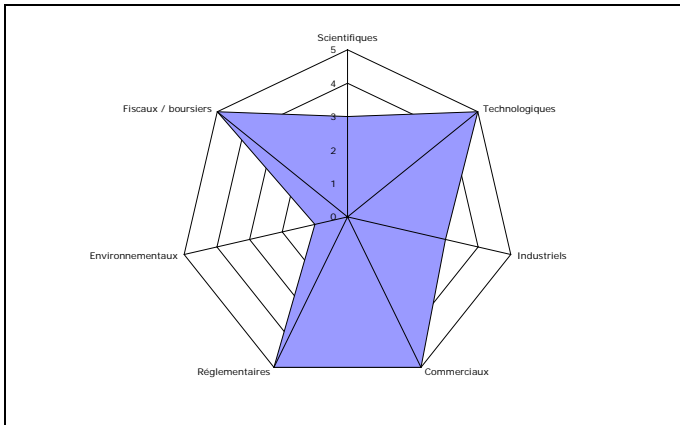
- ❑ Il existe deux grandes familles de biocarburants : l'une à base d'éthanol (fonctionnant dans des moteurs à essence) et les biodiesels. Pour chacune de ces deux familles, il existe d'une part une filière actuellement opérationnelle, pouvant encore bénéficier de progrès, et de nouveaux modes de production fondés sur les matières lignocellulosique, très prometteurs mais dont la faisabilité scientifique ou technique reste à démontrer.
- ❑ Actuellement, toutes filières confondues, les biocarburants ne représentent qu'un modeste volume d'activité : de l'ordre de 200 M€ de chiffre d'affaires et 4 300 emplois directs environ. Les objectifs politiques prévoient une multiplication par sept de la production nationale à horizon 2010. Si ces objectifs sont atteints, les biocarburants représenteraient de l'ordre de 5 % des besoins énergétiques nationaux en transports, conformément à la directive européenne sur le sujet.
- ❑ Après une période de leadership, la France occupe le deuxième rang européen sur chacune des deux filières, respectivement derrière l'Allemagne (biodiesel) et l'Espagne (bioéthanol). Cela étant, si l'Europe est leader mondial de la production de diester – en raison de son choix assez unique de motorisation au diesel – le marché de bioéthanol est très largement dominé par les Etats-Unis et le Brésil (95 % de la production mondiale à eux deux).
- ❑ Les différents chiffres donnés dans cette analyse montrent que, hors peut-être la voie lignocellulosique, la fabrication de biocarburants ne présente pas d'intérêt économique strict, en tout cas pas à moins de 80 \$ le baril de brut. Ce sont d'autres facettes du problème qui peuvent en conditionner l'intérêt : la diminution de l'effet de serre (sa raison d'être officielle principale) et son impact dans l'évolution voire le développement de l'agriculture française.
- ❑ Plusieurs conditions restent nécessaires au développement des filières : premièrement, une politique durable de défiscalisation qui offre suffisamment de visibilité aux industriels et qui accompagne la montée en puissance des filières actuelles en attendant la mise en œuvre des filières cellulosiques ; deuxièmement, un effort public de recherche appliquée à la fois accru et concentré pour permettre le développement de ces dernières ; troisièmement, un aménagement des règlements européens pour permettre des cultures non alimentaires au-delà des seules jachères et un ajustement de la PAC pour rendre les cultures énergétiques au moins aussi rentables pour les agriculteurs que les cultures alimentaires ; quatrièmement, un effort d'innovation pour diversifier les débouchés possibles des coproduits des biocarburants.

**b) Diagrammes synthétiques**

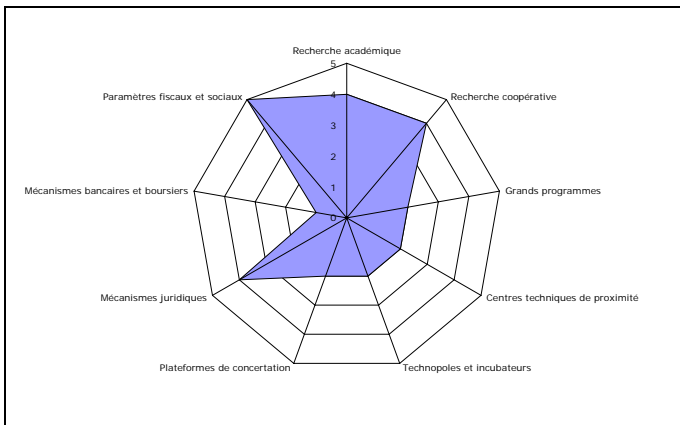
*Figure 27 : bilan d'ensemble*



*Figure 28 : les défis rencontrés*



*Figure 29 : l'impact de l'offre publique de soutien à la R&D*





## CHAPITRE IV : CARACTERISATION DES DOMAINES DE PERTINENCE DES INSTRUMENTS PUBLICS DE SOUTIEN A LA RDI

Les présentes études sectorielles ont pour objectif de faciliter la mise en correspondance de défis technologiques identifiés et des instruments publics les plus appropriés pour soutenir les acteurs industriels qui y font face (financement de la recherche académique, grands programmes, encouragement à l'innovation...).

Les études de cas présentées précédemment permettent à ce sujet de livrer quelques conjectures, qui sont présentées ici.

### A. Identification de deux dimensions discriminantes

Les trois tableaux suivants présentent, de manière schématique, les observations propres à chaque étude de cas, en reprenant les critères utilisés pour la conception des « radars » du chapitre précédent. Pour offrir un point de vue le plus complet possible, nous avons choisi d'y ajouter chaque fois que possible, présentées entre parenthèses, les observations relatives aux études de cas « incomplètes », figurant à la toute fin de ce rapport.

**Tableau 6 : enjeux associés au défi étudié**

	ATM	Médicaments issus des biotechs	Médicament	Edition logicielle	Biocarburants	Nanoélectronique	IAA	Automobile	(Dessalement de l'eau de mer)	(Chimie)
Poids économique du secteur		*	*	*	*	*	***	***	*	*
Positionnement concurrentiel des acteurs	*		*		*	*	*	*	***	*
Intensité en R&D des acteurs	*	***	*	*	*	***		*		*
Effets d'entraînement sur d'autres acteurs	*	***	*	***	***	***	*	*	*	***
Impact de l'offre publique de soutien à la R&D	***	***	*	*	***	***	*			
Besoin d'un ajustement de la politique publique de soutien	*	*	*	*	*	*	*	*		*
Besoin stratégique d'une maîtrise nationale ou européenne	*	*	*	*	*	*			*	*

Légende : cellule vide = faible ; \* = moyen(ne) ; \*\*\* = fort(e)

**Tableau 7 : défis rencontrés par les acteurs concernés**

	ATM	Médicaments issus des biotechs	Médicament	Edition logicielle	Biocarburants	Nanoélectronique	IAA	Automobile	(Dessalement de l'eau de mer)	(Chimie)
Scientifiques		***	*	*	*	***	*			
Technologiques	*	*	*	*	***	***		*	*	*
Industriels	*	*	*	*	*	***	*	*	*	
Commerciaux	***	*	***	***	***	*	***	***	*	*
Réglementaires	***	*	*		***		***	***		***
Environnementaux	*						*	*	*	***
Fiscaux / boursiers		***	*		***	*				

Légende : cellule vide = faible ; \* = moyen(ne) ; \*\*\* = fort(e)

**Tableau 8 : effets directs estimés des différents instruments de soutien à la RDI**

	ATM	Médicaments issus des biotechs	Médicament	Edition logicielle	Biocarburants	Nanoélectronique	IAA	Automobile	(Dessalement de l'eau de mer)
Recherche académique		***	***	*	*	***	*		*
Recherche coopérative (RRITs)		*		***	***	*	*	*	*
Grands programmes (All)	***			*	*	*		*	
Centres techniques de proximité					*	*	***	*	
Technopoles et incubateurs		***	*	*	*	*			
Plateformes de concertations	***					*		*	
Mécanismes juridiques (PI, normes, réglementation...)	***	*	*	***	*			***	
Mécanismes bancaires et boursiers		***	*	*		*			
Paramètres fiscaux et sociaux		*	*		***			*	

Légende : cellule vide = faible ; \* = moyen(ne) ; \*\*\* = fort(e)

La construction de ces tableaux permet, selon le déroulement exposé ci-après, de progresser vers une première typologie.

Premièrement, le deuxième tableau permet aisément de dresser quelques catégories rapides. On y observe notamment que les cas étudiés renvoient deux fois plus fréquemment à des défis industriels ou commerciaux majeurs qu'à des défis scientifiques ou technologiques majeurs. En suivant cette remarque, on peut proposer les catégories suivantes :

- l'ATM et l'automobile ont en commun d'être confrontés à des défis commerciaux majeurs mais à des défis scientifiques faibles ou jouant un rôle secondaire dans la différenciation des acteurs économiques
- les industries agroalimentaires, l'édition logicielle, le domaine du médicament et celui des biocarburants ont en commun de faire face à des défis scientifiques modérés au regard de leurs défis commerciaux ou réglementaires, qui sont eux d'importance majeure

Mise en forme : Puces et numéros

□ enfin, les médicaments issus des biotechnologies et la nanoélectronique sont les deux seules études de cas pour lesquelles les acteurs industriels aient fait part de la prépondérance de défis scientifiques majeurs

Ceci invite à considérer **la proximité du front de recherche** scientifique comme une première dimension discriminante, dont le ratio de la dépense en R&D sur le chiffre d'affaires peut offrir une première approximation. Au passage, l'examen des études de cas selon cet axe d'analyse montre que :

□ il n'existe pas de lien évident entre le chiffre d'affaires d'une activité donnée et sa proximité avec le front de recherche

□ il n'existe pas non plus de lien évident entre les effets d'entraînement d'une activité donnée sur d'autres acteurs socioéconomiques et sa proximité avec le front de recherche

□ enfin, le positionnement concurrentiel des acteurs français et européens apparaît comme d'autant meilleur que l'on s'éloigne du front de recherche

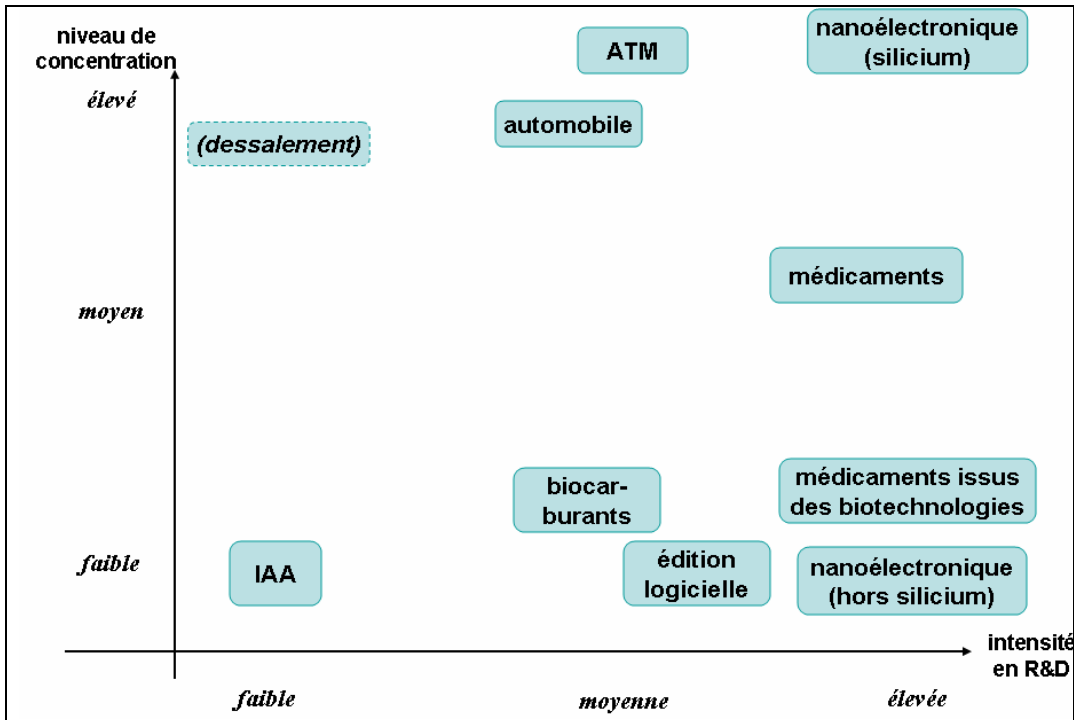
Mise en forme : Puces et numéros

Une seconde dimension discriminante ressort ensuite de la lecture du troisième tableau. Plus particulièrement, en cherchant à comprendre la quasi-symétrie observée entre l'impact de certains types d'instruments (tels que les grands programmes) et d'autres (tels que les incubateurs), il est apparu pertinent de tenir compte du **niveau de concentration** observable dans chaque secteur comme seconde dimension discriminante.

## B. Positionnement des études de cas selon ces deux dimensions

Ceci fournit un premier cadre, à deux dimensions, sur lequel il est possible de positionner les secteurs étudiés.

Figure 30 : essai de typologie des études de cas suivant les deux dimensions discriminantes présentées



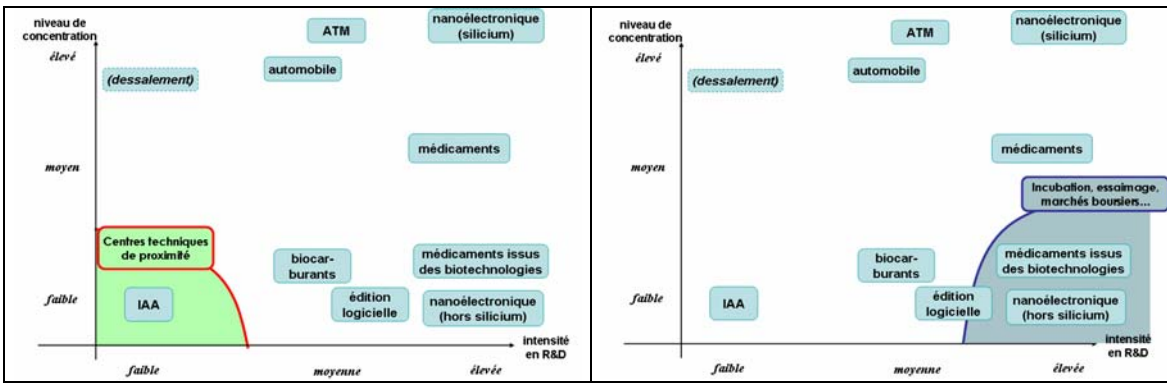
Il s'avère que, une fois les études de cas ainsi réparties, les secteurs ayant donné lieu à des réponses comparables à la question des instruments publics ayant le plus fort impact sont généralement voisins. En d'autres termes, il est possible de présenter sur ce plan des « périmètres » de secteurs ayant cité un ou plusieurs instruments clés des politiques publiques en commun :

- ☐ les industries agroalimentaires sont les seules pour lesquelles les centres techniques de proximité aient été mentionnés comme ayant un impact majeur
- ☐ la nanoélectronique (hors silicium) et les médicaments issus des biotechnologies sont les seuls exemples, à l'exception partielle de l'édition logicielle<sup>21</sup>, ayant mentionné l'activité des incubateurs et parcs technologiques ainsi que la montée en puissances des marchés boursiers comme ayant un impact majeur

Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros

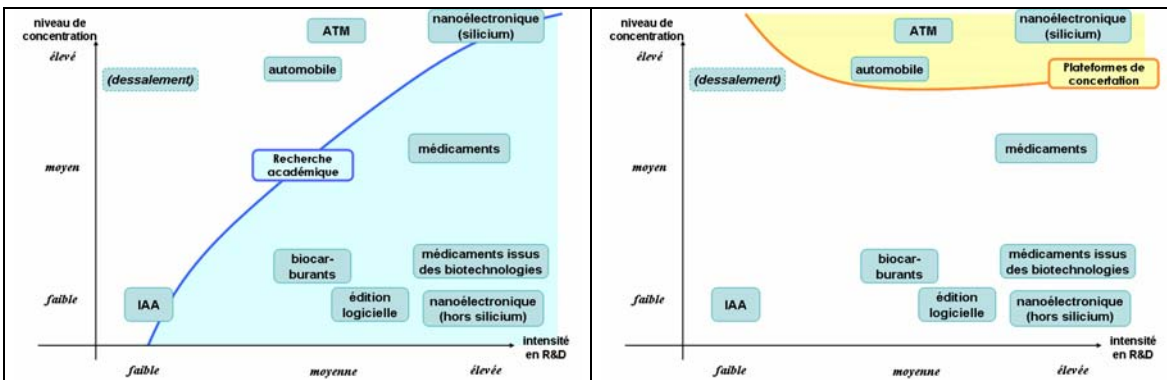
<sup>21</sup> Secteur dans lequel il serait sans doute pertinent, dans des travaux ultérieurs, d'isoler des sous-agrégats dont certains, comme celui des éditeurs d'ERP, sont assez capitalistiques.



- les secteurs pour lesquels les experts ont mentionné un impact notable voire déterminant des résultats de la recherche publique sont les trois précédents, auxquels il faut ajouter le médicament, les biocarburants, la nanoélectronique silicium et, partiellement, les industries agroalimentaires
- les secteurs pour lesquels les experts ont cité les programmes et instances de concertation européens comme importants ou déterminants sont l'ATM, l'automobile et les volets les plus intégrés de la nanoélectronique

Mise en forme : Puces et numéros

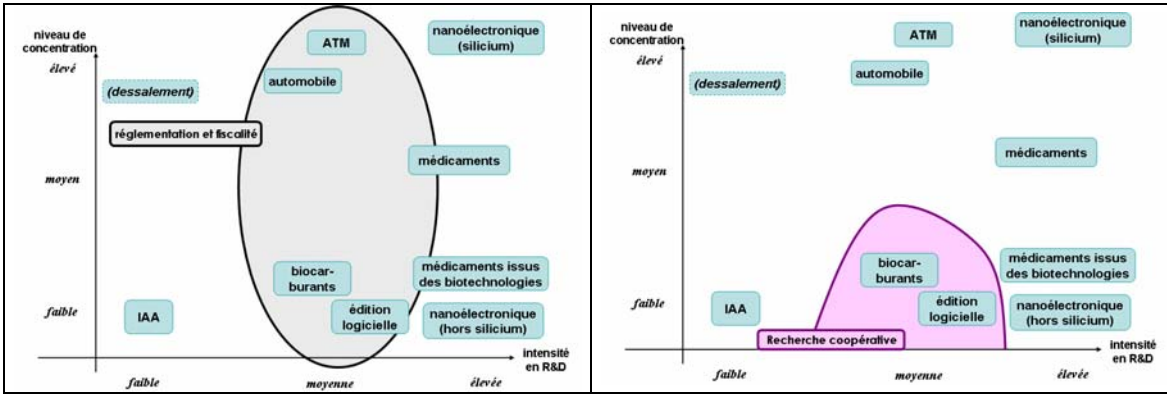
Mise en forme : Puces et numéros



- les secteurs pour lesquels les experts ont mentionné les mécanismes juridiques, réglementaires ou fiscaux comme déterminants sont les biocarburants, l'automobile, l'édition logicielle, le médicament et l'ATM
- les secteurs pour lesquels les experts ont mentionné les réseaux de recherche coopérative comme particulièrement pertinents sont les biocarburants et l'édition logicielle

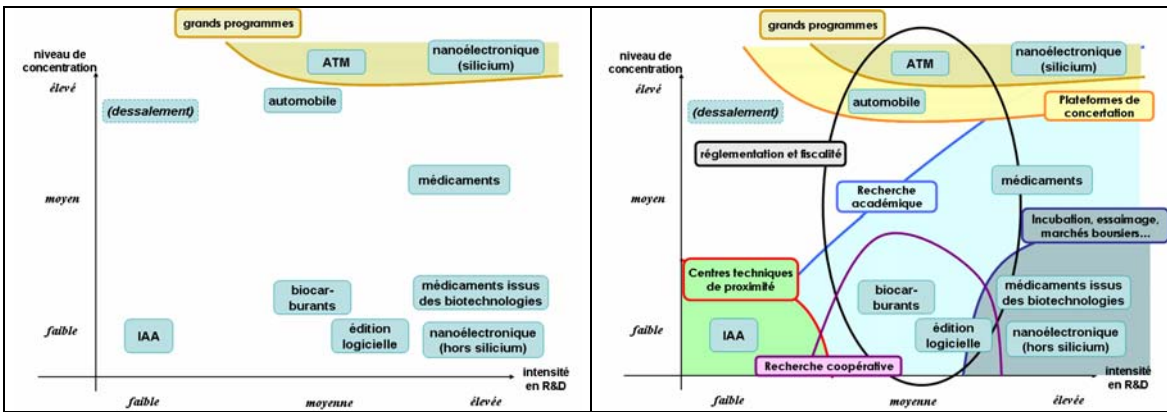
Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros



Mise en forme : Puces et numéros

enfin, les grands programmes ont principalement un impact sur l'ATM et la nanoélectronique silicium ; ils sont parfois également mentionnés pour les biocarburants et l'édition logicielle mais, faute de chef de file aisément identifiable, ce sont plutôt des outils plus légers, tels que les réseaux coopératifs, qui sont privilégiés.



Mise en forme : Puces et numéros

### C. Interprétation et premières pistes sur l'adéquation des politiques publiques

Cette construction apparaît comme un premier pas vers la définition d'espaces de justification des différents types d'instruments. Il faut toutefois souligner que :

- cet essai de typologie a été construit sur la base d'un petit nombre de cas
- même si les dimensions discriminantes choisies sont assez opérantes, il est tout à fait possible que d'autres l'eussent été au moins pour distinguer les spécificités de chaque instrument et de chaque défi sectoriel ou technologique

Une première validation de cet exercice peut d'ailleurs être menée, en s'appuyant sur d'autres études de cas menées dans le cadre de FutuRIS mais qui n'ont pas pu aboutir pour le moment à la présentation de notes de synthèse.

Premièrement, l'activité de dessalement de l'eau de mer est aujourd'hui caractérisée par une faible intensité en R&D et un niveau d'intégration industrielle moyen voire élevé. La vignette correspondante se situe donc dans une zone où aucun périmètre n'a été tracé. Or l'étude de cas a confirmé que, l'activité étant parvenue à un point de maturité telle que les

acteurs industriels étaient en voie de déployer leur activité de manière quasi autonome, aucun besoin significatif d'un soutien public à l'innovation ne se faisait ressentir. Il s'agit donc d'une première validation, certes par défaut, du diagramme précédent.

Deuxièmement, l'industrie spatiale est à la fois fortement intégrée et caractérisée par une intensité en R&D moyenne. Elle se positionne donc à proximité de l'ATM et de l'automobile. Comme elles, elle est fortement soumise à l'impact des programmes européens et, comme l'ATM, elle bénéficie en plus des grands programmes nationaux. Ce deuxième cas supplémentaire est donc lui aussi compatible avec le diagramme ci-dessus.

Un troisième cas complémentaire est celui de la gestion des réseaux électriques à alimentation aléatoire et répartie (typiquement, les réseaux alimentés par des sources d'énergie renouvelables). Il s'agit là aussi d'un secteur fortement intégré et à densité en R&D moyenne ; il se situe donc au voisinage de l'ATM, de l'automobile et maintenant du secteur spatial. Pourtant, à notre connaissance, aucun grand programme national ou européen n'a été lancé ou annoncé sur cet enjeu ; les experts rencontrés ne savent d'ailleurs pas dire si la mise en œuvre de cette nouvelle organisation nécessitera des découvertes radicales en sciences et technologies logicielles ou si au contraire la progression espérée des capacités de calcul sera globalement suffisante. Ils soulignent en revanche avec certitude que la politique réglementaire sera un élément déterminant dans l'accompagnement des acteurs industriels concernés par la résolution de ce défi. Globalement donc, cette étude de cas constitue, au moins partiellement, une singularité dans le diagramme présenté ci-dessus.

Reste enfin le cas de la mise en place des ERP (systèmes informatiques de gestion intégrée) dans les entreprises de services, activité pour le moment moyennement voire peu intégrée et moyennement voire peu intensive en R&D. Cet item se situe donc à mi-chemin entre les IAA et les biocarburants. Or, aucun des instruments de politiques publiques mentionnés dans cette zone (recherche académique, RRIT, centres techniques ou mêmes grands programmes) n'a été mentionné par les experts interrogés. Cet exemple constitue donc une pleine singularité dans le cadre du diagramme présenté.

## D. Remarques transverses

Au cours des différentes analyses de secteurs, sous-secteurs, défis, que nous avons menées, un certain nombre de problématiques générales sur l'innovation ont été soulevées par les personnes que nous avons rencontrées, problématiques le plus souvent liées à la gestion ou à la programmation de l'innovation.

Il nous a semblé intéressant d'en faire part dans ce rapport, en insistant bien sur le fait qu'il ne s'agit là que d'une retombée de notre travail et que les aspects mentionnés ne sont en rien exhaustifs de la question de la gestion d'un portefeuille de recherches.

N'ayant aucune ambition d'apporter des solutions aux questions posées, mais souhaitant être factuels, nous avons également cité certaines pistes de solutions possibles, telles que proposées par ceux qui ont abordé ces questions.

L'ordre des problématiques décrites est arbitraire. A noter qu'un certain nombre de ces remarques ont également été formulées dans le rapport du groupe de travail FutuRIS animé par Gérard WORMS, « Propositions pour favoriser le développement des entreprises innovantes » (juin 2005)<sup>22</sup>.

---

<sup>22</sup> [http://www.operation-futuris.org/images/rapport\\_dei.pdf](http://www.operation-futuris.org/images/rapport_dei.pdf)

## **1. Problématique 1 : valorisation des innovations dans des normes, codes ou réglementations**

Au-delà de la prise de brevets, on peut tirer un avantage concurrentiel important de l'introduction des retombées des recherches, ou de manière plus générale d'innovations, dans des normes (produits, utilisation...), ou des codes (fabrication, surveillance en service...), voire dans des réglementations.

C'est le cas par exemple si l'on peut inclure dans une norme certains produits que ne font pas les concurrents (ou des caractéristiques spécifiques), ou si certaines propriétés d'emploi sont difficiles à garantir par eux. Dans la même idée, le resserrement des fourchettes (composition chimique, propriétés mécaniques ou physiques...), possible dans certains pays à technologie avancée, peut mettre en difficulté les fournisseurs provenant de pays en développement.

Or, dans ce domaine des normes, codes, réglementations, les chercheurs qui sont souvent à l'origine des innovations ou de la performance des produits, brillent le plus souvent par leur absence (mauvaise image, dévalorisation de cette activité?). Leur contribution active serait pourtant un atout supplémentaire pour notre industrie et notre économie. Les normes / codes / réglementations sont souvent aussi utiles que des brevets (qu'ils complètent) pour « transformer l'essai » en allant jusqu'au bout du processus d'innovation. A titre d'exemple que l'on pourrait suivre, on peut citer tout le travail accompli par l'ASTM américaine qui soutient les travaux de normalisation dans la mécanique et les matériaux par des groupes de travail, séminaires scientifiques et programmes d'essai auxquels sont associés tous les spécialistes (dont les chercheurs universitaires).

## **2. Problématique 2 : une connaissance intime des problématiques industrielles**

Pour pouvoir traiter un problème de manière complète, la plus durable possible, il faut comprendre les vraies raisons de ce problème et le traiter sur le fond ou, en d'autres termes, éviter de mettre des emplâtres mais au contraire essayer de traiter le mal à la racine.

Pour ce faire, les chercheurs doivent être « imprégnés » des problématiques, connaître selon une expression imagée « ce qui empêche les industriels de dormir ».

Cette question n'est pas récente et avait conduit Hubert Curien et d'autres chercheurs à mettre en place une « Maison européenne des technologies ». Le but était de faire se rencontrer chercheurs publics et industriels pour qu'ils se connaissent et se comprennent mieux et partagent les défis. Quand on a compris où est le vrai problème, on l'a toujours en tête et on trouve un jour une solution ou du moins une partie de celle-ci.

L'Université Paris 6 a dissous la Maison européenne des technologies, qui ne joue plus ce rôle. Les participants aux réunions n'étaient plus ces dernières années que des industriels qui échangeaient entre eux. Sans sous-estimer l'intérêt de ces réunions, il faut néanmoins reconnaître que le but premier n'était plus atteint.

Il semble indispensable de trouver une autre voie pour qu'un tel échange puisse avoir lieu. Certains secteurs de l'économie ont organisé des présentations ou des échanges avec les laboratoires publics qu'ils estimaient être concernés, avec un succès chaque fois reconnu. Peut-on généraliser ces pratiques, faut-il le faire par secteurs ou de manière plus globale? Qui pourrait prendre une telle initiative ?

Un sondage très partiel auprès d'industriels montre qu'ils seraient tout à fait d'accord (et favorables) pour exposer, de manière plus générale et à un public plus large qu'ils ne le font actuellement, leurs problématiques scientifiques et technologiques, à condition que cela constitue le point de départ d'actions de recherche.

### 3. Problématique 3 : vers un langage partagé

Entre les différents secteurs de l'économie, selon que l'on est chercheur industriel ou chercheur public, les mots peuvent ne pas avoir la même signification, d'où des contresens dont les conséquences sur la confiance peuvent être graves, et parfois une perte de temps parfois considérable.

Les mots qui nécessitent une clarification sont nombreux. Si on liste ceux que l'on entend le plus fréquemment, on obtient (liste loin d'être exhaustive) :

- recherche amont
- recherche fondamentale
- recherche de base
- recherche finalisée
- recherche non finalisée
- recherche appliquée
- programme blanc
- recherche exploratoire
- recherche probatoire
- pré-projet
- projet
- programme
- portefeuille de recherche
- grand programme
- programme (ou projet) en rupture
- programme (ou projet) innovant

Ceci sans entrer dans d'autres notions dont le pilotage de la recherche, la qualité totale en recherche...

Cette question n'est certainement pas primordiale, mais de nombreux acteurs de la R&D estiment que l'éclairer permettrait de mieux comprendre le positionnement des intervenants en recherche / développement / innovation ainsi que le rôle des nouvelles agences mises en place récemment.

### 4. Problématique 4 : gagner du temps sur le temps

Même dans les recherches « amont », mais bien sûr de manière plus critique dans les recherches « appliquées », le temps est un des paramètres dont l'impact est majeur sur les retombées économiques des travaux de recherche.

Dans les critiques formulées à l'encontre de la recherche publique (hors recherche fondamentale dont on n'attend pas de résultats à court terme), cette notion de temps apparaît très souvent. On accuse en bloc :

- la lourdeur des structures (« effet paquebot »),
- le peu de responsabilité des « responsables » de laboratoires publics à qui les « instances parisiennes » ou le « système » fixent d'autres priorités,
- la méconnaissance ou le non-respect du travail par projet qui exige que des étapes soient fixées à des dates connues, avec des livrables définis,
- parfois même la non-compréhension du fait que le temps est un paramètre clé de la compétitivité.

Cette mauvaise prise en compte de l'effet temps (souvent considérée comme un mal français plus que comme un mal inhérent à la recherche) amène un certain nombre

Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros

d'industriels à ne pas vouloir (pouvoir) travailler avec des équipes françaises, du moins sur certain types de recherche. Le phénomène n'est pas général, certaines équipes ayant bien intégré cette notion de temps. Mais pourquoi pas toutes?

On peut formuler quelques suggestions à cet égard :

- ☐ favoriser par tous les moyens le détachement de chercheurs publics dans les laboratoires industriels (pour une durée limitée, mais assez longue pour ne pas avoir une vision superficielle de leur mode de fonctionnement),
- ☐ former les chercheurs publics à la gestion par projet,
- ☐ évaluer les chercheurs sur ce point (cf problématique 5)

Mise en forme : Puces et numéros

### 5. Problématique 5 : et si la recherche publique était aussi évaluée par tous ses clients ?

La plupart des actions de recherche sont menées pour répondre à des besoins. Même lorsqu'on s'abrite derrière les mots de « augmenter les connaissances », il s'agit le plus souvent de connaissances utiles pour notre économie et la société. Un travail de recherche est destiné à être utilisé par des tiers (ne serait-ce au minimum que par d'autres chercheurs), les chercheurs ont donc des clients (au sens où des personnes vont utiliser leur travail)...

Il est devenu totalement courant qu'un « fournisseur » demande à ses « clients » s'il sont satisfaits de lui (l'évaluation par des pairs en est d'ailleurs un exemple, on imagine mal qu'un chercheur dont les travaux ne servent pas à ses collègues puisse bénéficier d'un jugement favorable...). Dans ce contexte, pourquoi les chercheurs publics ne seraient-ils jugés que par leurs seuls pairs, si leurs travaux sont également utilisés par d'autres que ces derniers?

Beaucoup d'industriels estiment avoir un avis à donner sur les équipes de recherche publique, tant sur les recherches « appliquées » qui les concernent que sur la recherche moins appliquée (dont ils savent qu'ils ont besoin). Une telle appréciation des travaux et des équipes se pratique déjà à l'étranger. Elle a le mérite d'élargir les critères de jugement (moins il y a de critères et plus un jugement est dangereux). Mais surtout, une telle évaluation par les clients « extérieurs » de la recherche publique pousserait à l'établissement d'un dialogue de type nouveau entre les différentes parties concernées, dialogue forcément très enrichissant pour les deux parties.

Nota: compte tenu de nos interlocuteurs, nous parlons uniquement ici des industriels. On peut néanmoins penser que les hommes politiques, qui définissent et votent chaque année les budgets de recherche, devraient être particulièrement intéressés à juger de la bonne application de leurs décisions...

### 6. Problématique 6 : des projets oui, mais ce n'est pas la panacée

Les projets, grands ou moins grands, ont prouvé tout leur intérêt pour mobiliser dans la même direction les différents acteurs de l'innovation. Le succès de ce type d'animation n'est plus à prouver en termes d'efficacité, de coût, de temps...

Dans la définition retenue, un projet c'est UN objectif, UNE équipe de travail, UN délai, UN budget. Cette définition n'est bien entendue pas partagée, et on parle souvent de projet alors que les frontières, les objectifs, sont flous... (cf problématique 3).

Suivant la nature du projet, il y a danger à ne penser qu'en termes de projet, à estimer qu'en dehors de lui il n'y a point de salut : il convient de se garder d'une pensée unique, de la possibilité de passer à côté d'autres voies innovantes pour atteindre le même résultat final. Il ne s'agit pas de refuser de faire des choix (un choix est un choix, le projet en est une conséquence), mais de rappeler qu'un projet se décide dans un stade avancé de la recherche, lorsque il apparaît clairement que la voie retenue est la meilleure et que la

question essentielle est alors d'avancer vite et bien ou de développer un produit selon un cahier des charges spécifié.

Si ce n'est pas le cas, lorsque différentes possibilités sont en concurrence, il y a danger à « mettre tous ses œufs dans le même panier ».

Suggestion 1 – réserver un certain pourcentage du budget associé à un « projet » de type « ouvert » (donc pas encore à un stade où les défis scientifiques et techniques n'existent plus) pour des actions parallèles, n'entrant pas dans la logique du projet mais concourant au même résultat (10-20% ?)

Suggestion 2 – réserver un certain pourcentage des budgets de recherche pour des actions de recherche « exploratoire », donc non susceptibles d'être labellisées « projets », sur des idées intéressantes et à risque. Ces actions devraient avoir une durée limitée : soit l'idée conduit à une impasse, auquel cas la recherche exploratoire s'arrête, soit son intérêt semble se confirmer, auquel cas elle change de statut pour devenir « recherche probatoire », ceci pour une durée également fixée. Si le feu reste vert, alors elle pourra devenir « projet ».

L'idée est de préparer l'avenir sur des sujets à intérêt industriel fort sans pour autant engager des budgets conséquents de manière quasi-irréversible.

## 7. Problématique 7 : pour un dialogue fructueux entre chercheurs et financiers

Bien que des progrès considérables aient été accomplis ces dernières années, la R&D n'est pas encore considérée par tous comme un investissement, immatériel certes (comme la formation, la qualité totale, la sécurité, le marketing, la publicité...), mais néanmoins réel.

Les relations entre financiers et chercheurs sont, dans ce domaine, souvent citées comme mauvaises.

Parmi les raisons invoquées à cet état de fait, on cite de manière quelque peu caricaturale, d'un côté:

□ l'absence (au mieux la faiblesse) des réflexions financières au démarrage des actions de recherche, ou de manière plus large de réflexions autres que scientifiques.

□ l'absence ou la faible pertinence des analyses *a posteriori* de l'impact des actions de recherche qui ont été menées.

et de l'autre côté:

□ la vision court-termiste des financiers

□ leur méconnaissance des aspects scientifiques et technologiques des métiers et de leur importance pour le futur.

Il est clair qu'un mauvais dialogue n'est pas favorable au progrès de l'économie d'une entreprise ou de notre pays.

Suggestion 1 – Expliciter les divers domaines sur lesquels la recherche a ou peut avoir de l'impact. Sans être exhaustif, on peut citer:

□ la contribution à l'atteinte d'objectifs considérés comme stratégiques

□ la différenciation par les procédés, produits ou services

□ la rentabilité

□ l'amélioration de la sécurité, des conditions de travail...

□ l'environnement, l'écologie, le développement durable...

□ ...

Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros

Mise en forme : Puces et numéros

Suggestion 2 – Expliciter les bénéfices attendus de la recherche en termes d'options, ce qui permet un dialogue plus facile avec les financiers.

Il serait utile d'établir une liste de ces différents impacts possibles des recherches, de les faire connaître et partager par toutes les parties... et de manière générale par la société.

## CONCLUSION

Au terme de ces études préliminaires, nous sommes bien loin de disposer d'un outil rigoureux permettant de déterminer une allocation optimale des efforts financiers de l'Etat en faveur de la recherche et de l'innovation et nous sommes convaincus qu'un tel but, imaginé par certains, est hors de portée.

La situation présente quelques analogies avec les courants de recherche sur l'analyse stratégique au début des années 1960, lorsque certains théoriciens proposaient d'établir un algorithme d'allocation optimale des ressources de l'entreprise. Ces tentatives de formalisation de la stratégie d'entreprise comme un problème de recherche opérationnelle bien posé ont fait long feu, mais certains outils intermédiaires, comme les analyses SWOT (explicitation des forces et faiblesses de l'entreprise, des opportunités et des menaces dans son environnement), se sont avérés utiles et ont prospéré. De même, s'il ne nous est pas possible et si nous ne jugeons pas souhaitable de proposer un outil très intégré et trop automatique d'aide à la décision, nous espérons que les travaux que nous venons de présenter pourront contribuer à l'élaboration d'un certain nombre de méthodes utiles.

Nous imaginons qu'un Haut Conseil chargé de faire des recommandations sur l'allocation des moyens devrait d'abord étudier l'intérêt qu'il y a pour la nation à soutenir telle ou telle activité économique. Nous pensons que la méthode présentée peut contribuer à délimiter des périmètres d'activité pertinents et à expliciter les bénéfices de cette activité pour différents objectifs de politique publique (prospérité économique, enjeux sociétaux...) ainsi que le besoin et l'intérêt d'un soutien de la puissance publique. Nous avons essayé d'aborder systématiquement cet aspect dans les études de cas présentées au chapitre II.

Une fois qu'on a identifié des domaines qu'il semble pertinent de soutenir, on peut considérer différents scénarios pour ce faire, mobilisant à doses variables différents outils de politique publique. Nous avons ainsi discuté de ce qui relève plutôt d'un financement de la recherche amont, d'un grand programme ou d'une politique d'aide au développement de PME. Remarquons cependant le caractère plutôt heuristique des conditions de validité discutées au Chapitre III : et donc le besoin d'une discussion approfondie au cas par cas, permettant d'identifier des facteurs rendant erronée une analyse trop superficielle sur les outils à employer. Différents effets de seuil ou d'interdépendance doivent par ailleurs être pris en compte pour fabriquer quelques scénarios et comparer leurs bénéfices et leurs coûts. On les qualifiera de scénarios élémentaires, au sens où ils concernent le soutien éventuel à une activité particulière.

Un Haut Conseil peut alors considérer plusieurs scénarios globaux correspondant au choix d'un portefeuille de scénarios élémentaires (chaque scénario global suppose un choix effectif des domaines visés et des scénarios élémentaires retenus pour ces domaines). On prendra garde au fait que les bénéfices et coûts d'un portefeuille ne sont pas la simple addition de ceux de ses constituants compte tenu d'effets de seuil, de synergies et d'interdépendances entre différentes actions : par exemple une politique de soutien à la recherche en biotechnologie n'a pas le même impact selon qu'elle est accompagnée ou non d'une politique favorable au développement des entreprises innovantes (qui ne concernera pas que ce secteur) et qu'il existe ou non des champions nationaux ou européens dans ce domaine, mais aussi dans des domaines connexes ou situés en aval (comme l'industrie pharmaceutique), capables de participer à une éventuelle consolidation du secteur.

Cette démarche, certes complexe, conduit à raisonner par alternatives (faut-il mettre les ressources, limitées, sur tel ou tel enjeu) et à considérer plusieurs scénarios cohérents, éventuellement avec plusieurs hypothèses de cadrage global sur le montant total de l'effort. Elle dissuade *a contrario* d'envisager chaque projet sur ses mérites intrinsèques, en

négligeant les effets de substitution qu'induirait la prise en compte d'un nouvel objectif. Peut-on raisonnablement penser que la décision de financer ITER ou Galileo est sans effet sur les budgets d'autres programmes de recherche sur l'énergie, sur l'espace ou en dehors de ces domaines ?<sup>23</sup>

**Encadré 2 : résumé du processus proposé**

QUOI : analyse des bénéfices liés à une activité économique

COMMENT : analyse des différents « policy mix » d'outils de soutien à la recherche et à l'innovation permettant de favoriser cette activité (bénéfices/coûts) => scénarios élémentaires de soutien à un domaine d'activité

ANALYSE des interdépendances entre les scénarios élémentaires liés à divers domaines

AGGREGATION : création de scénarios cohérents d'allocation des efforts en faveur de la recherche et de l'innovation (et d'autres actions éventuelles de politique industrielle)

DELIBERATION : discussions d'alternatives et variantes à un scénario global de référence

Les premières étapes de ce processus pourraient être mis en œuvre par les services travaillant pour un Haut Conseil, et rendraient possible une délibération informée et efficace de celui-ci.

Il est clair que cette démarche n'est pas linéaire et que l'exploration des scénarios globaux et les délibérations conduit à reconsidérer les hypothèses, à entreprendre des analyses complémentaires, à revoir la définition et la segmentation des domaines.

<sup>23</sup> On est dans la même situation qu'une entreprise qui tente de constituer un portefeuille de projets globalement satisfaisant plutôt que de juger chaque projet sur un critère individuel (comme son taux de retour sur investissement). Sélectionner les projets présentant le meilleur ROI estimé peut conduire, on le sait, à un portefeuille très déséquilibré, où l'on concentre trop les efforts sur les projets dont les bénéfices sont les plus faciles à estimer, et où l'on est très vulnérable face à certains risques. Si l'on a, par exemple, surestimé la probabilité d'un scénario (ou sous-estimé certains risques), on aura pu mener beaucoup de projets tous favorables dans ce contexte (et plus ou moins redondants), alors qu'on aurait pu s'assurer en partie contre l'incertitude des prévisions en poursuivant d'autres pistes, conduisant à un succès certes moindre dans le cas du scénario privilégié, mais plus robuste dans d'autre cas.

## Annexes au rapport



## CHAPITRE V : LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE

### A. Points clés

- ❑ Le secteur automobile représente environ 10 % du PIB industriel national. Les deux constructeurs, bien implantés sur les marchés domestique et européen d'une part, et en passe de combler leur déficit de présence sur les marchés extra-européens d'autre part, bénéficient d'un positionnement concurrentiel plutôt favorable.
- ❑ Les équipementiers, pour leur part, représentent aujourd'hui 75 % du coût de production d'un véhicule. Ils assument une part significative de la pression à la baisse des coûts de production, à laquelle l'installation de centres de production dans des pays à coûts salariaux inférieurs n'est sans doute pas étrangère.
- ❑ Le tissu industriel français est enfin caractérisé par la quasi-absence de sociétés de prestation d'ingénierie, très actives par exemple en Allemagne et en Autriche. Il semble pourtant à la fois possible et souhaitable de voir de tels prestataires se développer, qu'ils soient privés ou semi-publics, d'autant plus que les principaux défis technologiques des constructeurs (fiabilité d'un système électronique complexe) ne sont encore confiés à aucun prestataire extérieur.
- ❑ La R&D, qui représente près de 4 % du CA des constructeurs et près du double pour les équipementiers, est essentiellement incrémentale. Orientée vers la maîtrise des coûts de production d'une part et l'amélioration du produit d'autre part, elle n'a qu'une influence partielle sur deux défis majeurs des constructeurs que sont leur positionnement concurrentiel et leur capacité à répondre à la réglementation.
- ❑ Une exception importante au constat précédent tient à la maîtrise de la consommation énergétique et des émissions en CO<sub>2</sub>, pour laquelle des ruptures technologiques radicales sont encore nécessaires, dépassant sans nul doute les efforts que les constructeurs sont capables de réaliser par eux-mêmes.
- ❑ Les entretiens menés dans le cadre de cette étude laissent entendre que l'affirmation du rôle des équipementiers, y compris en matière d'innovation, occasionne des remises en question de l'organisation « hiérarchique » de la branche et que certains autres pays comme les Etats-Unis bénéficient sans doute d'une certaine avance sur ce point.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 31 : bilan d'ensemble

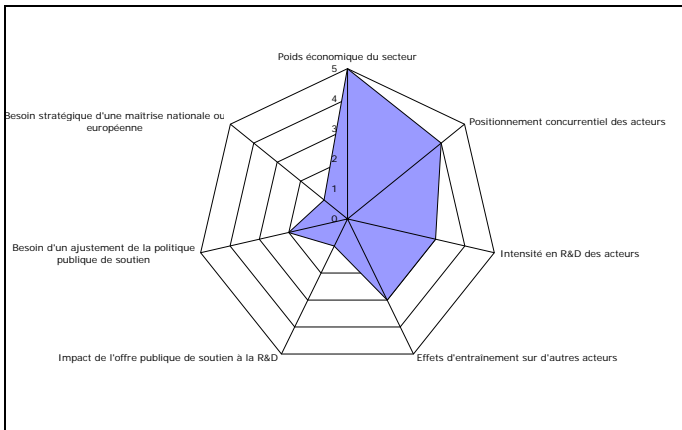


Figure 32 : les défis rencontrés

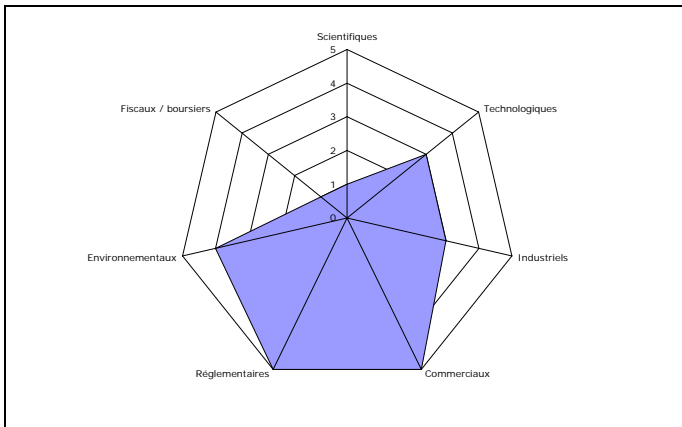
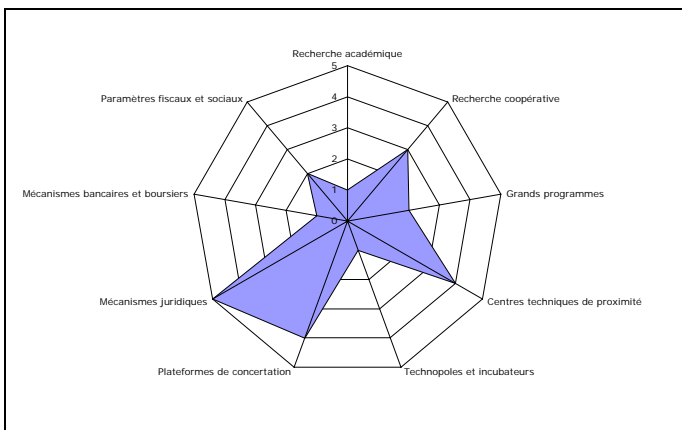


Figure 33 : les effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

On peut identifier deux principaux types d'acteurs dans la branche de la construction automobile : les constructeurs et les équipementiers, ces derniers représentant aujourd'hui 75 % du coût de production d'une voiture. Les constructeurs français seraient plutôt qualifiés de « généralistes », par opposition aux « spécialistes » (e.g. Porsche).

Les prestataires de service d'ingénierie forment un troisième type d'acteurs, quasiment absent en France mais jouant un rôle important (cf. *infra*).

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

Représentant environ 10 % du PIB industriel national, la branche automobile fait partie des industries les mieux installées en France.

Les deux constructeurs nationaux (PSA et Renault) sont bien implantés sur le marché domestique, où leur taux de pénétration (30 à 40 %) est comparable à ce qui s'observe à l'étranger, et au niveau européen où ils sont respectivement 2<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> en termes d'unités produites. Ils ne semblent pas fortement menacés sur ces marchés, en dépit des scénarios pessimistes régulièrement annoncés. Leur pénétration des marchés extra-européens, comparativement faible (seulement 20 % de leur chiffre d'affaires), constitue à l'inverse une faiblesse historique qu'ils sont actuellement en train de combler (alliance Renault-Nissan et implantation de PSA en Chine et en Amérique du Sud). Ce mouvement est d'autant plus nécessaire que c'est bien hors Europe que se trouvent les marchés à conquérir. En effet, tandis que la croissance annuelle des ventes est inférieure à 1 % en France et que les marchés de la Triade sont saturés, la demande des pays en voie de développement croît rapidement. Reste toutefois une discussion en suspens sur le type de produits à proposer à ces marchés : d'entrée de gamme (type Renault Logan) ou conformes aux standards occidentaux.

Fait rare, deux constructeurs étrangers ont par ailleurs implanté une usine en France : Toyota à Valenciennes et Smart à Hambach (Alsace).

Enfin, on compte actuellement en France à peu près cinq équipementiers de rang 1 (voire de « rang 0,5 »), le paysage industriel s'étant largement concentré en quelques années<sup>24</sup>. Les équipementiers de rang 2 récupèrent de leur côté des compétences qui caractérisaient auparavant ceux de rang 1 et regroupent des acteurs de taille parfois très importante (Plastic Omnium, Simoldes...).

En ce qui concerne les évolutions ultérieures, les experts sont assez partagés quant à la possibilité de voir les fusions ou acquisitions entre constructeurs se poursuivre : alors que certaines minimisent la plausibilité de cette hypothèse, d'autres font valoir des situations financières très contrastées entre acteurs et une situation de relative faiblesse de certains constructeurs qui n'auront pas les moyens d'opérer les investissements importants nécessaires à leur compétitivité ; les groupes chinois ou indiens pourraient d'ailleurs en bénéficier.

Une autre évolution possible, jugée plus probable dans l'ensemble mais qui ne fait pas non plus l'unanimité, repose sur un schéma d'échanges renforcés entre acteurs (plateformes...), conduisant à l'émergence de « super-équipementiers » qui se spécialiseraient sur tel ou tel morceau du véhicule et n'en vendraient plus.

Par ailleurs, si les constructeurs semblent donc durablement installés, il reste en revanche de la place pour des prestataires de services d'ingénierie (automobile, moteurs, équipements,

---

<sup>24</sup> En 1998, Valeo avait 25 concurrents, maintenant il n'en reste que cinq.

design) dont la France manque fortement. Ces prestataires sont en effet très actifs dans certains pays étrangers, y compris ceux qui, comme l'Autriche, n'ont pas de constructeurs. Même si ces derniers ont internalisé une part des compétences correspondantes, ils importent encore en grande partie ces services de l'étranger. Ce « maillon » de la chaîne existe pourtant avec succès dans d'autres branches dynamiques en France (BTP, ingénierie pétrolière...).

## **E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs**

Le paramètre principal de la concurrence est le produit en lui-même, ce que le client en perçoit : l'automobile reste en effet un produit « passionnel ». Le rôle de l'image se mesure par exemple à l'importance donnée par les constructeurs français à la production de modèles haut de gamme, immanquablement à perte et en petites quantités (au contraire de leurs concurrents allemands qui les amortissent sur tous les marchés du monde et parviennent à en tirer des marges importantes), répondant au besoin d'investir dans un produit qui sera le vaisseau amiral de leur gamme à une période donnée.

Le marché européen étant considéré comme un des plus concurrentiels au monde, notamment en raison des nécessaires adaptations culturelles d'un pays à l'autre, les barrières à l'entrée sont probablement trop importantes pour l'émergence d'un nouvel entrant.

Le niveau de compétitivité mondiale des constructeurs européens et français reste d'ailleurs élevé et la concurrence venant des autres pays développés demeure beaucoup plus importante que celle venant des pays en voie de développement. La menace des pays émergents est ainsi perçue comme modérée par les constructeurs. Certes, les Coréens sont de retour sur le marché et la Chine se lancera peut-être elle aussi dans cette voie mais concevoir, fabriquer, distribuer et vendre une automobile requiert une qualité technologique qui présuppose des coûts salariaux élevés ou en augmentation rapide. Les acteurs traditionnels jugent donc avoir les moyens de résister au degré de concurrence auquel ils sont exposés.

Les risques de délocalisation des constructeurs sont également assez faibles : à partir du moment où 75 % du produit sont externalisés, la part du prix d'une voiture directement liée aux coûts salariaux français et qui soit sous l'autorité du constructeur est trop faible pour que cela représente un gisement de gains. La délocalisation « du jour au lendemain » n'est donc pas à craindre, d'autant plus que les investissements annuels liés à la modernisation du parc industriel existant sont très importants. Un glissement plus progressif, mêlant création d'usines à l'étranger et abandon ultérieur d'usines françaises en difficulté, semble lui aussi peu probable. En tout état de cause, les constructeurs doivent rester proches de leurs marchés et posséder une grande technicité (ils conservent l'essentiel de l'ingénierie et de la conception) tandis qu'ils n'assument pas l'essentiel de la pression à la baisse des coûts de production.

Il en va tout autrement des fournisseurs, fortement sensibles à cette pression, d'autant plus que les constructeurs sont en position de force pour la leur imposer. Un expert de Valeo, qui sera bientôt pour moitié dans des pays à bas coûts salariaux, assure pourtant que le choix de son entreprise de s'installer en Pologne, par exemple, représente bien davantage un choix cohérent avec l'apparition de marchés très importants en Europe de l'Est qu'une conséquence de la pression à la baisse des coûts de production.

Enfin, les constructeurs français conservent des faiblesses, comme celles qui les ont empêchés de pénétrer le marché américain. Les analyses relèvent en effet qu'ils n'ont pas été assez ambitieux sur le marketing, le service après-vente ou la qualité en préparant leur entrée sur ce marché. Les constructeurs allemands, eux, ont su y entrer, de même que les Japonais qui y vendent nettement plus de voitures qu'au Japon.

Deuxièmement, leur incapacité à percer dans le haut de gamme de manière rentable leur fait perdre des parts de marché significatives.

## F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

L'essentiel des efforts de R&D sont orientés, d'une part vers l'amélioration du produit (c'est le paramètre essentiel de la concurrence), d'autre part vers la réduction continue des coûts de production. La part d'innovations de rupture est faible et les innovations incrémentales, à rythme constant, largement majoritaires. Ainsi, même si le phénomène majeur de ces 20 dernières années a sans nul doute été l'irruption de l'électronique, ce mouvement a été très progressif.

Le ratio R&D/CA tourne autour de 4 % pour les constructeurs généralistes, sensiblement inférieur à celui des équipementiers qui oscille entre 6 et 8 %. La recherche (travaux amont pouvant concerner toutes les voitures) représente moins de 10 % de l'activité de R&D, contre plus de 90 % pour le développement (travaux spécifiques à un modèle), pendant lequel il ne s'agit plus de répondre à de nouveaux défis, mais d'aller chercher les innovations « sur étagère ».

Le différentiel entre les niveaux de R&D des constructeurs et équipementiers tient notamment à la « modularisation » de l'automobile, qui donne un rôle accru aux équipementiers auxquels on ne demande plus de fabriquer une pièce mais un module entier (avant de la voiture...). Au-delà de la conception de modules et de systèmes fonctionnels, les équipementiers sont d'ailleurs en train de faire évoluer leur offre vers une logique de « solutions »<sup>25</sup>. Les entretiens conduits dans le cadre de cette étude de cas montrent que cette tendance peut poser des problèmes nouveaux en termes d'organisation « hiérarchique » de la filière et de ses activités innovantes : selon un expert de Valeo, les constructeurs français souffrent ainsi d'une difficulté à accepter que leurs équipementiers puissent leur proposer des innovations « clés en main »<sup>26,27</sup>.

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

Les constructeurs font face à trois défis principaux : la technologie, la concurrence et la réglementation.

Pour ce qui concerne les défis technologiques, les domaines les plus sollicités sont les composants électroniques, les logiciels embarqués, les procédés industriels, et la mécanique. En particulier, les logiciels embarqués sont un des grands problèmes actuels : leur fiabilité toute relative les rend à l'origine de 50 à 70 % des pannes. Le problème vient notamment de ce que les logiciels en question doivent dialoguer entre eux ; il reste donc des progrès à faire, notamment dans les mécanismes de validation logicielle. Autre lacune, l'utilisation des outils de simulation est encore jugée insuffisante. Il s'agit donc plutôt de problématiques endogènes, dont ni l'utilisateur ni le régulateur ne se soucient directement.

---

<sup>25</sup> Autoliv par exemple, équipementier suédois spécialisé dans les systèmes de sécurité automobile, vient de signer un contrat avec Volvo pour mettre en place la « passive safety », qui comprend à la fois la conception de modules, l'architecture fonctionnelle, l'ergonomie, l'ingénierie...

<sup>26</sup> Pour PSA et encore plus pour Renault, l'idée que Valeo, par exemple, puisse être un offreur d'innovations n'agissant pas uniquement sur commande et conformément à un cahier des charges semble avoir du mal à faire son chemin. Certains experts estiment même que les constructeurs se réapproprient souvent les innovations des équipementiers de manière non optimale, en choisissant d'y superposer des ajouts « maison » qui n'apportent rien voire qui gommant l'intérêt du produit initial. Ford, qui avait également ce problème, l'a résolu en créant l'équipementier Visteon, initialement intégré verticalement au groupe.

<sup>27</sup> On notera dans ce sens que Ford a inventé le FSS (Full Service Supplier) où l'équipementier collabore de façon étroite avec le constructeur dans le développement, le test et la production de systèmes et de modules, ceci dès la genèse du projet. En échange, il est tenu d'assumer les risques des erreurs qu'il pourrait commettre. L'observation des résultats montre que Ford et Valeo y ont largement trouvé leur intérêt.

De son côté, la réglementation suit une tendance telle qu'elle est en train de supplanter la concurrence en tant que préoccupation majeure des industriels. Elle intervient sur trois volets : la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub>, pour lesquelles des ruptures technologiques radicales sont encore nécessaires<sup>28</sup>, ainsi que la sécurité et la qualité environnementale (hors émissions de CO<sub>2</sub>)<sup>29</sup> pour lesquelles les enjeux techniques sont aujourd'hui davantage maîtrisés et reposent sur des dispositifs relativement isolés (airbag, filtre...).

Enfin, le défi de la concurrence ne dépend lui aussi que partiellement de paramètres technologiques. Ainsi, selon un expert interrogé, même si un rythme d'innovation soutenu est essentiel pour conserver des parts de marché, la sortie d'un produit raté est bien plus grave que, par exemple, une architecture électronique imparfaite<sup>30</sup>.

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Pour ce qui est de l'électronique et du logiciel, les constructeurs font part de difficultés à traduire les problèmes qu'ils rencontrent en questions qui soient compréhensibles par des intervenants extérieurs. Il s'agit de problèmes transversaux, difficiles à maîtriser, dont ils font une affaire interne ; non pas qu'il soit stratégique pour eux de les résoudre eux-mêmes mais plutôt parce qu'ils ne sont pas encore capables de fédérer correctement tous les métiers concernés pour poser les bonnes questions. Sous réserve de bonne compréhension de notre part, une telle situation semble se prêter à des dispositifs de coopération précompétitifs et sans doute également à des apprentissages pluridisciplinaires ou intersectoriels.<sup>31</sup>

Pour la mécanique et les procédés, il existe en revanche des interlocuteurs identifiés, partout dans le monde (Allemagne, USA), que les constructeurs vont solliciter dès que nécessaire. Un exemple très performant est celui des instituts semi-publics allemands, non pas les Instituts Fraunhofer (parfois très compétents mais souvent plutôt en amont) mais d'autres structures très proches des industriels (FEV, IKV...), en grand nombre notamment autour de l'université d'Aix-la-Chapelle. De tels instituts de recherche industrielle manquent en France.

En croisant les deux constats précédents, on peut se demander si la mise en place d'instituts de recherche appliquée, à même de délivrer des prestations d'ingénierie et dédiés à la maîtrise des systèmes électroniques complexes, ne constituerait pas une double opportunité, pouvant qui plus est s'appuyer sur des compétences déjà mises en œuvre dans d'autres branches industrielles compétitives en France.

---

<sup>28</sup> Trois défis majeurs se posent à l'industrie : une réduction de la consommation de carburant et des émissions de CO<sub>2</sub>, la recherche par tous les pays d'une certaine autonomie énergétique devant conduire à une diversification des énergies primaires en fonction des ressources locales et enfin l'utilisation d'énergies dites renouvelables. Ceci devrait créer dans les 20 ans qui viennent des changements très importants (carburants et systèmes de propulsion).

<sup>29</sup> Notamment dans la perspective des normes EURO V et VI à venir.

<sup>30</sup> Les constructeurs allemands, Mercedes comme BMW, ont d'ailleurs connu les pires ennuis en matière d'électronique.

<sup>31</sup> Par exemple, l'étude de cas sur l'ATM se conclut sur le fait que les compétences techniques qui caractérisent ce dernier secteur sont de nature à bénéficier à tout acteur industriel confronté à la maîtrise des systèmes logiciels complexes (multi-senseurs, interconnectés, avec exigence de fiabilité...). En raisonnant certes rapidement, on a du mal à ne pas voir un lien possible avec ces problèmes que les constructeurs automobile disent ne pas savoir résoudre. Par ailleurs, il est quasiment certain que les constructeurs aéronautiques ont dû se heurter aux mêmes exigences de fiabilité et d'interopérabilité des systèmes électroniques embarqués. Notons à ce sujet que Renault, en participant au consortium Numatec Automotive dans le cadre de la candidature pour le pôle de compétitivité « Logiciels et systèmes complexes » en Ile-de-France, y voit une opportunité de s'associer à des industries qui ont de l'expérience dans ce domaine : armement, aéronautique, espace, nucléaire...

Par ailleurs, il a été signalé plus haut que la maîtrise de la consommation énergétique des véhicules et de leurs émissions en CO<sub>2</sub> demeure un défi extrêmement important pour les constructeurs : aucune solution technologique n'est encore suffisamment mûre pour qu'ils puissent l'explorer puis la mettre en œuvre spontanément. Il apparaît donc qu'une intervention publique sera indispensable sur ce point, sur la base d'efforts de R&D mutualisés et sachant tenir compte des impératifs des acteurs industriels<sup>32</sup>.

Enfin, certains des experts pointent le besoin d'un soutien public à la réorganisation verticale de la filière. Selon eux, les équipementiers français de rang 2 et plus souffrent d'une taille trop réduite, de moyens limités et d'une R&D trop faible pour pouvoir être des interlocuteurs de poids<sup>33</sup>. La vallée de l'Arve offre ainsi un remarquable réservoir de compétences mais qui ne parvient pas à diffuser son expertise. Dans cette perspective, les risques de concurrence étrangère augmentent, notamment via le modèle japonais appliqué par Nissan et Toyota du « *keretsu* » dans lequel le constructeur garde un contrôle très poussé de toute la *supply chain* en détenant l'essentiel du capital de tous ses équipementiers. Il en résulte qu'à chaque projet d'ampleur, les constructeurs japonais sont capables de mettre en place une structure *ad hoc* très réactive et bien dotée financièrement. Les soutiens publics pourraient être multiformes : participation au capital de structures fédératrices d'équipementiers<sup>34</sup>, soutien à des projets d'apprentissage qui permettraient aux équipementiers d'élargir les champs d'exploration de leur R&D...

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Les innovations réalisées dans cette branche n'ont généralement pas de caractère diffusant directement mesurable, du fait que les constructeurs sont en « en bout de chaîne », juste avant les consommateurs. Si les procédés d'assemblage sont parfois observés par d'autres acteurs, comme ceux de l'électroménager, cela reste marginal.

Un expert interrogé nous assure cependant que de nombreux secteurs pourraient profiter de certaines caractéristiques de l'industrie automobile. Ceux pour qui la constante de temps d'un projet-type est longue (10/15 ans) pourraient valider très rapidement certaines de leurs innovations en les adaptant à l'industrie automobile où la constante de temps est beaucoup plus courte (4/5) ans<sup>35</sup>. Il y aurait alors bénéfice mutuel, reposant à la fois sur un transfert de technologie d'autres secteurs vers l'industrie automobile et une opportunité pour eux de tester leurs concepts innovants.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen et mondial**

Il semble que tous les constructeurs européens n'aient pas encore complètement rationalisé leurs efforts de R&D ni ne les aient alignés avec leur stratégie. Il existe à ce sujet une plateforme européenne basée à Bruxelles, EUCAR, où les constructeurs cherchent ensemble à rationaliser et orienter leurs efforts de R&D et dont le fonctionnement est jugé assez

---

<sup>32</sup> Voir notamment les initiatives AGRICE sur les biocarburants, qui paraît notablement sous-dimensionnée au regard des enjeux, et PAN-H sur le moteur à hydrogène, dont les constructeurs automobile ont menacé de se désengager si les orientations d'une recherche publique trop exploratoire venaient à prendre le pas sur les besoins en démonstrateurs des industriels.

<sup>33</sup> Par exemple, il leur est parfois difficile d'envoyer des experts à l'étranger, tout simplement parce qu'ils n'en ont pas les moyens.

<sup>34</sup> Comme le Pôle Européen de la Plasturgie à Oyonnax dans la vallée de l'Ain. Cet organisme cofinancé par des injecteurs a été sollicité par Valeo pour un projet auquel les équipementiers n'étaient pas en mesure de répondre directement.

<sup>35</sup> L'expert mentionnait comme exemples les absorbeurs de choc en aluminium sur lesquels travaille le CEA et les échangeurs en plastique utilisés par l'ESA dans ses satellites.

satisfaisant<sup>36,37</sup>. Les constructeurs sont toujours assez prudents et s'en tiennent strictement au stade précompétitif quand il s'agit de coopérer, mais c'est en Europe que ce type de coopérations est le plus développé. Cette voie semble intéressante et prometteuse.

---

<sup>36</sup> Voir aussi les travaux d'une autre plate-forme technologique, EPH (European Platform for Hydrogen), ayant publié une stratégie de recherche en vue du 7<sup>ième</sup> PCRD.

<sup>37</sup> A noter également ETRAC (European Road Transport Research Advisory Council) qui regroupe tous les acteurs du transport routier : les constructeurs mais aussi les équipementiers, les pétroliers, les fabricants de routes, les grandes villes européennes, les laboratoires européens qui travaillent dans ce secteur... Cet organisme a publié récemment une vision à long terme du transport routier et une stratégie de recherche associée.

## CHAPITRE VI : LES SYSTEMES LOGICIELS DE GESTION DU TRAFIC AERIEN

### A. Points clés :

- ❑ Le marché mondial des équipements au sol de gestion du trafic aérien civil (appelée ATM, pour *Air Traffic Management*), estimé à 2 G€ annuels, est pour l'essentiel réparti entre cinq acteurs : trois européens et deux américains. Avec un CA de 400 M€, le Français THALES ATM est leader mondial à l'export (hors marché nord-américain).
- ❑ Le scénario d'un rapprochement (type « Airbus ») entre acteurs européens semble incontournable à terme, mais aucune avancée concrète n'est encore observable sur ce point. Un tel rapprochement serait sans doute de nature à renforcer le potentiel des acteurs français.
- ❑ L'amélioration des performances des systèmes ATM est essentiellement rendue nécessaire par des enjeux de sécurité civile, la fréquence d'accidents graves risquant d'augmenter significativement dans les vingt prochaines années, à performances inchangées, si le trafic est comme prévu multiplié par 3 sur cette période.
- ❑ Une telle amélioration pourrait avoir des effets indirects significatifs, tels qu'une amélioration des systèmes de surveillance aérienne de défense (marché trois fois plus important pour THALES que sa contrepartie civile) et, de manière plus lointaine, la gestion de systèmes complexes de surveillance.
- ❑ Les principaux obstacles identifiés à cette amélioration tiennent à des facteurs non technologiques : harmonisation réglementaire, convergence des procédures opérationnelles... L'innovation technologique requise a quant à elle été jusqu'à aujourd'hui principalement – mais non totalement – de nature incrémentale : ergonomie des postes de travail des contrôleurs, algorithmie d'aide à la décision...
- ❑ L'ATM est une des applications les plus exigeantes des techniques d'interfaces homme-machine (visualisation expressive d'un environnement complexe), de fusion de données hétérogènes et d'interopérabilité entre logiciels répartis. La maîtrise de ce domaine permet donc d'entretenir des compétences de haut niveau dans ces techniques et de faire bénéficier, dans une mesure qui resterait à préciser, d'autres domaines d'application sophistiqués d'une main d'œuvre qualifiée.
- ❑ Cela étant, l'extension rendue nécessaire de la coopération sol/bord impose aujourd'hui de nouveaux développements techniques, plus ambitieux, en matière de moyens de communication, d'interopérabilité des logiciels, de sûreté de fonctionnement... Dans la mesure où une action publique serait jugée prioritaire pour soutenir la résolution de ces défis, celle-ci aurait tout intérêt à prendre la forme d'un grand programme, au dimensionnement justement proportionné, pour fédérer les industriels, les centres de recherche et les utilisateurs finaux. On note toutefois que cette priorité a souffert d'un certain manque d'argumentation jusqu'à aujourd'hui, au regard de la taille réduite du marché concerné, si ce n'est que tous les concurrents mondiaux bénéficient de soutiens publics qui biaisent leur compétitivité prix.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 34 : bilan d'ensemble

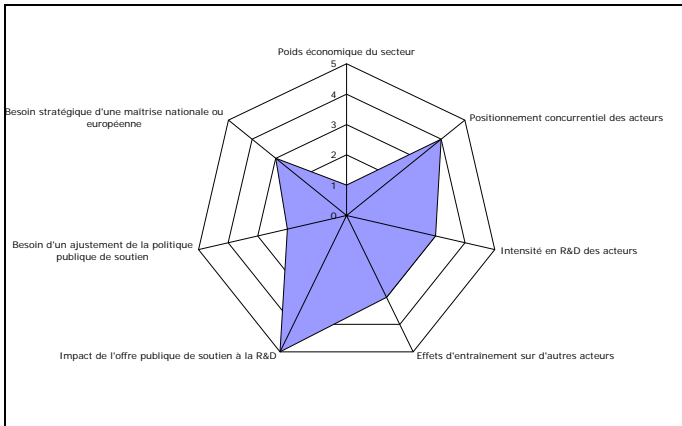


Figure 35 : les défis rencontrés

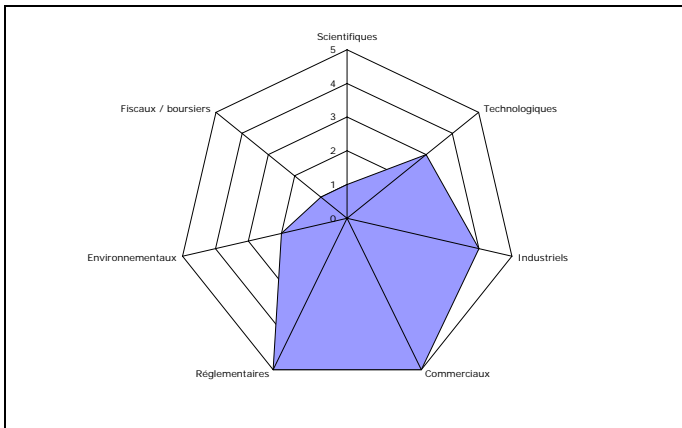
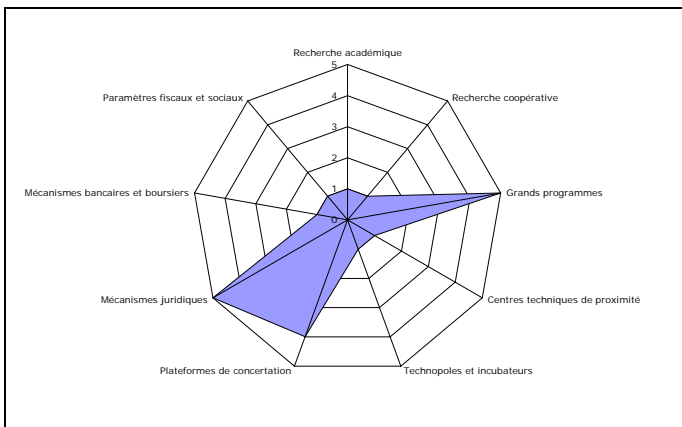


Figure 36 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

Cette fiche étudie la problématique de l'amélioration<sup>38</sup> des systèmes de gestion du trafic aérien civil (appelée ATM, pour Air Traffic Management), en adoptant le point de vue des industriels en charge de la conception et de l'intégration de ces systèmes, à forte composante logicielle. Parmi les études de cas FutuRIS, celle-ci a de plus la particularité de figurer parmi les propositions du rapport Beffa.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

Le secteur de l'ATM est très concentré, l'essentiel de l'activité mondiale étant réparti entre cinq acteurs : le Français THALES, l'Espagnol INDRA, l'Italien AMS et les deux Américains Lockheed Martin et Raytheon. Cette fiche prend le parti d'assimiler les actifs industriels à ces cinq acteurs majeurs.

Le marché mondial de l'ATM civil est estimé à 2 G€ annuels en ce qui concerne les équipements au sol. En termes de volume d'affaires, du moins dans le cas de THALES, les activités militaires sont environ trois fois plus importantes.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

La concurrence est très vive entre ces cinq acteurs, et joue essentiellement sur le ratio performance / prix. Avec un CA de l'ordre de 400 M€ annuels, THALES est leader mondial à l'export, hors marché nord-américain. Ce dernier, qui représente environ 40 % du marché mondial, reste en pratique impénétrable pour le moment et il « suffit » à Raytheon d'occuper son marché domestique pour être leader mondial<sup>39</sup>.

Interrogé sur les faiblesses de l'acteur français, notre interlocuteur a mentionné une prise en compte des intérêts industriels de la part des administrations et des décideurs politiques moins efficace que dans d'autres pays, par exemple l'Espagne. Il semble également que les aides dont bénéficient les acteurs américains via les contrats militaires fédéraux biaisent davantage leur compétitivité que dans le cas des européens.

On ne compte pas encore d'acteur puissant provenant de Chine ou d'Inde<sup>40</sup>. Cela étant, ce sont deux marchés incontournables dans lesquels il n'est possible de pénétrer qu'en y installant des entités, ce que tout le monde fait. Immanquablement, à moyen terme, les informaticiens Chinois et Indiens auront internalisé suffisamment de compétences pour créer à leur tour des acteurs compétitifs sur le plan mondial.

Enfin, la présence en Europe de trois acteurs majeurs sur cinq amène naturellement à envisager, à moyen terme, une mutualisation des efforts et une recherche de synergies (type Airbus). Dans les faits, ce schéma n'en est pour le moment qu'à un stade préliminaire et partiel. La prévision d'une nouvelle augmentation du volume global d'affaires (qui obéit à des cycles de l'ordre de 10 à 12 ans et qui aujourd'hui sort d'un « creux ») pourrait aider un tel regroupement à exploiter les gains de compétitivité envisageables.

---

<sup>38</sup> Précisons que, du point de vue des experts interrogés, la décision humaine est amenée à conserver un rôle central dans l'organisation de l'ATM ; une automatisation pure et simple de cette activité semble hors de propos, même à horizon 2020.

<sup>39</sup> Raytheon n'est même pas second à l'export puisque c'est INDRA qui occupe ce rang

<sup>40</sup> Une délocalisation reste plausible à l'avenir, par exemple vers ces deux pays, concernant l'édition logicielle « de base » sur laquelle s'appuie la conception de systèmes d'ATM. Mais elle n'est pas totalement inéluctable, par exemple si des progrès adviennent en matière de génération automatique de lignes de code.

## F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

L'effort de R&D de THALES ATM, hors développement des produits, représente environ 4 % de son chiffre d'affaires, ce qui est un peu plus faible que celui de ses concurrents étrangers, en montant absolu comme en intensité<sup>41</sup>. Ce ratio est également moyen quand on le compare aux autres branches industrielles, même si la signification de cet indicateur souffre d'une certaine imprécision pour une activité qui consiste à produire des systèmes très complexes en petites unités. En outre, THALES ATM dépense à peu près autant en efforts marketing pour soutenir les ventes qu'en efforts de R&D, équilibre qui est conforme à la moyenne nationale toutes branches confondues.

La R&D vise essentiellement à l'amélioration des systèmes, et donne lieu à des innovations de nature incrémentale. Il semble en outre que l'amélioration des performances de l'ATM, proposée par le rapport Beffa, n'exige pas de sauts scientifiques ou technologiques majeurs (sauf dans le domaine de la maîtrise des facteurs humains, des interfaces hommes-machines et des aides à la décision et de la coopération sol/bord) mais plutôt un accroissement des performances des systèmes existants et des améliorations non technologiques (harmonisation des procédures opérationnelles...).

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

Différents défis se posent pour les acteurs en charge de l'amélioration des systèmes d'ATM. Celui qui ressort comme le plus important à l'issue de cette étude de cas, du point de vue de la politique nationale de recherche et d'innovation, a trait à la réponse à la demande socioéconomique : essentiellement en termes de sécurité civile<sup>42</sup> mais aussi, plus marginalement, de développement durable<sup>43</sup>. Ceci semble une justification fondamentale pour perfectionner les systèmes d'ATM ; les autres défis identifiés découlent de cet objectif.

Un premier défi en vue de cette amélioration est de résoudre des contraintes de nature réglementaire : convergence des normes et procédures opérationnelles aux niveaux européen puis mondial, ajustement en conséquence des responsabilités des instances engagées (Eurocontrol, autorités nationales...), gestion du dialogue avec les professions concernées et notamment les contrôleurs aériens<sup>44</sup> et les pilotes<sup>45</sup>... Deux autres défis, sans ordre évident de priorité, concernent respectivement l'organisation industrielle des acteurs<sup>46</sup> et la résolution de problèmes technologiques<sup>47</sup>.

L'amélioration de l'ATM semble donc largement conditionnée par des facteurs non technologiques. Cette perspective d'amélioration ne concerne évidemment pas uniquement les industriels en charge de la conception des systèmes sur lesquels cette note se focalise ; d'autres branches d'activités impliquées sont également soumises à des défis

---

<sup>41</sup> Notre interlocuteur impute notamment cette différence au fait que ces concurrents bénéficient davantage de soutiens publics.

<sup>42</sup> Le triplement du trafic aérien prévu à horizon 2020 devrait en effet donner lieu à un accident grave par semaine si les systèmes actuels ne sont pas améliorés.

<sup>43</sup> L'amélioration des performances des systèmes ATM contribue directement à la réduction de consommation de carburant en fluidifiant le trafic au sol, ou encore permet de prendre en compte les zones d'habitation à éviter pour réduire les nuisances sonores.

<sup>44</sup> Les contrôleurs aériens, qui constituent historiquement l'épicentre décisionnel en matière d'ATM, sont à la fois demandeurs de logiciels performants qui pourraient les seconder dans les aspects les plus risqués de leur métier et très exigeants avant d'admettre qu'un produit donné peut effectivement réduire leur charge de travail.

<sup>45</sup> La capacité sans cesse accrue de transfert de données entre sol et bord, doublée à la performance elle aussi croissante de l'informatique embarquée, est en passe de donner aux pilotes un poids croissant dans la prise de décisions, les contrôleurs aériens conservant toutefois la responsabilité globale du contrôle.

<sup>46</sup> Compétitivité par les prix, capitalisation des compétences à l'approche de départs massifs en retraite, implication des métiers connexes (avionneurs, transporteurs...) dans la mise au point de solutions de plus en plus complexes et communicantes et, à plus long terme, une mutualisation probable des efforts européens qui reste à faire presque entièrement.

<sup>47</sup> Télécommunication et interopérabilité des systèmes répartis, performance et fiabilité des logiciels, métrologie et précision des capteurs, traduction des besoins opérationnels des utilisateurs...

importants, comme l'amélioration de la capacité de traitement de l'information par les logiciels embarqués à bord, la gestion des flux humains et matériels au sein des plateformes aéroportuaires, ou encore la capacité de transfert de données des réseaux civils et militaires.

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Les partenariats de THALES ATM avec la recherche publique sont pour le moment assez marginaux ou indirects, *via* le centre de R&D « corporate ». Ils vont cependant se développer dans une logique de pôles de compétitivité : l'entreprise a en effet décidé de jouer un rôle moteur dans cette initiative en France et suit des dynamiques comparables en Australie, en Chine et à Singapour. Selon son modèle de présence multi-domestique dans de nombreux pays, le fait que les entreprises ou centres de recherche partenaires soient localisés en France ou à l'étranger n'influe quasiment pas sur l'accessibilité ou la qualité des coopérations, mais le renforcement des liens avec des pôles de recherche et d'innovation est important dans chacun de ces emplacements. Autrement dit, le volume et la qualité de la recherche publique française, notamment dans le domaine du logiciel, n'ont qu'un impact partiel sur l'amélioration en tant que telle des performances des systèmes ATM mais ils pourraient avoir un impact croissant sur le maintien sur le territoire national d'une part de l'activité industrielle concernée (on rappelle que, entre autres technologies logicielles, des avancées en matière de génération automatique de code offrirait une alternative au recours aux main-d'œuvre chinoise ou indienne pour la production d'éléments logiciels « de base »).

D'autres modalités que le financement « direct » des laboratoires de recherche publique peuvent d'ailleurs être envisagées pour soutenir ces liens partenariaux, tels que les RRIT, qui ont globalement démontré leur efficacité, ou encore des mécanismes de crédits d'impôts ciblés (« amendement Ranque »).

Pour le moment, les principaux instruments de soutien à la R&D observables<sup>48</sup> ou anticipés<sup>49</sup> s'inscrivent dans une logique de « grands programmes », dont l'intérêt principal est de financer des innovations de rupture tout en créant de nouveaux marchés associés. On sait par ailleurs que les programmes publics de R&D, tout comme les contrats militaires, ont parfois servi, même en l'absence d'avancées technologiques décisives, à soutenir la compétitivité d'acteurs industriels tout en restant en conformité avec les règles internationales en matière de concurrence (OMC et Commission Européenne notamment). Les exemples américain et espagnol<sup>50</sup>, pour ne citer qu'eux, montrent que le secteur de l'ATM obéit à cette logique. Mais les experts rencontrés font valoir que, à moyen terme, la prise en compte de systèmes plus complexes (notamment sol/bord) sera incontournable pour garantir une sécurité aérienne élevée et que ceci ne pourra advenir sans innovations de rupture, financées par de tels programmes. Ils soulignent en outre que l'utilité financière des grands programmes, notamment européens, se double d'une réelle utilité organisationnelle et technologique lorsque l'on parvient à fédérer les acteurs en présence dans un programme judicieusement conçu (cf. exemple réussi du programme SESAME<sup>51</sup>).

Dans le cadre de la réflexion systémique de FutuRIS, une telle approche soulève deux questions. Premièrement, on peut être surpris de voir les pouvoirs publics des quatre principaux pays concernés soutenir les acteurs de l'ATM par le biais d'aides publiques, quelle

<sup>48</sup> Aides du MINEFI et programmes communautaires.

<sup>49</sup> Cf. propositions du rapport Beffa.

<sup>50</sup> Les décideurs publics espagnols ont fait en sorte d'optimiser l'audience de leur « champion national » auprès des instances européennes en y introduisant des représentants nationaux. Ceci leur a permis d'élever considérablement le rendement des aides nationales en leur ajoutant des aides européennes.

<sup>51</sup> Destiné à proposer un interlocuteur unique aux instances politiques européennes, SESAME regroupe notamment THALES ATM et ses concurrents européens, Airbus et EADS.

que soit leur forme, alors que la taille du marché civil reste somme toute modeste<sup>52</sup>. Dans un contexte de concurrence mondialisée, il ne semble par exemple pas indispensable à un pays donné de disposer d'un industriel national compétitif pour bénéficier d'un haut niveau de sécurité aérienne sur les plateformes aéroportuaires civiles. Deuxièmement, même si les pouvoirs publics parvenaient à mieux justifier la nécessité d'un tel soutien ainsi que l'utilité de lui donner la forme de programmes de R&D, notre hypothèse est que ces derniers serviraient sans doute autant à soutenir la compétitivité des acteurs qu'à financer des innovations de rupture (dont il nous a été dit que, du moins par le passé, elles n'avaient pas été très importantes).

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Les acteurs de l'ATM se positionnent en offreurs d'innovation essentiellement auprès des développeurs de systèmes de contrôle et de décision opérationnels (sécurité civile, surveillance de trafic maritime, surveillance aérienne militaire...). En effet, de manière croissante, et répondant en cela à la demande des autorités des différents pays européens, ces systèmes peuvent bénéficier des technologies mises au point dans le cadre des systèmes civils d'ATM. La part « réutilisable » représente environ 5 à 8 % d'un système militaire complet par exemple.

Les technologies mais aussi les partenariats et habitudes de coopération développées dans le cadre de l'ATM civil pourraient par ailleurs bénéficier également aux sous-secteurs de la sécurité civile, des réseaux télécoms et plus largement aux situations exigeant la maîtrise d'un système complexe (e.g. trafic ferroviaire dans l'hypothèse d'une ouverture de la concurrence...).

De plus, l'ATM est une des applications les plus exigeantes des techniques d'interfaces homme-machine (visualisation expressive d'un environnement complexe), de fusion de données hétérogènes et d'interopérabilité entre logiciels répartis. La maîtrise de ce domaine permet donc d'entretenir des compétences de haut niveau dans ces techniques et donc de faire bénéficier, dans une mesure qui resterait à préciser, d'autres domaines d'application sophistiqués d'une main d'œuvre très qualifiée.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Le niveau de mutualisation européenne actuellement constaté ou prévisible sur la R&D concernant l'amélioration de l'ATM est faible horizontalement, c'est-à-dire entre concurrents proposant les mêmes solutions, mais avancé verticalement, entre partenaires intervenant à différents stades du projet. Comme il est suggéré plus haut, le secteur de l'ATM comptant 3 des 5 principaux acteurs en Europe, il est assez intuitif que des économies d'échelle significatives, et partant des gains de compétitivité, pourraient découler d'une mutualisation des efforts « à la Airbus ». Cette intégration, non plus seulement de la R&D précompétitive mais aussi des activités industrielles, a été décrite comme « inévitable à terme » au cours de cette étude de cas.

---

<sup>52</sup> Les chiffres donnés pour THALES ATM laissent supposer un budget total de R&D de l'ordre de 15 M€ pour cette entreprise ; même en supposant que ses concurrents européens en dépensent davantage, il est clair que les efforts publics ne sont pas loin d'être du même ordre de grandeur que ceux des trois entreprises auxquelles ils s'adressent.

## CHAPITRE VII : L'INDUSTRIE AGROALIMENTAIRE

### A. Points clés

- ❑ Regroupant près de 600 000 emplois et contribuant au PIB industriel à hauteur de 15 % environ, le secteur agroalimentaire est, en France, l'un des plus importants en volume aujourd'hui. Il est également exportateur net, même si le solde diminue depuis 1997 ; il a atteint 8 G€ en 2003.
- ❑ Les acteurs français occupent historiquement un rang de leader européen sur cette activité, bénéficiant d'une panoplie précieuse de savoir-faire et de technologies. Cela étant, les signes de faiblesse sont assez nombreux pour craindre un décrochage prochain de ces acteurs face à la concurrence extra-européenne. Très peu intégrés verticalement, cloisonnés, d'envergure modeste sur la scène internationale, très faiblement intensifs en recherche et innovation... ils ne semblent que rarement en mesure d'affronter de grands groupes intégrés, par exemple américains. Or, leur stratégie défensive la plus fréquente, celle d'un ancrage profond dans l'identité des territoires, ne peut être une protection totale contre les risques de délocalisation.
- ❑ Au quotidien, deux défis préoccupent particulièrement les industriels : d'une part, leur dépendance à l'égard de leurs clients, constitués pour l'essentiel par trois ou quatre centrales d'achat des grands distributeurs avec lesquelles le rapport de force est largement déséquilibré et, d'autre part, le risque de perdre leur marché du jour au lendemain à la suite d'une défaillance sanitaire, soupçonnée ou avérée. En termes de santé publique, ce secteur est concerné par un troisième enjeu au moins aussi complexe mais à plus long terme : la préservation de la qualité nutritionnelle des aliments ou, pour le dire autrement, la nécessité de retrouver une convergence entre les habitudes de consommation du grand public (que les entreprises doivent suivre si elles veulent rester compétitives) et les règles de bon équilibre nutritionnel. Trop lointain aux yeux des entreprises elles-mêmes, cet enjeu est actuellement surtout repris par les pouvoirs publics.
- ❑ Les experts s'accordent quant au fait que l'offre publique de soutien à la recherche et à l'innovation dans ce secteur est inégale. Reconnue de bon voire très bon niveau pour ce qui concerne la recherche publique, elle est plutôt défaillante et sous-dimensionnée en ce qui concerne le transfert technologique et le soutien à l'innovation industrielle proprement dite.
- ❑ Plusieurs constats plaident pour un rééquilibrage de cette offre publique, c'est-à-dire pour un renforcement et peut-être également une restructuration du dispositif de transfert technologique. Premièrement, la capacité d'innovation des acteurs sera vraisemblablement un paramètre clé de leur capacité à affronter la concurrence mondiale ainsi qu'à atteindre leur objectif d'amélioration de la qualité sanitaire des aliments. Deuxièmement, dans leur large majorité, ces entreprises ne sont pas encore en mesure d'organiser et de financer cet effort d'innovation de manière autonome. Troisièmement, les principaux opérateurs publics de recherche vont de plus en plus être appelés à repositionner leurs axes de recherche, notamment en direction des problématiques nutritionnelles évoquées ci-dessus, encore largement inexplorées : non seulement elles répondent à des enjeux sociétaux importants mais il se trouve en plus que les fondements scientifiques des problématiques sanitaires sont en passe d'être globalement maîtrisés.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 37 : bilan d'ensemble

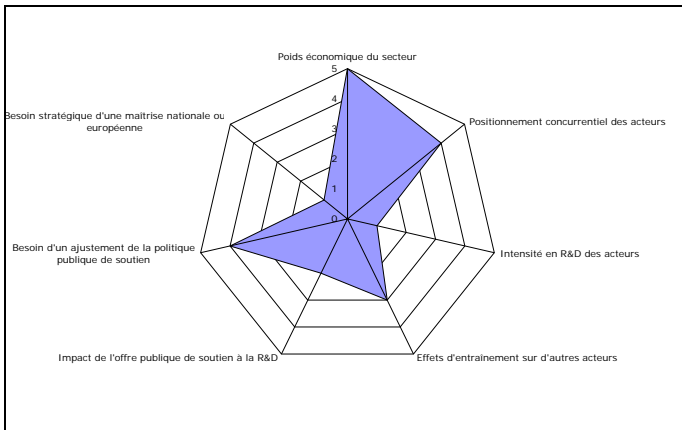


Figure 38 : les défis rencontrés

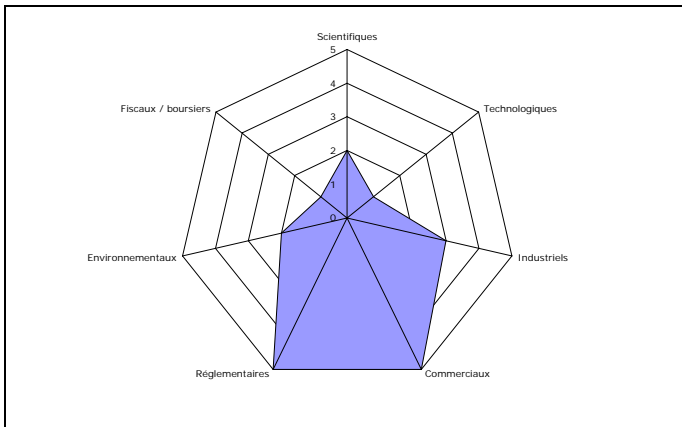
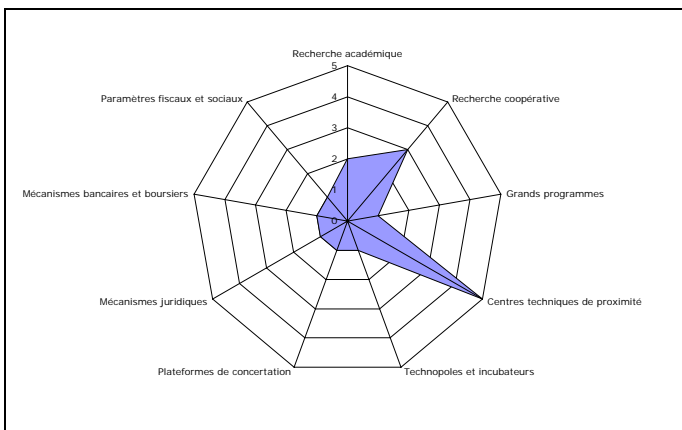


Figure 39 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

L'agroalimentaire désigne l'ensemble des activités de transformation des produits de l'agriculture destinés à l'alimentation.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

Avec un chiffre d'affaires de 136 milliards d'euros en 2003, l'agroalimentaire revendique les rangs de premier secteur industriel français et de leader européen. Il se place en effet parmi les tous premiers contributeurs à l'économie nationale (autour de 15 % du PIB industriel<sup>53</sup>), emploie 421 000 personnes dans 4 000 entreprises de plus de 20 salariés<sup>54</sup> et 590 000 personnes dans quelque 11 000 entreprises si on tient également compte des TPE et des artisans<sup>55</sup>.

Il s'agit également d'une industrie exportatrice : son solde commercial était de plus de 8 milliards d'euros en 2003 même s'il régresse depuis 1997.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

Fort du positionnement rappelé ci-dessus, le secteur agroalimentaire français fait figure de leader historique. Ceci lui permet au passage de bénéficier, en matière de technologies alimentaires, d'un savoir faire jugé « pointu et sophistiqué » par l'un des experts rencontrés, pouvant être exporté parallèlement aux flux de produits finis ou intermédiaires<sup>56</sup>. De plus, la France conserve un fort réservoir de synergies potentielles entre capacités agricoles et agroalimentaires d'une part et entre capacités agroalimentaires et gastronomiques ou touristiques d'autre part.

Toutefois, tel un leader menacé d'aveuglement voire de décrochage, ce secteur comporte également un certain nombre de faiblesses pointées par nos interlocuteurs.

Premièrement, il s'agit d'un secteur assez peu structuré. En termes verticaux d'une part, puisque les petites et très petites entreprises sont nettement majoritaires : sur les 10 840 entreprises recensées au total, seules 400 soit environ 4 % comptent plus de 250 salariés. En termes transversaux d'autre part, les filières « cloisonnées » étant décrites comme *" trop peu organisées en fonction des exigences de la mondialisation [...], trop peu concentrées, structurées, automatisées ou 'marketées' [et dont certaines] connaissent justement des difficultés et une forte concurrence à l'exportation actuellement. "*<sup>57,58</sup>

Deuxièmement, en lien avec le constat précédent, les leaders français de l'alimentaire n'ont qu'un poids limité sur la scène internationale : ils ne sont que cinq parmi les cent premiers mondiaux. Danone, premier industriel français, dont le chiffre d'affaires représente le quart du premier mondial (Nestlé), oscille entre le 10<sup>ème</sup> et le 15<sup>ème</sup> rang mondial, expliquant que ce groupe fait régulièrement l'objet de rumeurs au sujet d'OPA hostiles.

Troisième facteur de fragilité, les industriels de l'alimentaire dépendent de plus en plus de l'oligopsonne formé par un petit nombre d'entreprises de grande distribution et plus précisément par 3 ou 4 centrales d'achat en capacité d'exercer une forte pression sur leurs

---

<sup>53</sup> Source ANIA

<sup>54</sup> Source INSEE.

<sup>55</sup> Source Unedic.

<sup>56</sup> Les industries des pays émergents éprouvent des besoins croissants en produits intermédiaires

<sup>57</sup> In Christine Ton Nu. Rapport sectoriel 2003 de l'ANVAR.

<sup>58</sup> Le secteur viticole est ainsi souvent l'objet d'inquiétudes, l'organisation historique de la filière paraissant de plus en plus fragile face aux grands entreprises intégrées américaines ou australiennes et au défi d'un changement climatique sensible.

marges. Certes, le positionnement international favorable de ces distributeurs<sup>59</sup> peut être un atout pour exporter une image de qualité des produits français. Mais plus directement, cette pression sur les prix demeure le tout premier défi auquel le secteur est confronté.

Enfin, les experts rencontrés estiment que, même fortement ancré sur les territoires, ce secteur est exposé à des risques non nuls de délocalisation : encore riche en main d'œuvre, il est marqué par des coûts de production relativement élevés tandis que la durée de vie en constante augmentation des emballages comme des produits rend ces derniers de plus en plus transportables. Danone, par exemple, est présent en Chine à hauteur de 30 %.

## F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

Le secteur alimentaire privé tient la réputation d'être très peu intensif en R&D, qui ne constitue pas un axe majeur de sa stratégie. La dépense intérieure de R&D de ces entreprises était en effet de 493 M€ en 2002<sup>60</sup>, ce qui représentait 0,9 % du chiffre d'affaires des seules entreprises ayant mené des travaux de R&D (contre 3,2 % pour la moyenne nationale) et à peine 0,4 % du chiffre d'affaires total du secteur<sup>61</sup>. Certains experts font certes valoir que, compte tenu des volumes importants de produits intermédiaires brassés par ces entreprises, l'écart serait sans doute moins important en rapportant la dépense de R&D à la valeur ajoutée et non pas à l'ensemble du chiffre d'affaires. Mais cela ne suffit pas à contredire le constat général d'un secteur à faible intensité en innovation.

Premièrement parce que ces mêmes observateurs font remarquer qu'une part significative de l'effort d'innovation entrepris par la plupart de ces acteurs privés est focalisée sur une problématique de renouvellement de produits, d'amélioration de procédés et de mise en conformité réglementaire (innovation défensive), mais marginalement seulement sur des innovations de rupture<sup>62</sup>. Ceci s'explique premièrement du fait que le secteur est surtout constitué de petites entreprises qui manquent de ressources pour financer des projets exploratoires par définition risqués ; d'autres types d'investissements sont pour elles plus rapidement rentables tels que le marketing ou le rachat de filières à l'étranger. Un autre facteur explicatif tient aux attentes du marché : les habitudes de consommation sont tellement marquées par une exigence de sécurité et d'authenticité, voire de tradition, que les industriels sont incités à n'introduire que très peu d'innovations de produits et à privilégier la recherche de gains de valeur ajoutée dans les innovations de procédés (congélation sous pression, produits de quatrième gamme...).

Deuxième caractéristique : l'alimentaire ressort comme un secteur où la culture du secret industriel conserve un statut important, puisque les formulations et recettes font partie d'un savoir-faire et sont difficilement protégeables. Les acteurs privés sont de ce fait tendanciellement « frileux » à l'égard des coopérations, tant entre eux qu'avec le secteur public. Les exemples de projets partenariaux réussis, comme les travaux sur l'usine ultra-propre ou transfert des technologies de cuisson extrusion, sont rares. Cette tendance se traduit également dans les indicateurs disponibles : alors que ce secteur réalise 2,3 % de l'effort de R&D privé (DIRDE), il ne représente que 1,5 % du montant des projets de R&D confiés par les entreprises aux acteurs publics de recherche et ne bénéficie que de 0,5 % des financements publics de soutien à la R&D tous secteurs confondus (l'organisation de la politique publique de soutien à l'innovation étant également en cause sur ce dernier point).

<sup>59</sup> Carrefour est leader européen en termes de chiffre d'affaires dont il réalise 50 % à l'export. Auchan occupe le 6<sup>ème</sup> rang et réalise 40 % de son CA à l'étranger.

<sup>60</sup> Source : bureau des études statistiques sur la recherche, ministère de la recherche.

<sup>61</sup> Nestlé est à 1,1%, Danone à 0,8 % et Pernod-Ricard à environ 0,5 %.

<sup>62</sup> En termes de procédés, les innovations les plus radicales qu'a connues le secteur en 100 ans sont sans doute l'appertisation (conserves) et la mise sous vide ; en termes de produits, les experts ne mentionnent que la « vache qui rit », une pâte molle cuite à conservation quasi infinie, et l'irruption des biscuits pour apéritif, il y a déjà plusieurs décennies..

Toutefois, il faut observer que les entreprises fabriquant des produits alimentaires intermédiaires ou des équipements se caractérisent par un effort R&D/CA plus important (3 % à 15 %) que le reste de l'industrie alimentaire et notamment les fabricants de produits finis.

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

En adoptant le point de vue des acteurs industriels, nos interlocuteurs ont cité deux préoccupations majeures. Le souci premier des entreprises du secteur de l'alimentation est de faire face à la pression des centrales d'achat qui constituent leur clientèle quasi exclusive. Leur crainte quotidienne est en effet d'être subitement déréférencées par les grands distributeurs ou de ne pas réussir à faire référencer leurs nouveaux produits, sachant que les linéaires des distributeurs sont pleins et que toute introduction d'un nouveau produit se fait donc au détriment d'un autre.

Leur seconde grande crainte tient au risque, jamais totalement réductible, de devoir retirer leurs produits de la vente suite à un soupçon de risque sanitaire (métaux lourds, OGM, listeria...). Sachant d'une part que les risques encourus par les consommateurs sont le plus souvent imperceptibles (inodores, incolores et sans saveur) et d'autre part que ces derniers se trouvent dans un environnement de surabondance alimentaire, le « zapping » alimentaire demeure toujours hautement probable, induisant de nombreuses ruptures socio-économiques.

Si l'on adopte cette fois le point de vue des pouvoirs publics, un autre défi se pose aux acteurs du secteur, à la fois plus lointain et plus difficile, ayant trait à la qualité nutritionnelle – et non plus seulement sanitaire – des aliments. A la suite du rapport Saunier<sup>63</sup>, le groupe de travail du « Partenariat national pour le développement de l'industrie alimentaire » portant spécifiquement sur l'encouragement de la RDI identifie ainsi, parmi les enjeux du secteur, « *le lien entre nutrition et santé, ou plus exactement la nécessité de mobiliser une conscience collective autour de l'impact des modes d'alimentation sur la progression très inquiétante de l'obésité et de ses effets sanitaires collatéraux. Ce lien inclue aussi les aspects protecteurs de certains types d'alimentation vis-à-vis de certaines maladies.* ». L'enjeu naît précisément du fait que les habitudes des consommateurs vont globalement à l'encontre des nécessités de santé publique. Une enquête menée en 2003 pour la CIAA a en effet analysé les tendances de l'innovation alimentaire dans le monde en observant les lancements de nouveaux produits. Elle montre que la notion de plaisir reste de loin le moteur le plus important (50 %), suivi par la facilité d'utilisation (22%), la santé (16 %) et le bien-être (14 %)<sup>64</sup>. Schématiquement, sur la dernière décennie, les comportements des consommateurs (propension à consommer des produits salés, « snacking »...) ont donc rendu antagonistes les deux objectifs que sont d'une part la compétitivité des entreprises alimentaires et d'autre part la préservation de la santé publique.

## H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés

Les documents et personnes consultés s'accordent sur le constat d'un hiatus persistant entre l'effort public de R&D en matière alimentaire, souvent considéré comme de qualité et parfois également comme significatif en volume, et son prolongement sur les terrains du transfert technologique et de l'innovation privée, généralement pointé comme insuffisant.

<sup>63</sup> Rapport de l'OPECST, présidé par le sénateur Saunier sur « les nouveaux apports de la science et de la technologie à la qualité et à la sûreté des aliments », ainsi que sur les travaux entrepris dans le cadre du « Partenariat National pour le développement de l'industrie alimentaire ».

<sup>64</sup> Certains ont coutume de parler des « quatre S » pour désigner les conditions de succès d'un produit agroalimentaire : satisfaction, service, santé, et sanitaire. Mais ces résultats montrent à quel point ces critères sont déséquilibrés.

Les acteurs publics de recherche sont en effet estimés de très bon niveau, reconnus au niveau mondial ou européen, même s'ils sont sans doute un peu trop dispersés pour tirer tous les gains possibles de leur qualité scientifique<sup>65</sup>. Dans le cas particulier de la recherche technologique, essentielle à la compétitivité des entreprises, ces acteurs publics interviennent dans l'acquisition des connaissances théoriques et la modélisation des systèmes et laissent l'utilisation de ces connaissances au plus près des procédés de production et des produits à l'initiative des industriels eux-mêmes, équipementiers ou IAA, et des centres techniques.

C'est en effet sur ce terrain du transfert technologique qu'interviennent les 42 centres techniques du réseau ACTIA<sup>66</sup>, regroupant quelque 1 000 docteurs, ingénieurs et techniciens<sup>67</sup>, et qui accompagnent surtout les PME<sup>68</sup> : prestations sur mesure d'expertise, de R&D et de formation, prestations sur catalogue, services d'interface... Ces centres techniques sont pourtant fragiles : étant principalement prestataires de service et souffrant d'une faible capacité d'autofinancement<sup>69,70</sup>, ils ne sont plus en mesure de supporter seuls les actions nécessaires d'acquisition et de transferts de connaissances aux coûts de plus en plus élevés. Certes, les aides publiques à l'innovation interviennent également par d'autres biais, mais pour des montants modestes et sans parfois la relation de proximité qui caractérise les centres techniques<sup>71</sup>.

Selon les experts rédacteurs du volet R&D du « Partenariat national... », la recherche technologique alimentaire est donc en danger, ce qui pourrait occasionner, à terme, une dégradation des performances industrielles. Ce risque est d'autant plus plausible que les acteurs publics de recherche vont nécessairement voir leurs champs d'activité évoluer et s'éloigner des préoccupations immédiates des industriels. En effet, selon un point de vue répandu, la maîtrise des enjeux scientifiques relatifs à la préservation de la qualité sanitaire des aliments est telle que l'on ne peut plus attendre d'apports majeurs de la part de la recherche publique sur ce terrain ; tout au contraire, elle a intérêt à investir une part croissante de son potentiel sur des problématiques plus lointaines et plus risquées telles que celle de la préservation de leur qualité nutritionnelle. Or, si les entreprises du secteur sont aujourd'hui très attentives au premier défi et assez peu préoccupées par le second, nous y voyons le signe d'un besoin en acteurs intermédiaires suffisamment puissants, intervenant en matière de transfert technologique.<sup>72,73</sup>

---

<sup>65</sup> Pour s'en tenir aux seules institutions de recherche, l'effort public est actuellement réparti entre l'INRA, le CNRS, l'INSERM, l'Institut Pasteur, l'AFSSA, le CEMAGREF, le CIRAD, l'IRD, l'IFREMER, le CEA ainsi que les établissements d'enseignement supérieur. A cela s'ajoutent de nombreuses structures intermédiaires, GIP ou GIS notamment.

<sup>66</sup> On peut distinguer les centres techniques « architectes » qui montent des projets et mettent en relation des offreurs de solutions et des « entrepreneurs » qui ont des capacités de R&D.

<sup>67</sup> A titre de comparaison, les entreprises du secteur comptent un peu moins de 2 000 chercheurs.

<sup>68</sup> Ces centres dessinent un maillage de proximité dont les grandes entreprises ont moins besoin en raison de leur capacité à aller acheter la R&D à l'étranger.

<sup>69</sup> Les centres ACTIA tirent plus de 80 % de leur chiffre d'affaires consolidé de la prestation de services. Les financements publics de soutien à la R&D, qu'ils soient d'origine régionale, nationale ou européenne, représentent au total près de 7 M€ annuels, soit 9 % de leur budget.

<sup>70</sup> Un des constats récurrents est notamment que ces centres techniques sont beaucoup moins bien dotés que leurs « homologues » agricoles regroupés dans l'ACTA (ITCF sur les céréales, CETIOM sur les oléagineux...). Plus généralement, il semble historiquement que les domaines proches de l'agronomie aient longtemps été considérés comme plus « nobles » et méritant plus d'égards que les domaines relatifs à la transformation alimentaire.

<sup>71</sup> Les principales autres actions de soutien de la R&D privée recensées fin 2004 par le groupe de travail du « partenariat national » sont : les aides ANVAR (15 à 18 M€, dont 2 M€ d'EUREKA), les interventions du Ministère chargé de la recherche (sept plates-formes technologiques, pour 1 M€ environ au total, le crédit d'impôt recherche (5 M€) et les bourses CIFRE (1,2 M€).

<sup>72</sup> A titre d'exemple, il existait jusque récemment un RRI (réseau de recherche partenariale) sur l'alimentation, RARE, dont le bilan a été jugé satisfaisant sur les technologies liées à l'aliment mais pas du tout sur la nutrition.

<sup>73</sup> Les CIFRE seraient, selon un de nos interlocuteurs, un moyen clé d'introduire un effort de R&D – voire une certaine culture de la R&D – dans les entreprises du secteur agroalimentaire. Or, cela ne marche pas, même au sein des plus gros groupes : les constantes de temps et le niveau de technicité des enjeux sont encore trop différents par rapport à la recherche publique. Les CORTECHS qui offrent des mécanismes analogues pour les techniciens supérieurs ne marchent pas non plus, peut-être en raison d'une trop faible notoriété.

Face à un déficit d'innovation assez généralisé, une autre solution pourrait être de disposer d'équipementiers compétitifs : à l'image de ce qui se passe dans d'autres secteurs (cf. étude de cas sur l'automobile), on pourrait imaginer que ce soient les constructeurs de machines de transformation alimentaire qui assument l'essentiel des efforts de R&D et non les entreprises qui commercialisent ces produits. Le problème est alors que ce segment est aujourd'hui dominé par les Suisses, Allemands ou Suédois et qu'il n'existe quasiment plus d'équipementiers français.

Autre préoccupation exprimée par nos interlocuteurs : si les organismes publics de recherche jouent leur rôle en déplaçant le front de leurs préoccupations vers des enjeux trop complexes ou trop lointains pour que les acteurs privés s'en saisissent spontanément, cela ne signifie pas qu'ils soient eux-mêmes suffisamment armés pour les appréhender. En d'autres termes, la capacité des industries alimentaires à faire face à moyen terme aux enjeux nutritionnels de l'alimentation dépend, à plus court terme, de l'existence de capacités prospectives de constitution d'agenda, nécessairement multidisciplinaires, qui font actuellement défaut aux opérateurs de recherche.

On peut en conclusion de ce chapitre citer les recommandations principales du rapport Saunier et de celui du « Partenariat National... », qui dessinent en creux un diagnostic sur le dispositif public de soutien à l'innovation dans ce secteur :

- ❑ **Investir dans l'expertise scientifique internationale à vocation réglementaire dans le domaine alimentaire.** La création de normes au sein du Codex alimentaire, cogéré par l'OMS et la FAO, recèle un caractère stratégique qui s'exprime notamment par le fait que beaucoup de ces normes font partie du dispositif appliqué par l'OMC. Il en est de même des comités d'experts de l'Union Européenne sur lesquels peuvent reposer les réglementations sur l'admission aux marchés de nouveaux produits. Or, selon l'OPECST, la France n'investit pas assez dans ce type d'expertise, ni au niveau de l'Etat, ni à l'échelon des organismes de recherche.
- ❑ **Mettre en place des plates-formes de recherche significatives à l'échelon mondial.** Les experts s'entendent sur le fait que, à un terme de quinze ans, il n'existera plus qu'une vingtaine de centres de recherche en alimentation et en nutrition significatifs à l'échelon mondial. Il est donc suggéré d'anticiper cette tendance et d'organiser des pôles d'excellence à l'échelle européenne pour y affecter des moyens renforcés.
- ❑ **Renforcer les moyens et structures du transfert scientifique et technologique.** Le rapport Saunier salue par exemple les réflexions de l'INRA sur les perspectives à 10-15 ans de la recherche en alimentation tout en rappelant que le problème des conditions de son transfert à l'industrie alimentaire française reste largement irrésolu.

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Peu intensif en technologies génériques et se situant en « bout de chaîne » de production, le secteur agroalimentaire se présente très peu comme source d'innovations ou de compétitivité pour d'autres secteurs industriels.

La seule exception notable concerne l'agriculture, dont les IAA sont de loin le principal client et sur laquelle la compétitivité de ces dernières a nécessairement un impact structurant.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Le seul secteur français étant lui-même peu structuré, on comprend que l'intégration européenne d'un agenda de recherche et d'innovation est inexistante en ce qui concerne les entreprises, à l'inverse de ce qui se déroule pour la recherche publique.

Potentiellement profitable, un rapprochement européen ne pourra vraisemblablement pas émaner directement des seules entreprises, encore trop cloisonnées.

Un de nos interlocuteurs estime d'ailleurs « avoir toujours rêvé » que la recherche agronomique soit européenne mais, méfiant à l'égard d'une large construction multilatérale, juge qu'un tandem bilatéral France-Pays-Bas pourrait être plus efficace et donc préférable.

## CHAPITRE VIII : L'INDUSTRIE DU MEDICAMENT

### A. Points clés

- Le marché du médicament est à la fois vaste (550 G€ au plan mondial, 150 en UE et 33\* en France) et en croissance (+5 à 7 % par an, quel que soit le périmètre géographique considéré). En France, il a créé ces derniers temps 1 000 emplois par an, malgré un mouvement de fusions-acquisitions.
- La France et l'Europe bénéficient historiquement d'une position relativement favorable sur ce marché mondial. Mais les bouleversements en cours (développement des biotechnologies, irruption des génériques, pressions sur les équilibres des comptes sociaux...) sont tels que la menace concurrentielle reste très élevée.
- Ces dernières années, la filière de l'innovation dans le domaine du médicament s'est progressivement morcelée. Le lien entre la recherche publique et les entreprises pharmaceutiques s'est distendu, suite à une distance accrue entre l'offre de la première et les besoins des secondes, créant un espace d'intervention pour de nouveaux acteurs intermédiaires que sont les startups, les *Contract Research Organisations* et les *Contract Manufacturing Organisations* (CRO et CMO). Ce qui pouvait auparavant être décrit comme une filière est maintenant plus proche d'un réseau de « fournisseurs » et de « clients » de R&D, dont la proximité géographique n'est pas nécessairement une caractéristique très structurante.
- Les deux défis principaux des industriels du médicament consistent à proposer des médicaments sûrs (i.e. dépourvus d'effets secondaires) et innovants. Les stratégies possibles des acteurs pour répondre à ces défis sont actuellement bouleversées par l'irruption des biotechnologies, sur fond de pression à la baisse du prix des médicaments.
- Le décideur public se trouve ainsi confronté à un jeu d'acteur complexe, face auquel il peut souhaiter poursuivre plusieurs stratégies : promouvoir l'ancrage territorial de tel ou tel groupe d'acteurs, équilibrer les comptes sociaux... Il dispose pour cela de plusieurs leviers d'action, dont le plus fréquemment cité est sans doute le maintien d'une capacité publique de recherche de haut niveau complété par l'approfondissement du transfert des technologies.
- Enfin, dans la mesure où la poursuite des fusions-acquisitions d'une part et l'éclatement des différentes fonctions actuellement assumées par les groupes pharmaceutiques d'autre part sont deux tendances plausibles aux yeux des experts, les mutations de l'organisation industrielle du secteur demeurent en partie imprévisibles.

Mise en forme : Puces et numéros

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 40 : bilan d'ensemble

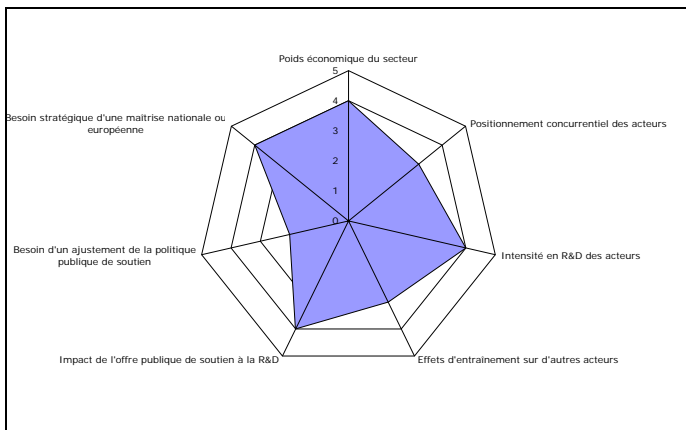


Figure 41 : les défis rencontrés

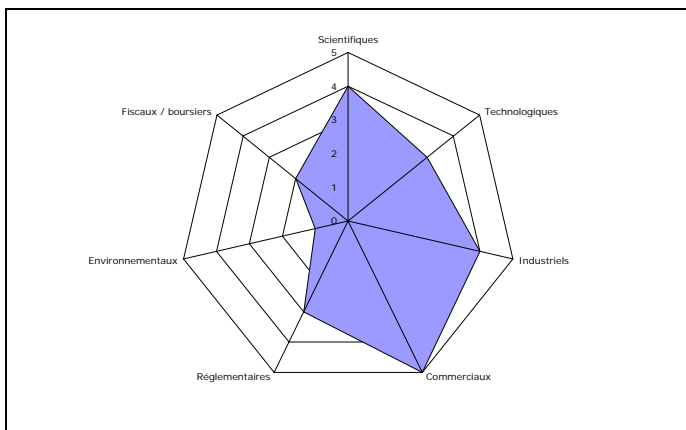
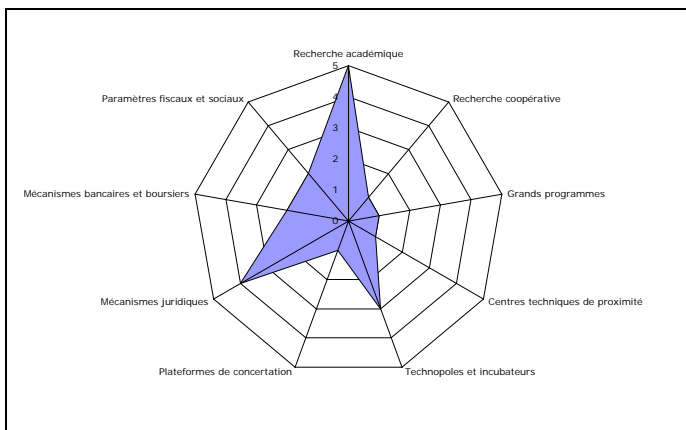


Figure 42 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

Cette étude de cas porte sur le secteur pharmaceutique, c'est-à-dire sur les entreprises dont l'objet est de concevoir, produire, distribuer et (partiellement) évaluer l'efficacité des médicaments. Si ces quatre fonctions sont encore principalement assurées par les mêmes acteurs, il ne s'agit pas d'une caractéristique nécessairement immuable de ce secteur.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur<sup>74</sup>

En 2004, le chiffre d'affaires du secteur pharmaceutique était de 33 G€ en France (pour 99 000 emplois) et de 550 G€ au niveau mondial<sup>75</sup>. En 2002, cet indicateur était de 144 G€ pour l'UE et de 153 G€ pour le continent européen.

Ce marché bénéficie d'une croissance soutenue : 6 % dans l'UE en 2004 et 7 % dans le Monde. Les perspectives de croissance du seul marché français sont également positives, de l'ordre de 5 à 6 % annuels. Ces tendances s'expliquent par différents facteurs : vieillissement démographique en France et en Europe, augmentation du niveau de vie des pays émergents, augmentation du coût de production des médicaments<sup>76</sup> (financée indirectement par les assurances maladie), impact des biotechnologies<sup>77</sup> et des génériques<sup>78</sup> au niveau mondial.

En France, durant les dernières années, le secteur pharmaceutique était ainsi à l'origine de 1 000 emplois nouveaux chaque année, malgré le mouvement de concentration des entreprises. En effet, on dénombrait 300 entreprises pharmaceutiques en 2003, contre 350 en 1990 et près de 450 en 1975. La concentration industrielle est d'ailleurs plus prononcée sur le marché français qu'au niveau mondial : Sanofi-Aventis représente 29 % de la production française et les cinq premiers groupes présents en France (dont les trois étrangers Glaxo, Lilly et Pfizer) en représentent la moitié tandis que Pfizer, leader, couvre environ 7 % du marché mondial.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

Les principaux paramètres de la concurrence mondiale sont l'innovation (les innovations de rupture sont rares et attendues, du moins en Europe comme le montre le Tableau 9) et la qualité (le contrôle du service médical rendu est sévère et les soupçons d'effets secondaires dévastateurs). En revanche, en l'état actuel des systèmes de remboursement médicaux, le prix n'est pas un paramètre de premier ordre de la concurrence même s'il pourrait gagner en importance sous l'effet de l'irruption des génériques.

<sup>74</sup> Les indicateurs donnés dans ce chapitre proviennent en très large partie du site [www.imshealth.com](http://www.imshealth.com).

<sup>75</sup> Sur le marché mondial (source IMS), les trois premières classes thérapeutiques sont les suivantes : les anti-cholestérol (30 G\$), les « antiulcéralants » (25 G\$) et les anti-cancéreux (24 G\$) qui ont récemment « détrôné » les antidépresseurs et parmi lesquels on note 7 blockbusters issus des biotechnologies.

<sup>76</sup> En particulier, la R&D coûte de plus en plus cher (cf. *infra*).

<sup>77</sup> Parmi les 82 blockbusters recensés en 2004 (soit 17 de plus que l'année précédente), 11 proviennent d'entreprises des biotechnologies. Les biotechnologies représentent autour de 30 % du pipeline de R&D et de 10 % des ventes mondiales la même année. IMS prévoit pour les 5 ans à venir des taux de croissance à deux chiffres des volumes d'affaires associés aux produits innovants issus des biotechnologies.

<sup>78</sup> Selon IMS, la focalisation sur la maîtrise des coûts et l'augmentation du recours aux génériques ont fait partie des facteurs explicatifs de la croissance du marché en 2004. L'effet des génériques est en effet ambivalent : il augmente la consommation en volume (s'il y existait une demande non traitée) mais fait baisser le coût unitaire de traitement.

**Tableau 9 : évolution de la production de nouvelles entités chimiques ou biologiques (en nombre de molécules, 1987-2001)**

	1987-1991	1992-1996	1997-2001
Europe	101	89	79
USA	54	56	84
Japon	65	68	29
Autres	9	6	4

Source : EFPIA

Selon le LEEM, la France est le 3<sup>ème</sup> producteur mondial de médicaments et le 1<sup>er</sup> au sein de l'Union Européenne. Le positionnement des acteurs français (qui réalisent 40 % de leur CA à l'export) et plus largement européens est donc historiquement favorable mais ces derniers sont exposés à une concurrence très vive des pays développés (Etats-Unis bien sûr, mais aussi Suisse, Israël...) ou émergents (Inde, nouveaux états membres de l'UE...). Dans un contexte de bouleversements importants du marché (montée en puissance des génériques et des biotechnologies, augmentation du coût et du volume des médicaments consommés, pression sur l'équilibre des comptes sociaux...), la menace d'une délocalisation à moyen terme des investissements et des emplois concernés n'est donc pas à écarter.

### F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

Le secteur du médicament figure parmi les plus « intensifs » en matière de R&D, même si les différents indicateurs mobilisables ne convergent pas tout à fait : en effet, les experts rencontrés parlent souvent d'un ratio R&D / CA de 15 à 18 % pour les entreprises du médicament (ce ratio étant naturellement inférieur pour les génériqueurs) tandis que les statistiques officielles du ministère de la recherche, pour 2002 et pour le seul marché français, parlent de 9 % du CA et de 23 % des effectifs salariés affectés à la R&D.

Surtout, les experts ont souligné la distribution de plus en plus hétérogène des efforts de R&D parmi les différents types d'acteurs. Ainsi, les entreprises pharmaceutiques sont perçues comme généralement très prudentes, voire « conservatrices », compte tenu des risques qu'elles encourent : la découverte d'effets secondaires aux médicaments, ou même seulement de soupçons, a en effet des effets catastrophiques (retraits de produits, cours boursiers perturbés...) auxquels tous les leaders ont été confrontés ces dernières années. Elles ont donc, selon un expert rencontré, développé l'habitude de travailler sur un noyau chimique stable autour duquel elles greffent progressivement des « nouveautés ». En outre, les taux d'échec particulièrement élevés dans les phases de recherche amont et l'augmentation continue des coûts de développement des médicaments n'ont fait que les conforter dans un modèle d'innovation incrémentale.

De leur côté, les laboratoires publics de recherche médicale, qui historiquement octroyaient des licences sur leurs découvertes aux entreprises pharmaceutiques pour que ces dernières en tirent des médicaments à produire puis à vendre, ont déplacé leurs sujets de recherche de plus en plus vers l'amont. Cette tendance les amène certes à identifier un grand nombre de pistes possibles pour de nouveaux traitements mais les éloigne également des besoins des entreprises.

Le secteur du médicament est donc en train de progresser vers un état où les entreprises sont saturées d'offres de nouvelles thérapies plausibles, parmi lesquelles elles ne savent choisir que difficilement, faute de maîtriser toutes les connaissances scientifiques nécessaires. En d'autres termes, le lien entre la recherche et l'industrie s'est distendu. Trois nouvelles modalités émergent pour assurer ce couplage : l'établissement d'accords de R&D entre acteurs publics et privés (« pour tenter de se comprendre mutuellement »), la création de startups chargées de faire la démonstration de la faisabilité du médicament sur la base d'un

financement partiellement octroyé par le capital risque<sup>79</sup> (mécanisme qualifié d'un peu « grippé » aujourd'hui en France et en Europe) ou encore la création de structures intermédiaires de développement (plateaux technologiques, CRO...) chargées, sur un modèle commercial, de faire ce tri parmi les offres issues de la recherche publique pour le compte des groupes pharmaceutiques.

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

On a vu que les deux paramètres essentiels de la concurrence résident dans la capacité des entreprises du médicament à proposer des médicaments sûrs, c'est-à-dire dépourvus d'effets secondaires, et innovants. Ceci étant posé, ce secteur est aujourd'hui confronté à plusieurs défis qui compliquent notablement la poursuite de ces deux objectifs.

Le premier est précisément le lien qui unit ces deux paramètres. En effet, répondant à l'enjeu de sécurité, le législateur a progressivement élevé le niveau de contraintes précédant l'autorisation de mise sur le marché des nouveaux médicaments (nombre et taille cohortes mobilisées pour les essais cliniques...), expliquant pour une très large part l'augmentation continue du coût de leur développement et, consécutivement, la difficulté croissante des groupes pharmaceutiques à proposer des médicaments innovants en aussi grand nombre que par le passé.

Le second tient à la prise en compte des récents progrès des sciences du vivant et des biotechnologies. Ces dernières ont en effet apporté à la fois de nouveaux instruments pour comprendre les mécanismes physio-pathologiques des maladies et des techniques cellulaires de production standardisée de certaines molécules complexes (enzymes, anticorps...). Ouvrant ainsi la possibilité de mettre au point des médicaments mieux ciblés et parfois radicalement nouveaux, donc innovants et potentiellement dépourvus d'effets secondaires, les biotechnologies se présentent incontestablement comme une réponse, au moins partielle, aux deux enjeux concurrentiels décrits plus haut (voir également l'étude de cas sur ce point spécifique). Mais cet apport d'un « second souffle » ne va pas sans un certain bouleversement. D'une part parce qu'elles reposent sur des connaissances, des procédés industriels ou une gestion du risque dont les groupes pharmaceutiques ne sont pas toujours familiers. D'autre part parce que, de ce fait, elles supposent bien souvent l'émergence des acteurs intermédiaires mentionnés plus haut (startups, CRO et CMO), qui sont autant de nouveaux interlocuteurs à prendre en compte : il est par exemple incertain que la compétitivité du secteur pharmaceutique et celle de l'industrie des biotechnologies sur le même territoire soient fortement corrélées.

Enfin, le troisième défi tient aux pressions à la baisse sur les prix des médicaments, provenant de deux origines distinctes : le développement des génériques d'une part<sup>80</sup> et les contraintes d'équilibre des comptes sociaux d'autre part<sup>81</sup>. Or, deux parmi les principales composantes du prix du médicament, qui à ce titre sont exposées à cette pression à la baisse, sont précisément les dépenses de R&D – qui conditionnent par définition la capacité des entreprises à proposer des médicaments innovants – et les dépenses de marketing et représentation, qui sont pourtant d'autant plus nécessaires que les médicaments innovants sont rares et la concurrence élevée<sup>82,83,84</sup>. En particulier, la perspective rapidement esquissée

<sup>79</sup> Aujourd'hui, le lancement d'une nouvelle molécule coûte en moyenne de l'ordre de 800 M€, si l'on intègre le fait qu'il faut compter plusieurs essais infructueux pour obtenir un succès.

<sup>80</sup> Selon IMS, les génériques représentent plus de 30 % de la consommation de médicaments aux Etats-Unis, Canada, Allemagne ou Royaume-Uni.

<sup>81</sup> Ce phénomène correspond lui-même à des réalités très diverses, depuis les difficultés d'assurer conjointement l'équilibre des régimes d'assurance maladie et l'accès équitable aux soins dans des pays développés comme la France jusqu'aux besoins thérapeutiques exprimés par des pays émergents ou en développement.

<sup>82</sup> Selon un expert rencontré, les dépenses de R&D et de marketing représentent conjointement environ 40 % du prix d'un médicament, contre 8 à 9 % pour les coûts de production.

<sup>83</sup> Les cohortes de visiteurs médicaux des grands groupes pharmaceutiques ont été qualifiées de « pléthoriques » par certains experts, qui jugent cette situation difficilement soutenable à terme. Le groupe Sanofi en compte aujourd'hui 8 000 aux Etats-Unis et Pfizer en compte 45 000 dans le monde.

ci-dessus que les médicaments issus des biotechnologies puissent fournir un atout concurrentiel important est en partie conditionnée par le prix de vente défini par le régulateur<sup>85</sup> ; c'est sur ce segment que la menace des génériques est ressentie le plus durement par les acteurs de l'innovation.

En résumé, non seulement l'innovation dans le domaine du médicament subit un jeu complexe de contraintes croisées mais elle est de plus mise en œuvre selon plusieurs paradigmes industriels actuellement en cohabitation. Le choix d'une stratégie d'action publique, susceptible d'encourager l'une ou l'autre de ces formes d'organisation, n'en est donc que plus compliqué.

## H. Axe 5. L'impact des différents outils de politique publique

Comme le suggère le paragraphe précédent, le décideur public est aujourd'hui confronté à un paysage complexe en ce qui concerne l'innovation dans le domaine du médicament ; on peut notamment imaginer plusieurs objectifs qu'il souhaite poursuivre :

- préserver une relative autonomie nationale sur l'accès aux soins jugés les plus « stratégiques » (schématiquement, maximiser le solde commercial sur ces segments de produits)
- soutenir la compétitivité du secteur pharmaceutique, innovant ou non (maximiser les emplois ou la valeur ajoutée de ce secteur)
- soutenir celle du secteur des biotechnologies, là encore quelle que soit sa densité en R&D
- soutenir l'excellence scientifique et technique des laboratoires (maximiser l'offre en candidats médicaments)
- préserver l'équilibre des comptes de l'assurance maladie, cet objectif pouvant se traduire de différentes manières selon l'attachement qui sera donné ou non à l'équité de l'accès aux soins (minimiser le prix des médicaments ou maximiser la contribution individuelle à ce prix)<sup>86</sup>
- etc.

Une étude plus complète serait nécessaire pour dresser une liste robuste des diverses stratégies publiques cohérentes que cela dessine. Mais il est du moins possible d'identifier ici les effets que l'on peut attendre de différents types d'instruments d'intervention publique.

Premièrement, le financement des opérateurs publics de recherche (organismes, universités et hôpitaux...) a assurément un effet direct sur le positionnement de la France ou de l'Europe en matière d'**offre de connaissances**, sous réserve que ce financement soit attribué de telle sorte que les laboratoires bénéficiaires se hissent au meilleur niveau mondial tout en étant orientés vers la réponse à des enjeux économiques et sociaux. A noter que les experts rencontrés sont assez fortement divisés sur le niveau minimal de ce financement : certains le jugeant satisfaisant aujourd'hui et d'autres estimant qu'il doit être au moins doublé. Par ailleurs, le positionnement des territoires peut également être influencé par des dispositions réglementaires, au coût direct quasi nul, telles que celle portant sur l'utilisation de cellules souches à des fins scientifiques, particulièrement défavorable pour la France.

---

<sup>84</sup> Selon un des experts, le prix du médicament dépend également de la pression exercée par les actionnaires sur les groupes pharmaceutiques, les taux de retour sur investissement historiquement très élevés étant en passe de s'aligner sur d'autres secteurs.

<sup>85</sup> Même s'il ne s'agit pas d'une règle générale, plusieurs experts ont ainsi souligné qu'il fallait s'attendre à ce que le prix de vente de certains de ces médicaments soit assez élevé en dépit de coûts de production comparables soit, d'un point de vue strictement financier, parce qu'ils ciblent des publics de « niche » soit, d'un point de vue plus politique, parce qu'un encouragement à l'innovation, particulièrement risquée sur ce segment, est jugé nécessaire au développement de l'offre.

<sup>86</sup> Selon l'un des experts, la France est aujourd'hui doublement caractérisée par la consommation de médicaments la plus élevée en Europe et par des prix parmi les plus bas.

Deuxièmement, la **valorisation économique** des connaissances issues des laboratoires de recherche sous forme de développement de médicaments peut être entreprise, on l'a vu, par trois types d'acteurs : groupe pharmaceutique, CRO-CMO ou start-up. Compte tenu des dispositions réglementaires récentes favorisant la création d'entreprises innovantes, les entretiens convergent sur le fait qu'un ancrage durable d'un tissu de startups ne suppose plus schématiquement que trois prérequis : la présence de laboratoires publics de recherche et de lieux de formation des ressources humaines du meilleur niveau évoquée au paragraphe précédent, le financement de l'amorçage et la dynamisation, via des incitations fiscales, des marchés boursiers adaptés aux jeunes entreprises innovantes (voir l'étude de cas sur les médicaments issus des biotechnologies pour davantage de détails). Là encore, des dispositions réglementaires telles que les règlements de propriété intellectuelle européens peuvent, à coût direct négligeable, influencer positivement ou négativement un tel ancrage.

Le cas des entreprises pharmaceutiques est plus complexe. En l'état actuel, elles intègrent les trois fonctions de la recherche, la production et la commercialisation<sup>87</sup> mais certains experts estiment tout à fait plausible que ces fonctions se disjoignent dans un avenir proche. A tout le moins, la localisation des emplois correspondants obéit à des influences distinctes : si les emplois liés à la commercialisation sont par définition ancrés durablement près des marchés, ceux liés à la production sont assez fortement liés à des paramètres tels que le coût du travail et ceux liés à la recherche et au développement sont essentiellement attirés par la présence de laboratoires et CHU de haut niveau.

Enfin, nous manquons d'éléments robustes pour mieux situer le cas des CRO-CMO, mais il semble que leur ancrage durable soit rendu possible par la présence de laboratoires publics de haut niveau, de lieux de formation de main d'œuvre qualifiée et de groupes pharmaceutiques compétitifs constituant leur clientèle.

Troisièmement, en occupant une position « d'acheteur » par l'intermédiaire de l'assurance maladie, l'Etat a théoriquement la possibilité de fournir en aval un signal cohérent avec la stratégie qu'il poursuit en amont de la filière. Le niveau de remboursement des médicaments en fonction des résultats de leur évaluation ou encore l'incitation à consommer des génériques sont autant de leviers susceptibles d'encourager ou non l'offre de médicaments innovants.

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Les innovations mises au point par le secteur pharmaceutique bénéficient très directement au corps social. En revanche, elles ne génèrent pas d'effets d'entraînement notables sur d'autres secteurs industriels. Les acteurs du secteur ne se positionnent donc pas ou de manière mineure en offreurs d'innovations auprès d'autres secteurs privés ou publics.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Le niveau de mutualisation européenne actuellement constaté sur la R&D du secteur n'est que moyen. Il est par ailleurs difficile, en l'état actuel de nos enquêtes, d'estimer laquelle des deux tendances de fusions-acquisitions ou de dissociation des différentes fonctions des groupes pharmaceutiques pourrait prévaloir en Europe.

---

<sup>87</sup> Selon une étude (2004) du LEEM sur les métiers du médicament, près d'un tiers des quelque 100 000 salariés du secteur en France sont dédiés à la commercialisation (avec un profil socioprofessionnel plutôt élevé), un autre tiers à la production (avec un profil socioprofessionnel assez peu élevé) et 15 % à la R&D. Le solde est constitué des fonctions administratives et de support.



## CHAPITRE IX : LE CAS DES MEDICAMENTS ISSUS DES BIOTECHNOLOGIES

### A. Points clés

- ❑ Les médicaments mis au point ou produits grâce aux biotechnologies représentent un très vaste marché : 15 % du marché mondial du médicament aujourd'hui et sans doute 25 % en 2010, en termes de chiffre d'affaires. Ils représentent par ailleurs la moitié des médicaments actuellement en développement et 11 % de ceux qui sont déjà en circulation.
- ❑ Les acteurs français, et plus largement européens, sont en situation concurrentielle défavorable sur ce secteur, essentiellement face aux Etats-Unis mais aussi à des petits pays dynamiques tels qu'Israël.
- ❑ La mise au point de ces médicaments suit un processus assez linéaire, qui est en outre globalement intensif en R&D, coûteux et risqué. Les rôles des différents acteurs sont en train de se spécifier le long de cette « chaîne » : la recherche publique s'est déplacée vers l'amont et les groupes pharmaceutiques vers l'aval, dessinant un espace d'intervention pour de nouveaux acteurs intermédiaires (startups, CRO, CMO). Ce relatif éclatement suggère que les dynamiques industrielles des acteurs correspondants sont de plus en plus décorréelées, pour ce qui concerne le seul territoire national.
- ❑ Les deux grands défis observés pour le dynamisme de ce secteur économique ont précisément trait aux interfaces amont et aval, c'est-à-dire respectivement à l'accès à des molécules innovantes et prometteuses auprès de la recherche publique et au financement de l'innovation par le marché.
- ❑ Autant les CRO-CMO construisent leur essor sur une prestation de service auprès des groupes pharmaceutiques, autant les startups s'appuient sur une stratégie spéculative qui nécessite un investissement important. Or, tous les experts interrogés s'accordent à dire que les marchés boursiers n'ont pas atteint, en France ni en Europe, une masse critique pouvant créer un appel d'air suffisant au bénéfice du segment des biothérapies.
- ❑ Par ailleurs, certains observateurs doublent ce constat défavorable d'un jugement également critique, du moins pour le cas français, sur le positionnement de la recherche publique intervenant en amont des industriels. Selon eux, ses ressources ainsi que la sélectivité dans l'attribution des crédits doivent être accrues pour qu'elle soit de nouveau en mesure de nourrir une industrie des biotechnologies sur le sol national.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 43 : bilan d'ensemble

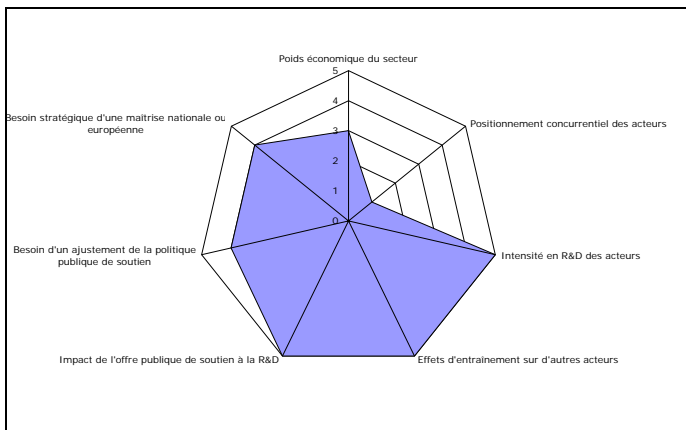


Figure 44 : les défis rencontrés

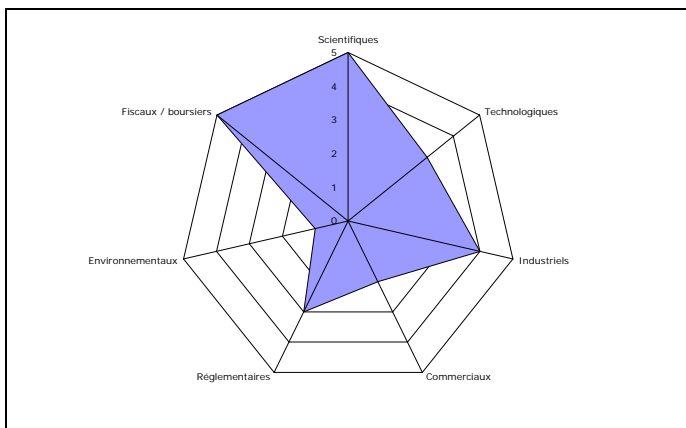
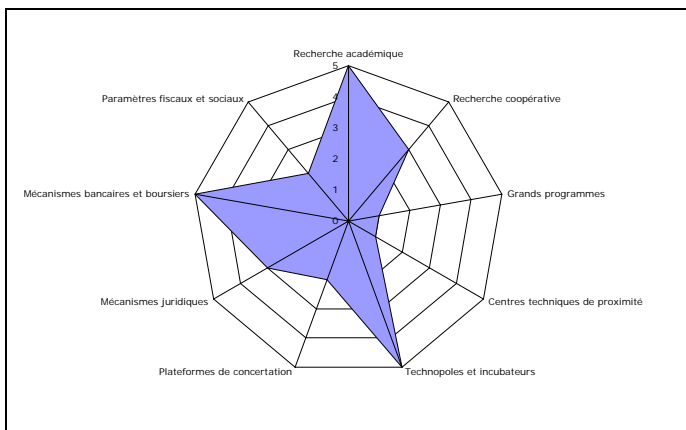


Figure 45 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

Cette note traite des médicaments développés grâce aux biotechnologies, ce qui peut advenir de deux manières indépendantes :

- ❑ premièrement, la révolution récente intervenue dans les sciences et techniques du vivant a apporté de nouveaux moyens, souvent plus précis, d'identifier la cible d'un futur médicament : la génomique, la compréhension intime des mécanismes à l'œuvre dans les cellules, la génétique des populations... permettent aujourd'hui un ciblage plus fin des candidats médicaments que l'approche qui prévalait jusqu'à il y a vingt ans, qui consistait schématiquement à s'attaquer aux symptômes plus qu'aux mécanismes des pathologies<sup>88</sup>
- ❑ deuxièmement, la maîtrise des mécanismes vivants et notamment des mécanismes cellulaires rend possible la production standardisée de molécules complexes (insuline, anticorps monoclonaux...) que la chimie combinatoire « conventionnelle » ne permet pas d'obtenir ; ces médicaments sont usuellement appelés « biothérapies »

Il faut le répéter, ces deux logiques sont indépendantes : la production de certaines biothérapies avait commencé bien avant la récente « explosion » des sciences et techniques du vivant (exemple de la production d'insuline à partir de pancréas de bœuf ou de porc pour soigner le diabète) et, inversement, certaines molécules identifiées comme candidats médicaments pertinents grâce aux biotechnologies donnent ensuite lieu à une production « chimique conventionnelle » (exemple des inhibiteurs de protéase intervenant dans le traitement du SIDA).<sup>89</sup>

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur<sup>90</sup>

Selon l'approche « à double entrée » qui est suggérée ci-dessus, les biotechnologies sont susceptibles de concerner à terme le traitement de quasiment toutes les pathologies, indépendamment du caractère solvable du marché des médicaments qui demeure une question complexe.

Aujourd'hui, les molécules développées – d'une manière ou d'une autre – grâce aux biotechnologies représentent 11 % des médicaments en circulation et 50 % des médicaments en développement. Certains experts estiment qu'elles pourraient représenter jusqu'à 80 % des nouvelles molécules mises sur le marché en 2010. En termes de chiffre d'affaires, elles représentent aujourd'hui 15 % du marché mondial (qui représente lui-même 550 G€ en 2004, cf. fiche sectorielle à ce sujet) et devraient en représenter autour de 25 % en 2010<sup>91</sup>.

Qu'on le considère au plan national, européen ou mondial, le secteur du médicament représente ainsi l'un des premiers débouchés pour les biotechnologies : les biotechnologies dites « rouges », c'est-à-dire dédiées à la santé humaine et animale, représentent en effet 60 % environ de l'ensemble des biotechnologies, et se répartissent schématiquement entre les deux sous-secteurs du médicament, pour environ 80 %, et du diagnostic pour environ 20 %. Le développement de médicaments, sur lequel porte cette note, représente donc environ 40 % de l'activité des biotechnologies.

<sup>88</sup> La cible précise d'une molécule aussi usitée que l'aspirine, par exemple, est longtemps restée inconnue.

<sup>89</sup> Selon un des experts interrogés, la frontière entre molécules « complexes » et molécules « simples » est d'ailleurs de moins en moins nette.

<sup>90</sup> La plupart des indicateurs contenus dans ce paragraphe proviennent du site [www.imshealth.com](http://www.imshealth.com)

<sup>91</sup> Il apparaît donc un décalage, selon que l'on raisonne en termes de nombre de molécules ou de chiffre d'affaires généré. Un des experts interrogés souligne à ce sujet que le lien entre l'efficacité d'un médicament et le volume d'affaires qu'il génère n'est qu'indirect : schématiquement par exemple, un médicament qui soulage un symptôme sans soigner la pathologie correspondante demande une consommation de doses plus importante qu'une molécule qui permet la guérison.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

L'analyse du positionnement concurrentiel des entreprises du médicament fait l'objet d'une analyse spécifique, dans la fiche sectorielle concernée. On se borne ici à étudier celui des acteurs en charge du développement de médicaments fondés sur les biotechnologies.

La technicité, c'est-à-dire la capacité à mettre au point des médicaments radicalement innovants, est le paramètre essentiel de la concurrence dans ce domaine. Or, toutes les analyses convergent sur le constat d'un déficit compétitif des acteurs industriels français et européens en matière de biotechnologies, notamment dans le secteur du médicament, essentiellement face aux Etats-Unis mais aussi à des pays émergents comme la Chine et Israël.

Sur le plan industriel, les indicateurs sont nombreux pour souligner ce retard. Les Etats-Unis comptent ainsi d'avantage d'entreprises de biotechnologies que l'Union Européenne ; l'écart est encore plus grand en ce qui concerne les entreprises cotées en Bourse. Au sein de l'UE, si l'on se réfère au nombre absolu d'entreprises, le Royaume-Uni se distingue par un très net leadership et la France occupe le troisième rang. Mais, à nombre d'habitants corrigé, certains pays se démarquent par leur forte vitalité<sup>92</sup> ; il y a ainsi 4 à 6 fois plus d'entreprises par habitant en Israël ou en Suède qu'en France. Nous manquons d'éléments pour affirmer que ces comparaisons, qui englobent l'ensemble des biotechnologies, valent également pour les 40 % de ce périmètre qui concernent spécifiquement la conception de médicaments.

Il est également établi que les entreprises françaises et européennes innovent moins que leurs concurrentes américaines. Les Etats-Unis sont en effet largement en tête du classement des dépôts de brevets (en 1999, près de 52 % des brevets liés aux biotechnologies et déposés en Europe étaient d'origine américaine).

Enfin, cette étude de cas a permis de mettre à jour une controverse parmi les experts sur la qualité – et donc la compétitivité – de l'offre de connaissances de la part de la recherche publique sur ce segment d'activité. Une majorité d'interlocuteurs estiment en effet que la recherche publique française est, dans le secteur de la santé, de bon voire de très bon niveau et que le déficit concurrentiel exposé ci-dessus s'explique essentiellement par des lacunes en matière d'innovation, de valorisation de la recherche ou de stratégie industrielle<sup>93</sup>. D'autres, minoritaires, estiment en revanche que le niveau de la recherche médicale française est généralement surévalué et que c'est donc « tout le système » qui est menacé de décrochage<sup>94</sup>.

## F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

Le secteur du médicament est traditionnellement l'un de ceux qui comptent la plus forte intensité en R&D<sup>95</sup>. C'est encore plus vrai pour le sous segment formé par ceux qui s'appuient sur les biotechnologies, dont le développement est en partie financé par des acteurs intermédiaires. Plus précisément, les experts rencontrés font état d'un partage des rôles de plus en plus perceptible entre les différents acteurs de ce domaine (voir aussi l'étude de cas sur le médicament).

<sup>92</sup> La Suède, la Finlande, le Danemark, l'Irlande et, dans l'environnement immédiat de l'UE, Israël, la Suisse et la Norvège.

<sup>93</sup> Les Etats-Unis comptent seulement 1,3 fois plus de publications en biotechnologie par habitant que la France.

<sup>94</sup> France Biotech fait valoir, en invoquant les résultats d'une étude bibliométrique, que les publications issues du CNRS, de l'INSERM et de l'Institut Pasteur sont en moyenne notablement moins citées que celles des instituts les plus visibles tel que le Scripps californien. Cet argument n'est cependant pas totalement convaincant : il serait plus précis d'opérer des comparaisons à périmètre constant, étant entendu qu'il existe nécessairement des écarts importants entre la « performance moyenne » mesurée sur l'ensemble d'un organisme comme l'INSERM et celle de tel ou tel de ses laboratoires de pointe.

<sup>95</sup> 9 % de son chiffre d'affaires et 23 % de ses effectifs salariés, selon les statistiques (2002) du ministère de la recherche.

En effet, tandis que la recherche publique s'est déplacée progressivement vers des travaux de plus en plus exploratoires, les grandes entreprises pharmaceutiques se sont focalisées sur les phases de plus en plus aval du développement, sous les effets cumulés de plusieurs facteurs :

- ❑ la croissance exponentielle des coûts de développement des médicaments, obéissant à des exigences réglementaires de plus en plus lourdes
- ❑ la priorité que constitue pour elles le marketing auprès des prescripteurs, nécessitant le maintien de réseaux étendus de visiteurs médicaux
- ❑ le fait que la recherche amont (juste avant la phase pré-clinique) soit la phase où demeure la plus forte proportion d'échecs

Il s'est donc créé un fossé entre l'offre scientifique et la demande industrielle, les entreprises étant saturées d'offres parmi lesquelles elles ne savent plus choisir les molécules les plus prometteuses. Ce décalage des compétences respectives est d'autant plus marqué dans le sous segment étudié ici que les biotechnologies reposent sur des concepts, des outils ou sur une prise de risque dont les groupes pharmaceutiques ne sont pas familiers. Le mécanisme historique d'octroi de licences aux « exploitants » par les « découvreurs » ne suffit plus à assurer la coordination.

Ce vide dessine en fait un espace d'intervention pour deux catégories de nouveaux acteurs : les startups issues de laboratoires publics d'une part et, d'autre part, des plateaux techniques spécialisés sur les phases I à II et capables, sur un modèle commercial, d'opérer un tri entre les offres de la recherche publique pour le compte des groupes pharmaceutiques. Certaines CRO (*contract research organisations*) ou CMO (*contract manufacturing organisations*) sont déjà des multinationales : MDS Pharma Services, Quintiles, Aster Cephac...

Autrement dit, la problématique de l'organisation industrielle de la filière est un facteur clé de son développement à venir. Plusieurs schémas d'organisation coexistent aujourd'hui : les grands groupes pharmaceutiques ont par exemple choisi différentes manières de formaliser leur couplage avec des startups (intégration, création d'un « essaim » partenaire, aversion...). La principale conséquence de cet état de fait, du point de vue du décideur public, est que les niveaux de compétitivité de tel ou tel groupe d'acteurs sont de plus en plus décorrélés : soutenir la vitalité des « biotechs » françaises ou européennes n'équivaut pas à soutenir celle des « big pharma » du même périmètre.

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

Les principaux défis rencontrés par les acteurs concernent la recherche amont et le financement de l'innovation<sup>96</sup>, même si la description n'en est pas donnée dans les mêmes termes par les différents experts rencontrés, selon le diagnostic qu'ils portent sur la recherche publique.

Premièrement, tous s'accordent sur l'existence d'un dysfonctionnement persistant des marchés boursiers français et européen devant offrir une trajectoire de sortie aux startups ayant réussi à mettre au point des médicaments innovants. Le Nouveau Marché français, par

<sup>96</sup> Le développement d'un nouveau médicament coûte en moyenne (c'est-à-dire en intégrant le coût des recherches infructueuses) 800 M€ environ, la distribution autour de cette moyenne étant comprise entre 150 et 1 300 M€ selon l'un des experts interrogés. Si l'on se limite au cas d'une start-up dont la trajectoire est totalement fructueuse, celle-ci a au moins besoin d'un investissement de 100 à 150 M€. Lorsqu'une jeune entreprise innovante cherche à développer une thérapie, elle a maintenant la possibilité de mobiliser des capitaux d'amorçage puis de développement jusqu'en phase II. C'est à partir de là que le coût de développement devient rédhibitoire. Deux possibilités s'offrent à elle : accéder au marché de l'épargne ou se faire racheter par une plus grande entreprise. Dans ce dernier cas, l'acheteur étant très souvent étranger, il est fréquent que le savoir-faire développé soit assez vite exploité puis que l'essentiel de l'activité soit intériorisé ou délocalisé. En termes de soutien à l'activité économique sur le territoire, c'est donc le scénario le moins structurant.

exemple, n'a pas pris : il existe toujours mais les investisseurs institutionnels sont restés très « frileux ». Il n'est donc toujours par sorti d'un cercle vicieux où le manque d'intérêt des investisseurs et analystes et le manque de liquidités s'entretiennent mutuellement. Cette absence d'exutoire est d'autant plus dommageable qu'elle renforce le risque de voir les startups les plus performantes s'exiler, essentiellement aux Etats-Unis, pour avoir un meilleur accès aux capitaux ou être rachetées par des entreprises de biotechnologies plus importantes<sup>97</sup>, pour le moment presque toutes étrangères. Des experts estiment que ce verrou pourrait être levé en drainant une fraction du capital mobilisé par l'épargne vers les investissements innovants.

Parallèlement à cette question de l'accès aux capitaux, le financement de l'innovation est également dépendant du prix de vente qui peut être assigné aux médicaments. Tous les experts soulignent que, même si les coûts de développement des médicaments fondés sur les biotechnologies ne sont pas particulièrement plus élevés que ceux des autres médicaments, l'essor de ce secteur ne pourra se faire sans une juste rémunération de l'innovation, moyennant des prix de médicaments suffisamment élevés. Ceci se heurte cependant à deux contraintes. La première, la plus évidente du point de vue du décideur public, est celle du choix politique d'organisation de l'assurance maladie. La seconde tient à l'irruption des bio-génériques, dont certains existent déjà. Fonctionnant sur le même principe que les médicaments génériques mais sur des enjeux financiers plus importants, ils sont décrits par l'un des experts comme « le cauchemar actuel » des investisseurs. L'Inde a été mentionnée comme un pays ayant pris une option très sérieuse dans cette voie.

A l'autre extrémité de la chaîne, et comme cela a été décrit dans le paragraphe précédent, la recherche amont et l'accès à des molécules performantes constituent le deuxième grand défi des développeurs de médicaments fondés sur les biotechnologies. Les experts sont, on l'a dit, divisés sur ce point. Selon certains, il existe suffisamment de très bons laboratoires publics de recherche en France pour construire un secteur performant, sous réserve de résoudre les problèmes liés au financement de l'innovation. Pour les autres, la recherche publique n'est pas en mesure de « nourrir » une telle industrie, souffrant à la fois d'un sous investissement et d'une organisation peu propice à l'émergence d'équipes compétitives au plan mondial.

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Selon tous les experts, l'existence d'une recherche publique de très haut niveau est le premier préalable au développement d'une filière biotechnologique performante, les industries s'installant là où existe une recherche de qualité. Pour ceux qui jugent que la recherche française n'obéit pas à ces exigences, il sera nécessaire à la fois de doubler en 4 ou 5 ans les crédits publics de recherche en sciences du vivant et de s'assurer que ces crédits supplémentaires ne seront pas éparpillés mais distribués, sur la base de *grants*, par une ANR solidement structurée<sup>98,99</sup>.

D'autres réflexions en cours sur ce secteur<sup>100</sup> font valoir que l'effort public de recherche en matière de biotechnologies gagnerait considérablement à être concentré sur un petit nombre de pôles en France, permettant aux équipes concernées de nourrir une proximité et

---

<sup>97</sup> L'étude du marché américain montre en effet que les entreprises de biotechnologies sont plus fréquemment rachetées par d'autres entreprises de biotechnologies que par des groupes pharmaceutiques.

<sup>98</sup> Ces mêmes interlocuteurs font valoir que, rapportés au PIB, les budgets publics consacrés aux sciences du vivant sont trois fois moindre en France qu'aux Etats-Unis.

<sup>99</sup> NB : selon les estimations quantitatives conduites dans le cadre de FutuRIS, la recherche publique représentait en 2002 un effort financier de 1,3 G€ dans le secteur médical et de 2,4 G€ pour les autres volets des sciences du vivant.

<sup>100</sup> Voir notamment l'étude du CGP (juin 2005).

des échanges interdisciplinaires tout en renforçant leur visibilité académique internationale. En effet, l'Ile-de-France (qui regroupe 40 % des entreprises françaises) représente aujourd'hui avec la région de Cambridge la plus forte concentration européenne d'équipes de recherche impliquées dans ce secteur, mais l'éclatement géographique et institutionnel observé empêche d'en tirer tout le parti possible.

Suivant l'analyse précédente, le développement de médicaments fondés sur les biotechnologies peut bénéficier d'un autre soutien déterminant de la part des pouvoirs publics, qui dépasse le cadre de la seule politique de recherche et a trait au fonctionnement des marchés financiers. L'investissement dans les entreprises innovantes reste en effet à promouvoir, notamment par des incitations fiscales qui sont mentionnées par les experts comme les outils d'intervention ayant fait preuve de la plus grande efficacité. Il n'est d'ailleurs pas nécessaire que ces incitations soient permanentes et généralisées, une distinction pouvant par exemple être faite entre investissement primaire et secondaire.

Toujours en matière de cadre réglementaire, une accélération des mécanismes de prise de décision sur des dossiers tels que la recherche sur les cellules souches ou les régimes de propriété intellectuelle serait également de nature à dynamiser le secteur.

### **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Les biotechnologies constituent une famille de procédés dont on reconnaît usuellement qu'elles s'adressent à trois secteurs industriels : la santé humaine et animale, l'agronomie et l'environnement. On a d'ailleurs mentionné plus haut que les fertilisations croisées entre ces domaines étaient telles que des rapprochements pluridisciplinaires devraient être encouragés en amont.

Si l'on s'en tient dans le cadre de cette note au développement de nouveaux médicaments, cette activité a naturellement des effets importants sur des politiques publiques telles que la santé publique ou encore de l'aide au développement. En revanche, les acteurs du secteur ne se positionnent pas ou que de manière mineure (procédés industriels) en offreurs d'innovations auprès d'autres secteurs privés.

### **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Le niveau de mutualisation européenne des coûts de R&D constaté jusqu'à présent est moyen. Cela étant, le poids des investissements lourds dans ces coûts est appelé à croître, de nombreux observateurs mettant en avant le caractère de plus en plus nécessaire pour l'Europe de Très Grands Equipements.

Il est donc probable, et de toutes façons souhaitable, que l'intégration européenne se poursuive sur ce secteur, notamment en ce qui concerne l'agenda de politique scientifique.

Le différentiel d'excellence observé – en sa défaveur – entre la France et ses partenaires suggère cependant qu'une telle intégration serait associée à un risque concurrentiel renforcé.



## CHAPITRE X : L'ÉDITION LOGICIELLE

### A. Points clés

- ❑ Représentant près de 11 G€ de chiffre d'affaires en France et 160 G€ dans le monde, le secteur de l'édition logicielle est à la fois intensif en innovation (la R&D représente près de 30 % de son activité) et fortement porteur de gains de productivité auprès d'une large palette de secteurs. Mais il connaît, en France, plusieurs facteurs de fragilité.
- ❑ Premièrement, à l'image d'ailleurs de la quasi-totalité des acteurs européens, les acteurs français occupent un positionnement concurrentiel durablement défavorable face à leurs compétiteurs américains, y compris sur leur marché domestique.
- ❑ Deuxièmement, le poids historiquement important en France des intégrateurs (SSI offrant des prestations de développement à façon) et des industriels utilisateurs, développant progressivement leurs propres outils logiciels, a sans doute obéré la compétitivité des éditeurs et, plus largement, l'offre nationale de produits logiciels tout à la fois innovants et de haute qualité technique.
- ❑ Les éditeurs français font face à deux défis principaux : d'une part, la prudence récemment accrue avec laquelle leurs clients industriels qui composent le marché domestique consentent à s'équiper en logiciels issus de startups et, d'autre part, le caractère à la fois incontournable et périlleux de leur entrée sur le marché nord-américain.
- ❑ Le niveau de formation des diplômés issus du système français d'enseignement supérieur est reconnu comme bon voire très bon en matière de logiciel. Cependant, compte tenu du niveau de couplage assez faible identifié entre la recherche publique française en génie logiciel et l'innovation des entreprises, ce n'est pas via les dotations des opérateurs publics de R&D que le décideur peut espérer avoir une action déterminante de soutien à ce secteur.
- ❑ La possibilité qu'il aura d'accroître la demande en produits logiciels sera bien plus déterminante. Plusieurs pistes, existantes ou à concevoir, ont été suggérées par les experts : les réseaux de recherche partenariale (RRIT) sous réserve d'une concentration suffisante des crédits, des grands programmes qui sauront mieux que les politiques d'essai convaincre les grands industriels de consommer des logiciels, des actions incitatives spécifiques en direction des services ou encore une approche structurée de promotion des logiciels libres sur certains segments.
- ❑ Enfin, les programmes de coopération communautaires ou européens ont, sur ce secteur, davantage prouvé leur pertinence pour la recherche publique que pour l'innovation industrielle : premièrement parce que l'industrie est encore très peu concentrée, deuxièmement parce que le marché américain reste le point focal de toutes les éditeurs en développement et troisièmement parce que l'accès aux compétences scientifiques ou technologiques, très libre dans le monde entier, ne s'inscrit pas prioritairement dans un cadre continental.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 46 : bilan d'ensemble

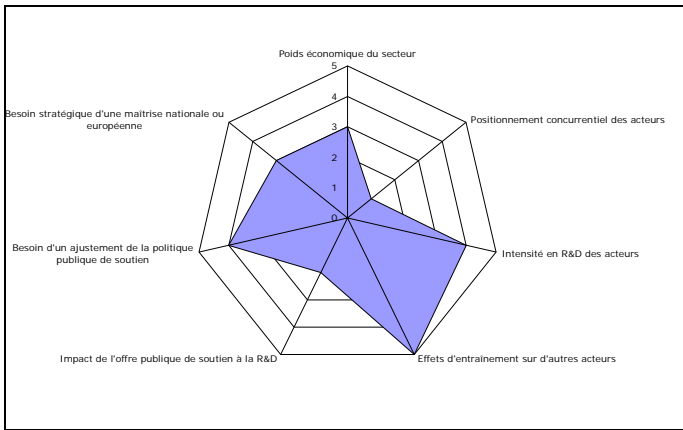


Figure 47 : les défis rencontrés

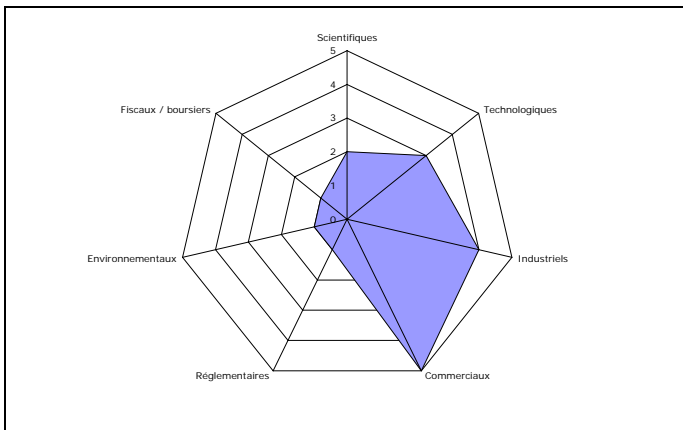
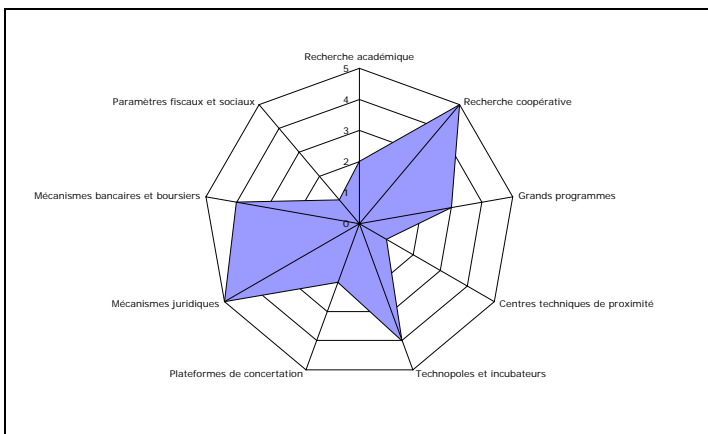


Figure 48 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

L'édition logicielle est l'activité économique qui consiste à concevoir et produire des logiciels puis à les commercialiser en tant que biens sur le marché. Elle représentait en 2003 en France autour de 25 % de l'ensemble des activités informatiques, dont les deux autres composantes sont la construction de matériel (29 %) et l'intégration, c'est-à-dire le développement de logiciels « à façon », sous forme de prestation de service, au bénéfice d'un utilisateur unique (47 %).<sup>101</sup> La part prépondérante de cette dernière a été qualifiée de « singularité française » par les experts rencontrés pour cette étude de cas : ces indicateurs ne sont donc pas représentatifs de l'activité mondiale.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

Suite à deux décennies de croissance accentuée, l'édition logicielle a progressivement accru son poids dans l'économie française. En 2003, ce secteur réalisait un chiffre d'affaires supérieur à 11 G€ (EITO, 2004) et employait directement 33 000 salariés fortement qualifiés (80 % de cadres en moyenne, selon Syntec).

Cette activité reste cependant minoritaire au sein de l'ensemble des services informatiques qui, incluant en plus la prestation de service et le conseil (mais pas l'équipement), comptent près de 485 000 emplois pour un chiffre d'affaires de 56 G€ en 2003.

Sur le plan mondial, le marché de l'édition logicielle était évalué à près de 160 G€ en 2004. Durement frappé par la crise de ces dernières années, ce secteur a connu entre 2001 et 2004 une croissance plus lente que les autres domaines des Technologies de l'Information et de la Communication.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

L'édition logicielle est, depuis de nombreuses années, fortement dominée par les Etats-Unis : les firmes américaines occupent 53 % du marché intérieur français contre 36 % pour les éditeurs français, qui souffrent donc dans l'ensemble d'un positionnement concurrentiel défavorable.

Devant ce constat, on entend parfois souligner le positionnement, au contraire favorable, du secteur français de l'intégration, dont certaines SSII sont aujourd'hui leaders en Europe (Cap Gemini Ernst & Young...). Cet atout historique, qui s'explique en partie par une longue politique d'externalisation des activités informatiques de la part des pouvoirs publics français, risque cependant de constituer une grande fragilité à un horizon de 5 ans, selon plusieurs de nos interlocuteurs.<sup>102</sup>

L'idée, elle aussi récurrente, que l'industrie française compenserait la faiblesse des éditeurs par la performance des grands utilisateurs, développant des logiciels pour leurs besoins propres, doit également être nuancée : tous les systèmes ainsi développés ne sont pas, selon l'un de nos interlocuteurs, d'une grande qualité technique<sup>103</sup>.

---

<sup>101</sup> Source : EITO 2004.

<sup>102</sup> Selon ces experts, la sous-exposition prolongée des SSII à la concurrence internationale, notamment sous l'effet de la singularité linguistique, les a rendues moins compétitives que, par exemple, les outsourcing indiens. Leur business model repose par ailleurs sur un schéma éloigné de toute prise de risque et donc de toute possibilité d'innovation. L'internationalisation incontournable du secteur pourrait, selon certains, les voir gommées assez violemment par les outsourcing étrangers dans les toutes prochaines années.

<sup>103</sup> Les professionnels de l'automobile, par exemple, ont développé beaucoup de systèmes propres, consommant d'ailleurs très peu de résultats de la recherche publique française. Il est possible que leurs bons résultats, au regard des effectifs assez limités mobilisés sur ce type d'innovations, traduisent une certaine qualité technologique. Mais les performances de certains de leurs concurrents étrangers, tels que Toyota, font davantage l'admiration de notre interlocuteur. Ce dernier estime par ailleurs que le logiciel ne figure pas

Sur le marché mondial de l'édition, la domination américaine est totale à la seule exception de l'Allemand SAP. Il faut par ailleurs noter que, dans son ensemble, l'activité d'édition gagne des parts de marché face au développement à façon.

## F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

Selon le Truffle 100<sup>104</sup>, 820 M€ ont été investis en 2004 au titre de la R&D par les éditeurs français. Les deux plus importants sont Dassault Systems et Business Objects, avec respectivement 220 M€ et 85 M€ de dépenses annuelles destinées à financer l'innovation.

Ces 820 M€ représentaient 29 % du chiffre d'affaires des entreprises du secteur, tandis que la R&D mobilisait de l'ordre de 35 % de leurs ressources humaines. Ces deux indicateurs soulignent la forte intensité en R&D de ce secteur au regard du reste de l'économie.

Par ailleurs, cet effort financier mobilisé par les entreprises représentait, d'après la même source, autour de 55 % du budget public de R&D pour les technologies de l'information et environ 25 % de la dépense totale de R&D en France pour le même domaine.

Sur la scène européenne, les éditeurs français occupent le deuxième rang en matière de dépenses de R&D, derrière l'Allemagne et devant le Royaume-Uni. L'Allemand SAP, tête de file des industriels européens, est quasiment le seul à pouvoir se mesurer aux compétiteurs américains : il consacrait 875 M€ à la R&D en 2002, à comparer aux 4,3 G\$ de Microsoft. Dans l'ensemble, les éditeurs américains dépensent en R&D cinq fois plus que leurs homologues européens et 25 fois plus que les seuls éditeurs français.

Ceci laisse entendre que les acteurs français sont notablement moins intensifs en R&D que la moyenne mondiale : ils représentent environ 7 % du marché mondial d'après les sources citées plus haut tandis que leurs dépenses de R&D équivalent tout juste à 4 % de celles de leurs seuls concurrents américains.

## G. Axe 4. Les défis rencontrés

Selon les experts rencontrés pour cette étude de cas, les éditeurs de logiciels font face à deux défis principaux : d'une part, une consommation de produits logiciels par le marché industriel qui reste très « prudente » et, d'autre part, le caractère à la fois incontournable et difficilement accessible du marché américain.

Le premier défi découle du constat que les clients industriels des éditeurs ont changé de comportement, par rapport à une période antérieure où ils se hasardaient plus volontiers à acheter des produits issus de startups pour s'assurer des gains de valeur ajoutée. Il est par exemple significatif que le directeur informatique de Renault, par ailleurs président du CIGREF, déclare publiquement avoir passé la consigne au sein de son entreprise de ne plus acheter des produits provenant de startups.

Moins disposés aujourd'hui à assumer le risque inhérent à cette modalité d'innovation, ces clients préfèrent attendre que les startups revendent leurs technologies à de grands éditeurs en charge de standardiser les produits ou laisser leurs sous-traitants assumer la responsabilité de la fiabilité des produits qu'ils mobilisent.

---

parmi les atouts concurrentiels des « grands utilisateurs » des autres secteurs : aéronautique, défense, télécom...

<sup>104</sup> Le Truffle 100 est un palmarès des éditeurs de logiciels et progiciels français qui met en valeur 100 entreprises innovantes et représentatives de leur industrie. Ce sont des sociétés françaises (cotées en bourse ou pas), avec leur direction R&D en France et avec pour métier principal l'édition et la distribution de logiciels ou de progiciels d'entreprise (tous secteurs d'activité confondus).

Selon les entretiens menés, cette tendance plus prononcée en France que dans les autres pays développés conduit les éditeurs français de logiciels à prospecter en majorité auprès des grands comptes étrangers : Dassault Systèmes (dont Toyota et Boeing sont les deux premières références), Business Object, Lectra System...

Le second grand défi vient de ce que, le marché français étant trop petit et le marché européen trop peu intégré, toutes les startups doivent investir le marché américain pour s'assurer une trajectoire de développement soutenable. Devant l'impossibilité d'entrer sur ce marché sans que les fonctions marketing, stratégie et une partie de la R&D y soient également localisées, c'est en fait une « transplantation » quasi-totale qui est nécessaire dès que les premiers stades de développement de l'entreprise ont été accomplis en France.

Un tel mouvement est cependant aussi dangereux que nécessaire et les entreprises qui périssent lors de ce passage sont très nombreuses. En effet, la grande étendue du marché américain rend l'opération très consommatrice de liquidités. Or, comme la littérature économique l'a montré (Moore), les jeunes entreprises innovantes doivent généralement passer par une période difficile après de premières ventes significatives, en raison d'un décalage fréquent entre les clients les plus faciles à convaincre (les « *early adopters* ») et les clients « moyens », bien plus nombreux, qui forment le « vrai » marché. La nécessité pour les éditeurs de logiciels de se déplacer aux Etats-Unis survient généralement à ce stade délicat de leur développement ; il n'est pas rare que la trésorerie nécessaire dépasse *in fine* ce que leurs premiers succès leur ont permis de provisionner. Sur fond d'essoufflement des ventes, le processus peut ainsi aboutir à la mort de l'entreprise.

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Une remarque de l'un de nos interlocuteurs peut être rapportée en préalable : l'informatique créant plus de gisements de productivité que d'emplois, c'est bien l'adoption et la diffusion de produits logiciels qui sont des éléments stratégiques pour une économie donnée, davantage sans doute que leur conception ou production.

Ceci étant posé, nous avons recueilli après des experts interrogés des avis assez mitigés sur le niveau d'adaptation des politiques publiques de soutien à l'innovation.

Un premier constat est celui du faible apport des acteurs publics au secteur privé. Certes, de leur côté, les établissements d'enseignement supérieur forment des étudiants et ingénieurs jugés de bon voire de très bon niveau, en dépit d'un décalage observable entre les écoles d'ingénieurs d'un côté et les universités, dont le grand dénuement est estimé « problématique », de l'autre. Avec l'aide de certains mécanismes tels que les bourses CIFRE, le couplage formation – industrie est donc globalement satisfaisant.

Mais, *a contrario*, les organismes de recherche produisent des travaux qui, quoique de qualité appréciable, restent non comparables avec ceux de centres mondiaux d'excellence comme le MIT. La recherche universitaire est quant à elle jugée insatisfaisante. Les conditions ne sont donc pas réunies pour que le couplage entre la recherche publique et le secteur industriel de l'édition soit suffisamment efficace et rapide.

Autrement dit, la compétitivité de l'industrie logicielle française est, en l'état actuel, très peu dépendante de celle de la recherche publique du même pays. Ce serait donc une erreur, concluent nos interlocuteurs, de vouloir soutenir l'innovation dans ce secteur au moyen d'une augmentation des budgets publics de recherche en génie logiciel.

C'est également pour cela que les suggestions, émises par ces experts, sur les moyens possibles d'une action publique en faveur de l'innovation ne se focalisent pas tant sur l'offre technologique que sur la demande commerciale.

En réponse à l'un des deux défis identifiés ci-dessus, il a par exemple été mentionné comme important de convaincre les grands industriels de consommer davantage de logiciels innovants qu'ils ne le font aujourd'hui. Dans cette optique, il a été suggéré que les grands programmes, tels que ceux proposés par le rapport Beffa, seraient une modalité efficace de les y encourager, aux côtés des réseaux de recherche coopérative (RRIT) qui font l'objet d'un bilan très satisfaisant, à condition que leurs moyens soient suffisamment concentrés.

On trouve là un argument inattendu en faveur des grands programmes dans un secteur pour lequel ces instruments sont souvent réputés inappropriés (l'échec historique du Plan Calcul étant présenté comme argument unique et supposé suffisant). Cette suggestion part notamment du postulat que le modèle d'innovation reposant sur l'essaimage et la création de startups, plus spontanément associé au secteur du logiciel, fonctionne mal en France, tant parce que les utilisateurs français seraient trop rétifs au risque et focalisés sur leur objectif de baisse des coûts que parce que les conditions de croissance des PME en France sont difficiles au-delà d'un certain plafond<sup>105</sup>. Cette analyse n'est cependant pas unanime, un récent rapport de travail FutuRIS pointant par exemple que ce modèle n'a pas été suffisamment encouragé (Worms, op. cit.).

Une deuxième piste évoquée pour renforcer la demande en logiciels concerne le secteur des services, dont on sait que le poids économique dépasse largement celui de l'industrie alors qu'il n'occupe encore qu'une place restreinte dans la clientèle des éditeurs. Les entreprises du tertiaire étant pourtant appelées à être fortement consommatrices de logiciels, nos interlocuteurs ont souligné le besoin d'une intervention publique incitative.

Enfin, ont également été mentionnés les apports des logiciels libres. Plus précisément, la stratégie consistant à concurrencer des produits phares par des logiciels libres puis à revenir en mode propriétaire une fois la position dominante reconquise a montré sa pertinence à plusieurs reprises (cf. le succès d'Object Web et le cas Matlab<sup>106</sup>). Cela étant, non seulement cette stratégie ne peut faire figure de réponse universelle mais elle requiert en outre une approche structurée si l'on veut que les gains potentiels puissent être exploités. Ainsi, les organismes de recherche devraient sans doute être plus explicitement associés à une éventuelle politique de promotion du logiciel libre « made in France ». Par ailleurs, les liens avec les SSII, connaissant bien les usages et appelés à développer ces modèles libres, devraient être encadrés. Et l'on voit mal comment de telles actions d'accompagnement pourraient être efficaces sans une intervention financière publique initiatrice.

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Le secteur du logiciel a comme spécificité de reposer sur une technologie transversale, parfois dite diffusante ou « capacitante », qui le positionne comme source de richesse et de compétitivité. En d'autres termes, les effets d'entraînement associés à ce secteur sont à la fois étendus et importants (utilisation de logiciels embarqués ou « enfouis » dans l'industrie, rénovation des services marchands et non marchands...).

---

<sup>105</sup> Dans une telle perspective d'assurer la croissance des entreprises, le grand défi du secteur logiciel se ramène schématiquement à l'existence de Microsoft : avec aujourd'hui 6 G\$ de R&D, ce géant dépasse largement ses concurrents et représente le triple de SAP, qui à son tour dépasse la capitalisation de toutes les autres entreprises européennes. L'ascension demande donc de choisir « des collines pas trop grosses », adaptées à la taille et à la progression de l'entreprise. Une ambition excessive, au contraire, expose celle-ci à un fort risque d'échec.

<sup>106</sup> Matlab était un logiciel dont le noyau, initialement libre et mondialement diffusé, a vu ses droits privatisés par la société Math Works. La seule manière de contrer cette dernière était de développer un produit concurrent en libre, ce qu'a fait l'INIRIA avec SciLab, qui risque d'être privatisé si son succès se confirme.

A noter que ces effets sont totalement délocalisés : la plupart des logiciels se situant sur un marché mondialisé, les entreprises françaises profitent autant que leurs concurrents des gains de productivité éventuellement liés à leur utilisation. Selon les cas, le secteur des logiciels en fait peut faire exception à cette règle.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Les mécanismes communautaires sont jugés indispensables pour la recherche européenne mais nettement moins pour l'industrie, dont le degré d'intégration actuel est très faible, notamment en raison des barrières linguistiques. La trajectoire de succès de tout éditeur provenant de n'importe quel pays européen passe encore par les Etats-Unis, en tout premier lieu. Les coopérations européennes comme ESPRIT ont certes permis des prises de contacts entre acteurs privés, mais les coopérations tangibles ont surtout eu lieu entre nationaux d'un même pays et très peu de manière transfrontalière. De plus, la coopération internationale n'est pas un élément critique sur lequel les industriels ont grand besoin d'une aide publique : l'accès aux compétences où qu'elles soient dans le monde ne leur pose généralement pas le moindre problème.



## CHAPITRE XI : LA NANOÉLECTRONIQUE

### A. Points clés

- ❑ La nanoélectronique est aujourd'hui un domaine technologique où se rencontrent deux filières assez distinctes : la filière descendante, d'une part, héritière de la microélectronique et qui vise à produire des composants de plus en plus denses et petits et, d'autre part, la filière ascendante qui, tirant parti des nouvelles possibilités de manipulation de nano-objets, vise à la matérialisation de concepts radicalement innovants (électronique moléculaire, ordinateur quantique...). Toutefois, la plupart des concepts issus de cette filière ascendante doivent encore faire la preuve de leur faisabilité.
- ❑ Pour le moment sous la barre des 10 milliards de dollars, le marché de la nanoélectronique est appelé à connaître une croissance très rapide dans la prochaine décennie ; il pourrait atteindre 80 milliards de dollars en 2011. Ses applications multiples dans de nombreux domaines lui confèrent des effets d'entraînement potentiellement très importants.
- ❑ En dehors de l'activité silicium, ce marché n'est pas encore mûr, au sens où de très nombreuses options technologiques sont encore en concurrence voire en cours d'exploration sans que les grands acteurs n'aient encore commencé à structurer le marché. En termes industriels, cela signifie notamment que les technologies sont développées par de nombreuses startups qui survivent sur des marchés de niche ou qui meurent, mais qui ne sont pas rachetées.
- ❑ Le diagnostic porté par les experts sur le positionnement des acteurs français tout comme sur la pertinence du dispositif public de soutien à l'innovation est assez contrasté selon que l'on parle de la nanoélectronique silicium ou des autres volets du secteur. La première est en effet une activité structurée, dont l'épicentre industriel est formé par l'Alliance installée à Crolles. En termes de dispositif public, l'organisation correspondante est elle aussi fortement concentrée autour de MINATEC et d'un réseau de quatre autres grandes centrales technologiques. De l'avis de tous les experts rencontrés, cette organisation connaît un succès avéré.
- ❑ En revanche, les autres volets de la nanoélectronique sont encore l'objet d'une activité exploratoire. A l'opposé d'une concentration de moyens sur un petit nombre d'options technologiques, c'est au contraire un « écosystème » favorable à l'innovation et au foisonnement qu'il conviendrait de soutenir. En termes industriels, cela signifie notamment un soutien à l'essaimage et au développement de startups compétitives. En termes d'outils publics, cela implique la mise à disposition aussi ouverte que possible d'un réseau dispersé d'infrastructures de proximité, qui n'ont pas besoin d'être aussi lourdes et complètes que les quelques grandes centrales précitées. Plusieurs avis d'experts convergent sur le fait que cette partie du dispositif n'est pas assez développée en France.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 49 : bilan d'ensemble

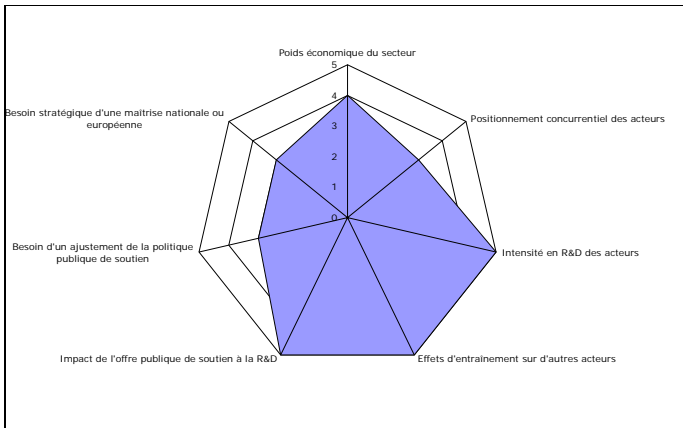


Figure 50 : les défis rencontrés

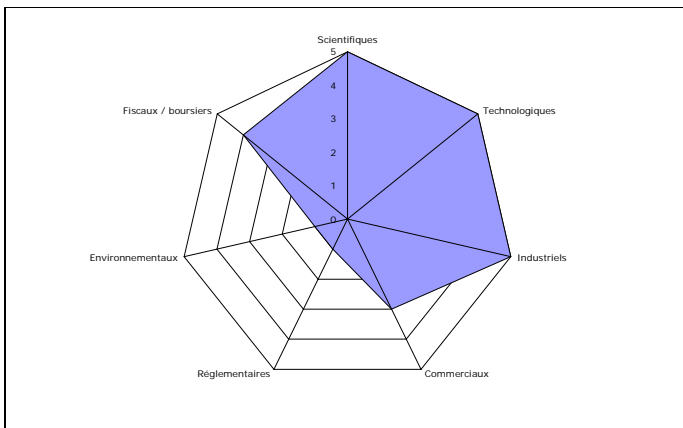
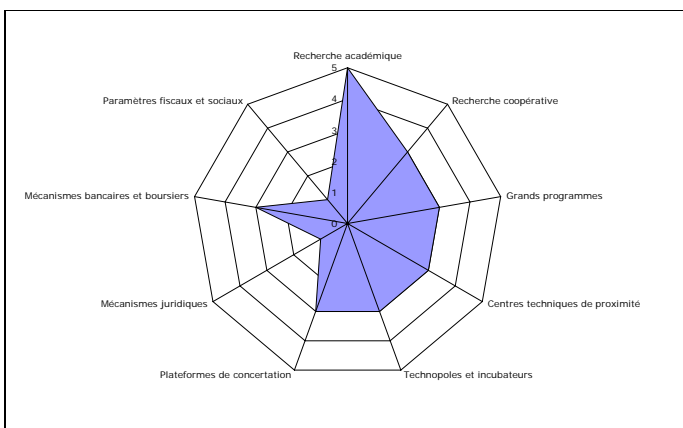


Figure 51 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

La nanoélectronique concerne l'application des nanotechnologies au secteur industriel des composants électroniques, que l'on peut distinguer selon les fonctions qu'ils remplissent : traitement de l'information, stockage de l'information, communications, affichage, source d'énergie, microsystèmes, biopuces... Deux grandes tendances coexistent pour le moment en ce qui concerne le traitement de l'information : la tendance ascendante (électronique moléculaire, ordinateur quantique...) et la tendance descendante, héritière de la microélectronique. Ces deux courants rencontrent chacun des défis et verrous technologiques très différents mais ils jouent maintenant à peu près sur les mêmes échelles nanométriques.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

Il n'existe pas d'indicateur aisément accessible donnant le volume actuel du marché mondial de la nanoélectronique. Néanmoins, le cabinet de marketing *nanomarkets* estime que l'ensemble des nanotechnologies (dont l'électronique n'est qu'un champ d'application parmi plusieurs) représentaient un marché de l'ordre de 7,5 milliards de dollars en 2003<sup>107</sup>.

Pour ce qui est cette fois du seul segment nanoélectronique, ce même cabinet estime que la forte expansion qui le caractérise devrait le porter à près de 11 milliards de dollars en 2007 et au-delà de 80 milliards de dollars en 2011.

En 2004, le marché français des composants représentait environ 1 G€, dont 30 % sous forme de produits pour PC qui sont hors de notre champ ; la part « hors PC » de ce périmètre était en progression de 13 %.

Il est en outre important de noter que, selon un expert rencontré, ce marché n'est pas encore mûr, au sens où l'on ne sait pas encore précisément quels seront les utilisateurs des nanotechnologies. Beaucoup de startups se créent mais elles ne sont pas rachetées, les acheteurs potentiels ne prenant pas encore position<sup>108</sup>. Les startups actuelles survivent donc sur des marchés de niche... ou ne survivent pas. Cette situation s'observe quasiment à l'identique dans tous les pays. Au Japon par exemple, seuls des groupes tels que NEC ou Toshiba se positionnent ouvertement.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

Le principal paramètre de la concurrence mondiale est la technicité. En dehors de la branche descendante, bien structurée, le marché de la nanoélectronique, encore jeune, est en effet constitué de plusieurs solutions techniques en compétition, sans parler de toutes celles qui sont encore émergentes voire inconnues. Pour toutes ces « filières », le paramètre technique est donc primordial, bien devant celui du prix. Etant donné que le marché est d'emblée mondial, les spécificités nationales ou continentales (taille du marché domestique...) ne jouent qu'un rôle mineur.

La principale menace qui pèse sur les acteurs est la perte de la course technologique face aux concurrents, c'est-à-dire que les résultats de la recherche conduite par les équipes françaises et européennes soient valorisés outre-Atlantique, en Asie ou ailleurs en Europe.

Dans l'ensemble, le niveau de compétitivité mondiale des acteurs français et européens peut être considéré comme moyen. Pour le cas français, ce jugement mitigé résulte en fait

---

<sup>107</sup> A titre de comparaison, le marché mondial de la microélectronique représentait la même année quelque 155 milliards de dollars.

<sup>108</sup> Par exemple, Saint-Gobain ne prend pas encore explicitement position sur les matériaux conducteurs transparents.

d'un compromis entre le bon niveau du pôle de Crolles 2 formé par l'Alliance (STMicroelectronics est numéro 3 ou 5 mondial suivant les années) et la faiblesse relative des startups françaises.

En effet, contrastant avec la réussite avérée de Crolles 2 sur le volet « silicium » de la nanoélectronique, la France fortement exposée à la concurrence des pays développés et émergents ne semble pas bien partie pour abriter un grand nombre de startups performantes sur les autres volets de ce secteur. Le réseau d'infrastructures de R&D est ainsi jugé difficile d'accès pour tous les chercheurs qui pourraient y prétendre, ne forme qu'un faible nombre d'ingénieurs technologues et n'a pas encore démonté sa performance en matière d'essaimage. A ceci s'ajoutent des problèmes plus génériques, également diagnostiqués pour d'autres secteurs où les startups sont des acteurs primordiaux de l'innovation : manque de dynamisme des mécanismes d'innovation, soutien à l'essaimage insuffisant, facteurs culturels peu favorables à une culture de la start-up...

Les acteurs français et européens disposent certes d'un certain nombre d'atouts, tels que la présence d'équipes de R&D de bon niveau et souvent pluridisciplinaires, l'existence d'infrastructures et une formation « de masse » à la technologie. Mais, selon les experts rencontrés, ces avantages ne sont pas exclusifs : l'accès aux infrastructures et à des équipes de haut niveau existe en bien d'autres pays du monde.

En résumé, les conditions ne semblent pas réunies pour que l'attractivité de la France s'accroisse pour ce segment d'activité.

### **F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs**

La principale motivation des industriels pour financer des programmes de R&D est de ne pas se faire distancer dans la course technologique visant à augmenter le ratio « performance / (taille\*coût) » des composants. Le rythme ininterrompu de cette course (cf. loi de Moore) conduit la filière descendante à franchir régulièrement des barrières technologiques, imposées notamment par les dimensions de plus en plus proches de l'échelle atomique. Parallèlement, selon la filière dite montante, les capacités accrues de manipulation des nano-objets ouvrent la voie, y compris dans le seul secteur de l'électronique, à des innovations radicales auxquelles tentent de donner corps un certain nombre d'entreprises, qu'il s'agisse de multinationales ou de startups.

L'intensité en R&D des acteurs français est de l'ordre de 15 % du CA<sup>109</sup>, ce qui représente un effort comparable à celui de leurs concurrents étrangers. Au-delà de la seule question du volume, cette activité de R&D apparaît également comme assez structurée (par comparaison avec des secteurs moins intensifs en innovation), prioritaire au regard des autres formes d'investissements immatériels et assez ouverte à la collaboration interentreprises.

Les innovations observées ont principalement des innovations de produit ; elles concernent avant tout les matériaux, composants et équipements (salles blanches, plateformes technologiques...), auxquels s'ajoutent les progrès de la recherche fondamentale sur lesquels elles s'appuient fortement.

### **G. Axe 4. Les défis rencontrés**

Les défis rencontrés par les acteurs sont avant tout d'ordres scientifique et technologique.

Au niveau scientifique, les systèmes usuels de stockage et de traitement de l'information, à force d'être toujours plus petits et plus denses, vont finir par rencontrer des limites physiques,

---

<sup>109</sup> Estimation établie sur la base du taux indiqué par STM (entre 15 et 17%) et par Motorola (13%), en supposant que le CA dégagé par les startups existantes est encore marginal ; les utilisateurs comme Philips sont plutôt à 8 %

nécessitant des recherches exploratoires de première grandeur.<sup>110</sup> Concrètement, cela couvre des problèmes variés : l'auto-assemblage de molécules identiques, la mise au point de contacts sans dissipation d'énergie, l'obtention de molécules ayant les bonnes propriétés de composant pour manipuler l'information (amplification, régénération, reproductibilité)...

Face à l'augmentation du coût unitaire de production de ces composants, un certain nombre de concepts issus de l'approche ascendante semblent prometteurs. Sur le plan technologique toutefois, il faut noter que ces concepts, notamment en matière d'électronique moléculaire, attendent toujours une validation empirique de leur performance voire de leur faisabilité dans le traitement de l'information. Selon l'un des experts interrogés, ce défaut de validation s'explique par le fait que les études sur les volets amont des nanotechnologies sont encore trop peu nombreuses et insuffisantes en volume. Il reste selon lui de nombreuses voies à explorer<sup>111</sup>.

L'enjeu est d'importance : les experts estiment en effet que les acteurs français et européens pourront perdre ou gagner le segment des composants électroniques de générations ultérieures (traitement et stockage de l'information, affichage, biopuces) selon qu'ils trouvent ou non une solution aux défis énoncés.

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Selon les experts interrogés, l'intervention publique est indispensable à la résolution des défis identifiés précédemment : d'une part, les sauts technologiques à franchir sont trop importants pour ne pas nécessiter l'intervention des équipes publiques de recherche et, d'autre part, le coût rédhibitoire des outils de mesure et d'instrumentation rend incontournable un cofinancement public.

Or aujourd'hui, les experts jugent que l'offre de compétences scientifiques en nanoélectronique, permettant de résoudre les défis mentionnés, est accessible tandis que l'offre de capacités de mesure et d'instrumentation ne l'est pas ou mal.

Plus précisément, la priorité est selon eux de créer un environnement favorable à la mobilisation des chercheurs des nombreuses disciplines scientifiques concernées<sup>112</sup>, à la « foire aux idées », aux démonstrations de concepts et à l'innovation que ce soit sous forme d'essaimage ou d'intégration de la part des acteurs industriels existants. *A contrario*, ils considèrent qu'il est trop tôt pour chercher à refermer les trajectoires technologiques et en particulier focaliser le soutien public sur un petit nombre de laboratoires ou plateformes cibles.

Ils mettent ainsi en garde contre une tentation du « *big is beautiful* » qui, selon eux, nuit fortement au potentiel d'innovation. Les plateformes gagneraient à être davantage dispersées sous forme de centrales technologiques de proximité : les acteurs privés et publics du pays, notamment ceux qui se trouvent en phase d'incubation et d'amorçage, ont en effet un besoin impératif d'infrastructures pour la nanofabrication tandis que rares sont ceux qui ont besoin d'équipements aussi lourds et complets que ceux de MINATEC et des 4 autres grandes centrales<sup>113</sup>.

---

<sup>110</sup> Cet obstacle « ultime » serait situé autour de 2021 pour le traitement de l'information et sans doute à une date plus proche pour le stockage.

<sup>111</sup> Les nanotubes de carbone sont la voie la plus avancée mais ce n'est pas la seule à devoir être envisagée.

<sup>112</sup> Physiciens, technologues, biologistes et chimistes notamment

<sup>113</sup> Orsay (IEF), Lille (IEMN), Toulouse (LAAS), Marcoussis (LPN) et Grenoble (MINATEC)

C'est d'ailleurs cette logique de dispersion des infrastructures qui prévaut, selon ces mêmes experts, dans de nombreux pays (Royaume-Uni, Suisse, Allemagne, Japon, Etats-Unis...), les universités étrangères disposant généralement d'une salle blanche au moins, indispensable pour un travail de qualité, et certaines en ayant 7 à 8 de tailles variables. Une telle organisation n'a pas seulement l'avantage d'offrir un accès facilité aux PME mais également d'impliquer des effectifs plus larges et plus jeunes dans la maintenance des équipements, contribuant ainsi à un vaste effort de formation.<sup>114</sup>

En conclusion, les outils publics jugés les plus nécessaires pour aider les acteurs à résoudre leurs défis sont : l'offre de compétence des organismes et universités français ou européens, le soutien à la recherche partenariale (type RRIT) et le soutien dispersé à l'incubation et à l'essaimage. A l'inverse, la concentration territoriale des compétences et des aides publiques (technopôles, pôles de compétitivité), déjà observée dans le domaine du silicium, n'aurait pas besoin d'être développée davantage qu'elle ne l'est déjà.

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Les progrès offerts par la nanoélectronique sont porteurs tant de gains continus de productivité que d'innovations radicales auprès d'un grand nombre d'acteurs privés et publics. Le volume des marchés concernés (microélectronique, santé, équipement informatique...) sont tels qu'il n'est pas exagéré de dire que ce secteur bénéficie d'un effet d'entraînement majeur.

Cet effet d'entraînement est global, au sens territorial du terme. Ainsi, les constructeurs américains d'équipement informatique ne sont pas handicapés par le fait que les DRAM sont presque toutes coréennes ou japonaises ; quant à elle, l'industrie informatique japonaise est prospère même si les microprocesseurs viennent souvent d'Intel ou d'AMD.

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Le niveau de mutualisation européenne actuellement constaté ou prévisible sur la R&D est seulement modéré.

Selon les experts rencontrés, la mise au point d'un agenda européen de R&D aurait l'avantage de compenser les déficits identifiés dans le soutien national à l'innovation mais serait sans doute prématuré, car il s'agit d'un secteur où les trajectoires technologiques sont encore nombreuses et en émergence.

En dehors des sites de production tels que celui de Crolles où la mutualisation est déjà largement opérée, il n'est pas certain que l'on puisse espérer des économies d'échelle très importantes, investissements lourds pouvant être mutualisés ne représentant qu'une faible part du coût total de la R&D. De plus, les acteurs français étant défavorablement positionnés en termes d'équipements, une telle mutualisation pourrait les exposer à une concurrence difficile.

---

<sup>114</sup> Aux Etats-Unis (Stanford et Santa Barbara par exemple), l'accès est totalement ouvert aux entreprises moyennant 75\$ de l'heure (contre 25\$/h pour les étudiants en doctorat). C'est d'ailleurs une condition nécessaire à l'octroi de fonds publics. Selon l'un des experts rencontrés, une telle ouverture manque quasi complètement en France où, dans les meilleurs des cas, les candidats doivent passer sous les fourches caudines des centrales et accepter de perdre une partie de la paternité de leurs résultats.

## CHAPITRE XII : LES BIOCARBURANTS

### A. Points clés

- ❑ Il existe deux grandes familles de biocarburants : l'une à base d'éthanol (fonctionnant dans des moteurs à essence) et les biodiesels. Pour chacune de ces deux familles, il existe d'une part une filière actuellement opérationnelle, pouvant encore bénéficier de progrès, et de nouveaux modes de production fondés sur les matières lignocellulosique, très prometteurs mais dont la faisabilité scientifique ou technique reste à démontrer.
- ❑ Actuellement, toutes filières confondues, les biocarburants ne représentent qu'un modeste volume d'activité : de l'ordre de 200 M€ de chiffre d'affaires et 4 300 emplois directs environ. Les objectifs politiques prévoient une multiplication par sept de la production nationale à horizon 2010. Si ces objectifs sont atteints, les biocarburants représenteraient de l'ordre de 5 % des besoins énergétiques nationaux en transports, conformément à la directive européenne sur le sujet.
- ❑ Après une période de leadership, la France occupe le deuxième rang européen sur chacune des deux filières, respectivement derrière l'Allemagne (biodiesel) et l'Espagne (bioéthanol). Cela étant, si l'Europe est leader mondial de la production de diester – en raison de son choix assez unique de motorisation au diesel – le marché de bioéthanol est très largement dominé par les Etats-Unis et le Brésil (95 % de la production mondiale à eux deux).
- ❑ Les différents chiffres donnés dans cette analyse montrent que, hors peut-être la voie lignocellulosique, la fabrication de biocarburants ne présente pas d'intérêt économique strict, en tout cas pas à moins de 80 \$ le baril de brut. Ce sont d'autres facettes du problème qui peuvent en conditionner l'intérêt : la diminution de l'effet de serre (sa raison d'être officielle principale) et son impact dans l'évolution voire le développement de l'agriculture française.
- ❑ Plusieurs conditions restent nécessaires au développement des filières : premièrement, une politique durable de défiscalisation qui offre suffisamment de visibilité aux industriels et qui accompagne la montée en puissance des filières actuelles en attendant la mise en œuvre des filières cellulosiques ; deuxièmement, un effort public de recherche appliquée à la fois accru et concentré pour permettre le développement de ces dernières ; troisièmement, un aménagement des règlements européens pour permettre des cultures non alimentaires au-delà des seules jachères et un ajustement de la PAC pour rendre les cultures énergétiques au moins aussi rentables pour les agriculteurs que les cultures alimentaires ; quatrièmement, un effort d'innovation pour diversifier les débouchés possibles des coproduits des biocarburants.

## B. Diagrammes synthétiques

Figure 52 : bilan d'ensemble

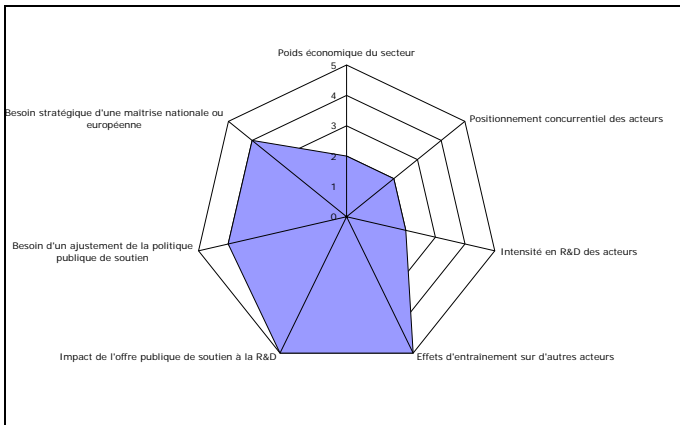


Figure 53 : les défis rencontrés

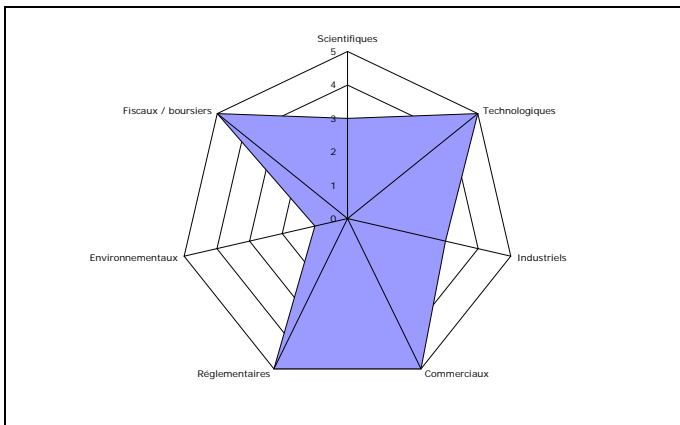
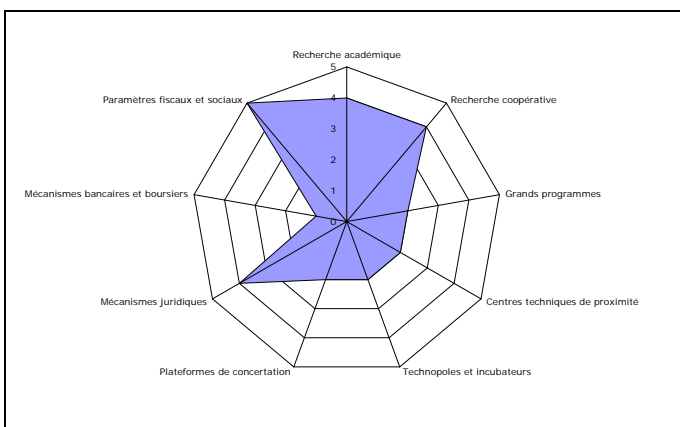


Figure 54 : l'impact de l'offre publique de soutien à la R&D



## C. Définition du périmètre

Les biocarburants sont des sources liquides d'énergie issues de matières végétales. Il en existe deux grands types :

- ❑ Le premier repose sur l'éthanol, un alcool classiquement issu par fermentation de plantes à forte teneur en sucres<sup>115</sup> ou en amidon<sup>116</sup>. Des recherches sont en cours pour mettre au point d'autres voies de fabrication à partir de la biomasse lignocellulosique (bois, paille). L'éthanol peut être utilisé directement comme carburant, pur ou mélangé à de l'essence, comme c'est le cas actuellement au Brésil. Il peut également servir, associé à de l'isobutylène, à fabriquer de l'ETBE (éthyl-tertio-butyl-éther), un additif mélangé à l'essence ; ce n'est alors pas un biocarburant à proprement parler<sup>117</sup>.
- ❑ Le second repose sur le biodiesel, connu sous le nom de marque Diester, issu de plantes oléagineuses<sup>118,119</sup>. Pouvant faire office de carburant, il s'avère cependant peu adapté aux moteurs diesel modernes ; il est donc pour le moment mélangé au gazole à hauteur de 15 % environ. Comme dans le cas précédent, la biomasse lignocellulosique pourrait permettre, moyennant des percées techniques encore nécessaires, de produire un gaz de synthèse composé de CO et H<sub>2</sub> à partir duquel on sait faire du gazole.

Même si des voies de progrès existent dans les deux cas, les filières éthanol (à partir de betterave ou de blé) et biodiesel (à partir de colza) sont actuellement opérationnelles, moyennant un régime fiscal spécifique qui concourt à les rendre compétitives. La fabrication de biocarburants à partir de biomasse lignocellulosique est encore au stade de la recherche.

## D. Axe 1. Le poids économique du secteur

En 2004 en France, la production de biocarburant s'est élevée à 430 000 tonnes, dont environ 80 % de biodiesel et 20 % de bioéthanol<sup>120</sup>. Le chiffre d'affaires réalisé par les producteurs était de l'ordre de 190 M€ dans la filière biodiesel et de 16 M€ dans la filière bioéthanol. On estime enfin à 4 300 environ le nombre d'emplois de ces filières en 2003.<sup>121</sup> Il s'agit donc encore d'une activité au volume modeste.

Ces indicateurs peuvent outre être mis en perspective de trois manières distinctes. Premièrement, ces volumes ne représentaient en 2004 qu'une très faible part de l'ensemble des carburants consommés en France : seuls 0,95 % d'esters d'huiles et 0,4 % d'éthanol ont été incorporés, respectivement au diesel et à l'essence.

---

<sup>115</sup> Betterave, canne à sucre, topinambour...

<sup>116</sup> Blé, maïs, pomme de terre...

<sup>117</sup> L'ETBE n'est premièrement pas un « carburant », capable à lui seul de faire tourner un moteur. Certains experts contestent en outre l'usage du préfixe « bio » : produit à hauteur de 47 % à partir d'éthanol possiblement végétal et de 53 % d'isobutène issu de ressources fossiles, l'ETBE est un additif ajouté pour moins de 10 % au carburant conventionnel. Son rôle essentiel est de relever l'indice d'octane et de préserver l'usure des moteurs, comme l'a fait pendant près de 100 ans le plomb tétra éthyle, aujourd'hui interdit et auquel il se substitue. Selon des travaux d'expertise, cette filière ne présente quasiment pas d'intérêt énergétique et pas d'intérêt pour la baisse des émissions de gaz à effets de serre.

<sup>118</sup> Colza, tournesol, soja, arachide... Il s'agit d'un ester obtenu par réaction de l'huile avec de l'alcool méthylique (Ester Méthylique d'Huiles Végétales = EMHV).

<sup>119</sup> A noter que, dans le silage de la filière biodiesel, la fabrication des EMHV (cf. note 118) a comme coproduit un résidu solide, le tourteau, utilisé dans l'alimentation animale pour son apport de protéines.

<sup>120</sup> En France, la motorisation diesel a dépassé la motorisation essence. Ceci conduit au fait, tous types de carburants confondus, que notre pays exporte de l'essence (surcapacité de raffinage) et importe du gazole (sous capacité de raffinage).

<sup>121</sup> Source : Ministère de l'Agriculture  
([http://www.agriculture.gouv.fr/spip/actualites.contratfrance2005\\_a4424.html](http://www.agriculture.gouv.fr/spip/actualites.contratfrance2005_a4424.html))

Deuxièmement, alors que les pétroliers ne s'impliquent pas aujourd'hui dans la production de biocarburants<sup>122</sup>, cette activité concerne plus directement l'économie agricole, dans un contexte d'évolution possible de la Politique Agricole Commune (PAC). On admet ainsi que 1 000 tonnes par an de colza, betteraves ou céréales transformées en biocarburant créent 6 à 7 emplois nets et en maintiennent 3 à 4 autres. Aujourd'hui, ce sont 400 coopératives et 60 000 agriculteurs qui participent à l'approvisionnement des filières.

Enfin, il est important de noter les signaux selon lesquels la filière devrait connaître un essor significatif dans les prochaines années. La France est ainsi incitée par une directive européenne à atteindre des taux d'incorporation de biocarburants de 2 % en 2005 et de 5,75 % en 2010. Pour avancer vers le second de ces objectifs, le Premier ministre et le Président de la République se sont engagés à ce que la France triple sa production de biocarburants entre décembre 2004 et 2007 ; la phase 2008-2010 du plan biocarburants a été lancée depuis (mai 2005), avec une multiplication par 7 affichée entre 2005 et 2010. Un saut quantitatif est donc programmé pour la fin de la décennie : le ministère de l'agriculture avance le chiffre de 1,5 à 2 millions d'hectares concernés à cette échéance (contre 320 000 en 2003) et un expert de l'Ademe parle d'un volume de 28 000 emplois pour les deux filières confondues.

## E. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

Etudier le positionnement concurrentiel des filières françaises et européennes implique deux types de comparaisons.

D'une part, au regard des filières identiques existant à l'étranger, la France a perdu la position de leader européen qu'elle occupait au début des années 1990. Elle est maintenant au second rang, que ce soit pour la fabrication d'éthanol (derrière l'Espagne) ou pour la production de diester (derrière l'Allemagne). La perte de ses positions par la France s'explique principalement par le fait que l'Allemagne et l'Espagne ont anticipé la directive européenne précitée fixant l'objectif de 5,75% de biocarburants dans la consommation énergétique des transports en 2010.

Considérée globalement, l'Europe se positionne sur le marché mondial de manière très différente selon la filière envisagée. Les pays non européens consommant majoritairement de l'essence, le marché mondial de bioéthanol est beaucoup plus important que celui concernant le biodiesel. Or, en 2004, le Brésil et les Etats-Unis produisaient à eux deux 95 % du bioéthanol mondial. L'Europe est donc globalement très en retrait ; la concurrence est par ailleurs en train de s'intensifier sachant que des nombreux pays (Canda, Inde, Chine...) prévoient le lancement de programmes nationaux dans le contexte contemporain d'augmentation du prix du pétrole. A l'inverse, le biodiesel est quasiment une spécificité européenne, trois pays (Allemagne, France et Italie) représentant les trois quarts de la production mondiale.

D'autre part, au regard des filières concurrentes que sont les carburants d'origine fossile, les biocarburants souffrent encore d'un déficit de compétitivité prix. Les coûts de production des biocarburants sont en effet plus élevés, à raison de 0,2 à 0,5 € supplémentaires par litre en raisonnant à apport énergétique constant<sup>123</sup>. A noter que cette fourchette est très large, qu'elle varie selon les sources et bien sûr en fonction de la taille des réacteurs. Même si des progrès peuvent encore intervenir, on comprend que seule une intervention publique, essentiellement via des défiscalisations dans tous les pays concernés, permette pour le

<sup>122</sup> Selon les experts rencontrés, les technologies correspondantes (agriculture, chimie *ad hoc*...) n'entrent pas dans leur cœur de métier. Les pétroliers achètent donc l'éthanol et le diester qu'ils incorporent respectivement à l'essence et au gazole et assurent la distribution de ces produits. Il n'est pas certain que cette réserve soit définitive mais ils attendent, avant de s'engager dans de lourdes dépenses d'infrastructures, que l'Etat garantisse par un cadre fiscal stable sur le long terme la compensation de l'écart de prix entre essence et éthanol et entre gazole et diester.

<sup>123</sup> L'éthanol a par exemple un contenu énergétique inférieur d'un tiers à celui de l'essence.

moment aux biocarburants de rester économiquement compétitifs par rapport à leurs concurrents pétroliers.

On ne peut toutefois évoquer ce positionnement défavorable des biocarburants sans souligner deux réserves importantes. La première tient au fait que, compte tenu des aléas du prix du pétrole, le coût de l'approvisionnement en carburants pétroliers n'est ni stable ni connu à l'avance. Même si la fabrication des biocarburants, qui fait intervenir des procédés ou équipements consommateurs d'énergie et de pétrole, voit également ces coûts augmenter avec le cours du brut, un économiste de l'IFP estime qu'elle devient plus compétitive que la filière conventionnelle à partir de 80 \$ le baril de brut.<sup>124</sup> La deuxième réserve tient au fait que les externalités négatives découlant de la filière biocarburants sont plus restreintes que celles découlant de la filière pétrolière. Ceci concerne tout particulièrement la question des émissions de gaz à effets de serre : l'impact du bioéthanol est environ 2,5 fois moindre que celui de l'essence et celui du diester environ 3,5 fois moindre que celui du gazole. Le gain serait plus important encore à partir des filières lignocellulosiques, qui n'impliquent pas d'apports énergétiques importants pour la production de la matière première (à l'opposé des blés, maïs ou sucre par exemple).

### F. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

La production de biocarburants n'est actuellement pas organisée en tant que filière aisément identifiable. Il n'est donc pas possible de disposer d'un indicateur synthétique de la dépense de R&D industrielle dans ce domaine.

Plusieurs indices convergent néanmoins pour indiquer que l'intensité en R&D (souvent exprimée par le ratio « dépenses de recherche / chiffre d'affaires ») est faible voire très faible. Premièrement, à l'exception des procédés lignocellulosiques qui en sont encore au stade de la recherche, les filières de biocarburants reposent sur des techniques déjà bien maîtrisées. Deuxièmement, même si les acteurs impliqués relèvent de secteurs industriels différents, ils ont pour caractéristique commune une faible intensité en R&D : pétroliers (0,6 % pour un groupe comme Total), industrie chimique (3 % pour l'ensemble du secteur en 2002), producteurs agricoles...

### G. Axe 4. Les défis rencontrés

On peut ordonner en deux grandes catégories les défis qui hypothèquent le devenir des filières de biocarburants : les défis techniques d'une part et les défis économiques d'autre part.

Premièrement, d'un point de vue technique, on a déjà indiqué plus haut que les biocarburants ont des coûts de revient supérieurs aux produits pétroliers auxquels ils ont vocation à se substituer partiellement : double ou triple si l'on raisonne à apport énergétique constant<sup>125</sup>. Ceci amène un économiste de l'IFP (cf. note 124) à souligner que les pays européens doivent, dès à présent, s'employer à réduire ces coûts, comme le font déjà le Brésil et les Etats-Unis grâce à une matière première meilleur marché et à des usines de très grande capacité permettant des économies d'échelle.

Surtout, les experts y voient une incitation forte à mener des travaux de recherche appliquée pour rendre opérationnelle la voie lignocellulosique. Car même en imaginant des progrès techniques et en valorisant mieux les coproduits (cf. *infra*), il est clair que le coût de fabrication des biocarburants sera pour longtemps supérieur à celui des carburants fossiles,

---

<sup>124</sup> [http://www.cite-sciences.fr/francais/ala\\_cite/science\\_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id\\_mag=3&id\\_article=4023&lang=fr](http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/magazine/article.php?id_mag=3&id_article=4023&lang=fr)

<sup>125</sup> L'IFP avance les indicateurs suivants : 18 €/GJ pour l'éthanol, 10,5 pour les EMHV et 6 pour les carburants pétroliers, moyennant l'hypothèse d'un baril de brut à 25 \$.

les laissant donc durablement tributaires d'une politique de défiscalisation. La filière lignocellulosique, elle, présenterait l'avantage de coûts inférieurs : cette voie semble donc très prometteuse bien que la preuve industrielle n'en soit pas encore faite.<sup>126</sup> Plus précisément, deux obstacles demeurent encore : d'une part, la décomposition enzymatique de cellulose en molécules simples de glucose dont on tirerait de l'éthanol et, d'autre part, l'obtention d'un gaz de synthèse par pyrolyse de la biomasse dont on saurait ensuite tirer du gazole.

Les deux autres défis observés sont plus directement de nature économique, concernant respectivement l'approvisionnement en amont de la filière et l'écoulement de coproduits en aval. D'une part, en effet, le développement des biocarburants entraîne une concurrence pour l'usage des terres avec la filière alimentaire. Les rendements énergétiques des différentes cultures envisageables varient selon les sources<sup>127</sup> mais, en intégrant l'utilisation d'engrais et d'énergie pour les cultures, on peut estimer que 5 à 10 millions d'hectares (Mha) de surface agricole seraient nécessaires pour fournir 10 Mtep, soit le quart de la consommation nationale de carburants automobiles. Une telle superficie est tout-à-fait significative au regard des surfaces agricoles françaises : 30 Mha de surface agricole utile, 1,3 Mha de jachères et 15 Mha de forêts.

Ceci est porteur de deux conséquences. Premièrement, puisque les seules jachères ne suffiraient plus à assurer une telle production, l'approvisionnement des filières dépendra très directement des décisions relatives à la PAC, pouvant rendre les cultures énergétiques plus ou moins rentables que les cultures alimentaires, ainsi que des agréments alloués par l'Union Européenne autorisant les cultures non alimentaires. Deuxièmement, les cultures énergétiques ne pourront former, en tout état de cause, que 40 % environ de la biomasse totale exploitable en France, estimée à 40 Mtep et qui comprend également les résidus agricoles (20 % environ), des déchets divers<sup>128</sup> (30 %) et des plaquettes forestières provenant des rémanents, éclaircies et taillis (10 %). On perçoit ici un autre avantage de la filière lignocellulosique venant compléter le potentiel offert par les biocarburants actuels.

D'autre part, un dernier obstacle possible tient à la formation importante de coproduits des biocarburants, qui risquent de voir leurs débouchés usuels se saturer : tourteaux pour l'alimentation du bétail, lubrifiants... Des innovations seront donc nécessaires pour en diversifier les usages (cf. l'essor de la « chimie verte » aux Etats Unis).

## **H. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Les filières actuelles de fabrication des biocarburants ne sont pas coordonnées ; les efforts de recherche correspondants le sont d'autant moins. Il existe de nombreuses compétences en France sur les différentes sciences et technologies à utiliser et mettre en œuvre. Mais un bilan est difficile à faire, en l'absence d'affectation de ces compétences à la fabrication de biocarburants.

---

<sup>126</sup> La question du rendement des filières envisagées sépare ces dernières de la même manière que la question précédente du coût de revient. D'une part, la fermentation alcoolique ou l'estérification de matières sucrées, amylicées ou oléagineuses donne 1,4 à 2 kWh récupérables pour 1 kWh consommé dans le procédé. D'autre part, la gazéification des matières lignocellulosiques (bois et paille) et production de diester à partir du CO et de l'H<sub>2</sub> formés donne 2,5 à 4 kWh récupérables pour 1 kWh consommé dans le procédé, soit le double du rendement précédent. La filière lignocellulosique semble donc là encore particulièrement prometteuse.

<sup>127</sup> Les chiffres recueillis sont les suivants. Colza : entre 0,7 et 1,0 tep/ha/an. Blé : entre 0,7 et 1,4 tep/ha/an. Mais : entre 1,7 et 1,9 tep/ha/an. Betterave : entre 2,5 et 3,8 tep/ha/an. Triculture (blé + maïs + betterave) : entre 1,5 et 3 tep/ha/an

<sup>128</sup> Ménagers, industriels, écorces, sciures, copeaux, chutes...

Le seul chiffre publié est celui du programme AGRICE (AGRIculture pour la Chimie et l'Energie), groupement d'intérêt scientifique (GIS) financé par les Ministères de la Recherche, de l'Environnement et de l'Agriculture. Ce GIS couvre tous les aspects de la filière, depuis la production de la « matière première » (hors biomasse lignocellulosique) jusqu'à la valorisation des coproduits). Doté d'un budget de 3 M€ par an, AGRICE est officiellement le seul programme public existant sur le sujet des biocarburants. Les acteurs de la filière estiment qu'avec un tel budget, le sujet n'est pas considéré comme prioritaire par les chercheurs.

Bien entendu, d'autres recherches se font dans ce domaine (INRA, IFP, CNRS, qui font partie d'AGRICE, CIRAD...), sans que la consolidation ne soit (bien) faite. En outre, l'ADEME soutient des actions dans le domaine de la filière lignocellulosique, mais dispersées et peu visibles. L'ANVAR soutient quelques projets innovants de PME dans le domaine des biocarburants, comme le font d'autres instances locales (Alternatech en Picardie, EuroPol'Agro en Champagne-Ardenne, soit par financement direct, soit en les soumettant à AGRICE après coordination). Enfin, le CEA tente actuellement de fédérer une action dans le domaine de la filière lignocellulosique, en liaison avec l'IFP, le CIRAD, le CNRS, le LERMAB et l'Ecole des Mines d'Albi. Les partenaires industriels potentiels sont Air Liquide, Alstom, EDF, Europlasma, Renault, Thalès et Total.

Le contraste est donc important entre, d'un côté, ces efforts dispersés mais finalement limités et, de l'autre, la dépense du seul DoE américain pour les bioéthanol qui s'élève à 75 M\$ annuels. Ce contraste vient d'ailleurs illustrer le fait que le développement des biocarburants se prêterait sans doute assez bien à un grand programme technologique mais que les acteurs ne sont pas encore assez fortement structurés pour le mettre en œuvre, ni même parfois l'appeler de leurs vœux collectivement. A noter également que, selon l'un des experts rencontrés, le niveau de compétence des équipes de R&D françaises impliquées sur ces sujets n'est pas toujours à la hauteur des enjeux, par exemple par rapport à leurs homologues scandinaves.

Aux côtés des programmes de R&D, l'une des modalités majeures de l'intervention publique reste la défiscalisation. Or, deux réserves ont pu être relevées au cours de cette étude de cas. D'une part, un des experts rencontrés a fait valoir que les groupes pétroliers, pour le moment très prudents, attendent essentiellement que l'Etat fasse la démonstration de sa capacité à s'engager sur un cadre fiscal stable sur le long terme (l'antécédent malheureux du GPL les a plutôt échaudés). D'autre part, certains groupements représentatifs des producteurs font valoir que cette politique de défiscalisation est moins prononcée qu'en Allemagne et en Espagne et que les différentes limites qui lui sont imposées conduisent à ce qu'un biocarburant comme l'éthanol soit aujourd'hui davantage taxé que certaines énergies d'origine fossile telles que le GNV ou le GPL.<sup>129</sup>

Il faut enfin remarquer que, du côté des acteurs industriels (depuis les agriculteurs ou les forestiers jusqu'à la distribution de produits pétroliers en passant par les chimistes et les constructeurs automobiles...), on retrouve un phénomène de dispersion comparable à celui observé pour les acteurs publics de recherche. Ainsi, il y a clairement absence de maîtrise d'ouvrage et de maîtrise d'œuvre sur ce sujet ; des analyses que nous avons menées, il ressort que personne ne se sent « responsable ».

En conclusion, il apparaît que, si la production de biocarburants par les voies existantes paraît nécessaire tant que les espoirs mis dans la fabrication à partir de biomasse lignocellulosique ne sont pas confirmés, c'est sur ce dernier point qu'un soutien fort à la R&D doit être mis en place, mais avec un maître d'ouvrage motivé, ayant des moyens incitatifs forts.

---

<sup>129</sup> [http://www.biocarburant.com/eth\\_auj\\_1.asp](http://www.biocarburant.com/eth_auj_1.asp)

## **I. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

Il est évident qu'un approvisionnement autonome, et à prix maîtrisé, d'une partie des besoins énergétiques aurait un impact important sur l'ensemble des secteurs des économies française et européenne.

En outre, certaines technologies, telles la gazéification, doivent trouver des débouchés importants dans d'autres industries. Le CO et l'H<sub>2</sub> sont en effet les briques élémentaires à la base d'une très grande partie de la chimie.

A l'inverse, certaines analyses incitent à ne pas voir d'emblée tous les acteurs de ces filières promis aux mêmes évolutions. Ainsi, si la production de bioéthanol se développait sans que les producteurs de matière première ne puissent rivaliser avec leurs concurrents américains, il est fort probable que ces derniers en constitueraient les fournisseurs majoritaires.<sup>130</sup>

## **J. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen et mondial**

La part majoritairement agricole ou boisée des surfaces utiles, tout comme le besoin d'approvisionnement énergétique des transports sont des caractéristiques mondiales. L'Europe représente néanmoins une exception dans le choix de la motorisation des véhicules au diesel.

Si une action en profondeur est lancée sur la voie lignocellulosique, elle doit être envisagée au niveau européen, ou à défaut sur une base bi ou trilatérale, avec l'Allemagne et l'Espagne dont une large partie du territoire est agricole ou boisée. Au-delà de sa position de leader pour la production d'éthanol, l'Espagne vient de décider la construction de 4 unités de fabrication de diester.

---

<sup>130</sup> Un récent rapport parlementaire souligne à ce propos que, sauf à maintenir des barrières douanières élevées, il est probable que le développement d'une filière bioéthanol 'aval' en Europe se traduise par des importations massives d'alcool éthylique nord- ou sud-américain, meilleur marché que son équivalent domestique.

## CHAPITRE XIII : GUIDE D'ENTRETIEN

### A. Présentation

Ce document constitue le guide d'entretien ayant soutenu les études sectorielles qualitatives de l'opération FutuRIS.

L'objectif de ces études était de valider au travers d'un petit nombre d'études de cas une démarche méthodologique visant à caractériser les différents secteurs industriels de manière pertinente au regard de la politique française de soutien à l'innovation. En d'autres termes, il s'est agi de tester à travers ces exemples une batterie de critères donnant une vision synthétique des secteurs concernés qui puisse typiquement être utile à un Haut Conseil de la Recherche et de l'Innovation dans ses choix d'allocations de ressources et de configuration d'éventuels instruments publics de soutien à l'innovation sectorielle.

Idéalement, ces travaux qui s'insèrent dans la troisième phase de FutuRIS doivent offrir l'opportunité aux acteurs qui le souhaitent d'étendre la démarche validée à d'autres secteurs.

Mise en forme : Puces et numéros

### B. Définition du périmètre

Tableau 10 : Définitions

Comment peut-on délimiter précisément le périmètre étudié ici (acteurs, produits...)?
Quels sont selon vous les sous-ensembles du secteur qui, en raison d'une plus grande homogénéité, se prêteraient individuellement mieux à une telle étude?
Commentaires libres

### C. Axe 1 : le poids économique du secteur

Tableau 11 : Eléments pouvant servir de critères (à reproduire pour chacun des sous-secteurs identifiés ci-dessus)

	France	Europe	Monde
Chiffre d'affaires annuel (dernière année disponible : préciser)	G€	G€	G€
Emplois			
Perspectives de croissance du marché (% annuel)	%	%	%

**Tableau 12 : Compléments qualitatifs**

Quelles sont les principales opportunités de développement attendues à moyen terme (sauts technologiques, contribution à la compétitivité, enjeux stratégiques, réponse à une attente sociopolitique...) ?
Quelles sont les grandes tendances observables depuis vingt ans ayant affecté le poids économique du secteur ?
Quelles sont les évolutions attendues dans les vingt années à venir pouvant affecter le poids économique du secteur ?
Quel est le niveau de concentration des acteurs français et européens du secteur ?
Quelles sont les parts des acteurs français et européens représentées respectivement par les PME et les GE
Quelles sont les principales entreprises intervenant en France (fournir autant que possible des données telles que le nom, le CA total, le CA réalisé en France, le ratio R&D/CA, la part de la R&D réalisée en France...) ?
Commentaire libre

## D. Axe 2 : le positionnement concurrentiel des acteurs

**Tableau 13 : Eléments pouvant servir de critères (à reproduire pour chacun des sous-secteurs identifiés ci-dessus)**

Comment peut-on décrire le niveau de compétitivité mondiale des acteurs français ?	Position de leaders (présence forte parmi les 5 premiers européens et les 10 premiers mondiaux)	Moyen (présence notable parmi les 10 premiers européens et les 50 premiers mondiaux)	Faible (uniquement des acteurs de second rang)
Comment peut-on décrire le niveau de compétitivité mondiale des acteurs européens ?	Position de leaders (présence forte parmi les 5 premiers mondiaux)	Moyen (présence notable parmi 10 premiers mondiaux)	Faible (uniquement des acteurs de second rang)
Quel est le degré d'exposition des acteurs français à la concurrence des pays développés ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le degré d'exposition des acteurs européens à la concurrence des pays développés ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le degré d'exposition des acteurs français à la concurrence des pays émergents ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le degré d'exposition des acteurs européens à la concurrence des pays émergents ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le niveau de risque à moyen terme de délocalisation significative (hors de France) des investissements ou des emplois concernés ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le niveau de probabilité d'une attractivité accrue de la France à l'égard des IDE ou de la main d'oeuvre étrangère correspondante ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible

**Tableau 14 : Compléments qualitatifs (à reproduire pour chacun des sous-secteurs identifiés ci-dessus)**

Quels sont les principaux paramètres de la concurrence mondiale (qualité, technicité, prix, taille du marché...) ?	
Quels sont les principaux atouts (non nécessairement technologiques) des acteurs (ce qu'ils savent faire et que peu de leurs concurrents savent faire également) ?	Pour les acteurs français : Pour les acteurs européens :
Quelles sont les principales faiblesses (non nécessairement technologiques) des acteurs (ce que leurs concurrents savent faire et qu'ils ne savent pas faire) ?	Pour les acteurs français : Pour les acteurs européens :
Plus largement, quelles sont la nature et l'ampleur des principales menaces qui pèsent sur les acteurs (fiscales, technologiques, réglementaires, culturelles, capitalistiques...) ?	Pour les acteurs français : Pour les acteurs européens :
Commentaires libres	

### E. Axe 3 : l'intensité en R&D des acteurs

**Tableau 15 : Eléments pouvant servir de critères (à reproduire pour chacun des sous-secteurs identifiés ci-dessus)**

Quelle est l'intensité en R&D des acteurs français (DIRD/VA préférentiellement ou DIRD/CA) ?	%	Précisez le taux employé :	
Par rapport à leurs concurrents étrangers, l'effort de R&D des acteurs français est-il...	En montant absolu	En intensité	
	<input type="checkbox"/> plus élevé ?	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> comparable ?	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/> plus faible ?	<input type="checkbox"/>	
Quelle est environ, dans la production innovante des acteurs, la part d'innovations radicales ?	%		
Quelle est, dans l'ensemble des produits ou services offerts par les acteurs français du secteur, la part des produits ou services radicalement innovants ? la part de produits ou services améliorés ? Donner des exemples.		Radicalement innovants : % (exemples...) Améliorés : % (exemples...)	
Quel est le niveau de formalisation de leur production innovante ?	<input type="checkbox"/> Elevé (département de R&D structuré et identifié) <input type="checkbox"/> Moyen (équipes de R&D aux moyens limités) <input type="checkbox"/> Faible (pas de fonction R&D ou innovation formellement identifiée)		
Quel est le niveau de priorité accordé à la RDI au regard des autres formes d'investissements, immatériels (marketing...) ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quelle est la propension des entreprises du même secteur à collaborer entre elles en matière de RDI ?	<input type="checkbox"/> Elevé	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible

**Tableau 16 : compléments qualitatifs (à reproduire pour chacun des sous-secteurs identifiés ci-dessus)**

Quelles sont les principales raisons qui poussent les industriels du secteur à financer des programmes de R&D ?
Quels sont les principaux enjeux technologiques auxquels les acteurs consacrent leurs efforts de R&D ?
Quels sont les principaux enjeux socioéconomiques auxquels les acteurs consacrent leurs efforts de R&D ?
Observe-t-on des différences d'intensité en R&D selon les sous segments du secteur étudié ?
Quelle est la nature des innovations observées (de produit, de procédé, de distribution, d'organisation...) ?
Ces innovations concernent-elles surtout les processus (robotisation, ERP...), les équipements et composants (Intel inside...), les achats (nouveau matériau)...
Commentaire libre :

## F. Axe 4 : les défis technologiques et cognitifs rencontrés

**Tableau 17 : Eléments de cadrage**

Décrivez les principaux défis rencontrés par les acteurs ?	Scientifiques :
	Technologiques :
	Industriels :
	Commerciaux :
	Réglementaires :
	Environnementaux :
	Fiscaux ou boursiers :
	Sociologiques :
Autres :	

**Tableau 18 : Eléments pouvant servir de critères**

Dans chacune des familles technologiques ou cognitives ci-contre...	micro et nanoelectronique	composants et électronique (hors nanotechnologies)	télécommunications et réseaux	mathématiques et logiciel	mesure et instrumentation	chimie et matériaux (hors nanotechnologies)	nanomatériaux	pharmacie (hors biotechnologies)	biotechnologies	procédés industriels	machines, mécanique et transport	consommation des ménages et BTP	sciences sociales et études du
... les acteurs du secteur rencontrent-ils des défis majeurs pour leur compétitivité (si non, ignorez les questions suivantes) ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
... ces défis majeurs sont-ils rencontrés surtout par : - les acteurs français ? - les acteurs européens ? - tous les acteurs mondiaux ?	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
... ces défis exigent-ils une maîtrise interne (par opposition à une possibilité d'externalisation)	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non
... les acteurs français se voient-ils imposer par des tiers (pouvoirs publics, grand public...) des défis supplémentaires ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non

**Tableau 19 : Compléments qualitatifs**

Pouvez-vous décrire succinctement les défis technologiques ou cognitifs identifiés ci-dessus ?	Défis identifiés spontanément : Défis imposés par des tiers :
Quels segments ou parts du marché les acteurs français pourraient-ils perdre à moyen terme si ces défis ne trouvaient pas de solution ?	
Quels segments ou parts du marché les acteurs français pourraient-ils gagner à moyen terme si ces défis se trouvaient résolus ?	
Existe-t-il des impératifs technologiques concernant d'autres acteurs intervenant sur la même chaîne de valeur (fournisseurs, clients...) ?	
Commentaires libres :	

## G.Axe 5 : le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés

Tableau 20 : Eléments pouvant servir de critères

Dans chacune des familles technologiques ou cognitives ci-contre...	micro et nanoélectronique	composants et électronique (hors nanotechnologies)	télécommunications et réseaux	mathématiques et logiciel	mesure et instrumentation	chimie et matériaux (hors nanotechnologies)	nanomatériaux	pharmacie (hors biotechnologies)	biotechnologies	procédés industriels	machines, mécanique et transport	consommation des ménages et BTP	sciences sociales et études du
<p>... l'offre de compétences permettant de résoudre les défis identifiés ci-dessus est-elle :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- inexistante, où que ce soit dans le monde ?</li> <li>- existante mais inaccessible aux acteurs français ?</li> <li>- existante et accessible aux acteurs français ?</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>... l'offre de compétence, si ce n'est pas déjà le cas, devrait-elle impérativement être développée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- en France ?</li> <li>- en Europe ?</li> <li>- où que ce soit dans le monde ?</li> </ul>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<p>... la résolution des défis majeurs identifiés à la question précédente nécessite-t-elle impérativement...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ... l'intervention d'une équipe de recherche publique (saut technologique important...)?</li> <li>- ... un co-financement public (coût rédhibitoire...)?</li> <li>- ... les compétences d'une autre entreprise (concurrent, fournisseur...)?</li> <li>- ... surtout pas de partenariat public (trop lourd à gérer...)?</li> <li>- ... surtout pas de partenariat privé?</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>... quels sont les outils publics qui paraissent pertinents pour aider à la résolution de ces défis majeurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- l'offre de compétence des organismes et universités français ou européens ?</li> <li>- le soutien à la recherche</li> </ul>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

partenariale ? - les grands programmes technologiques nationaux ou européens ? - les centres techniques de proximité ? - le soutien à l'incubation et à l'essaiage (technopôles...) ? - les plateformes de concertation, nationales ou européennes ? - les mesures indirectes (réglementation, mécanismes financiers, fiscalité...) ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... la concentration territoriale des compétences et des aides publiques (technopôles, pôles de compétitivité) vous paraît-elle : - utile voire cruciale ? - peu voire pas utile du tout ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
... les acteurs privés français ont-ils une longue tradition de 'connivence' avec l'Etat en matière : - de commande publique (défense, grands programmes technologiques...) ? - de participation capitalistique ?	<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non  <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non												
Quelle est la part de la dépense de R&D des acteurs qui est soutenue par l'action publique, dans ces différentes formes ?	- subventions / cofinancement de contrats de recherche : - avances remboursables : - crédit d'impôt : - commande publique : - autres :												

**Tableau 21 : compléments qualitatifs**

Peut-on citer des exemples étrangers d'une organisation spécifique de la relation entre l'Etat, les collectivités territoriales et les entreprises du secteur concerné qui aurait, en matière de RDI, prouvé son efficacité ?
Commentaires libres :

## H. Axe 6 : les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs

Tableau 22 : Eléments pouvant servir de critères

Dans chacune des familles technologiques ou cognitives ci-contre...	micro et nanoélectronique	composants et électronique (hors nanotechnologies)	télécommunications et réseaux	mathématiques et logiciel	mesure et instrumentation	chimie et matériaux (hors nanotechnologies)	nanomatériaux	pharmacie (hors biotechnologies)	biotechnologies	procédés industriels	machines, mécanique et transport	consommation des ménages et BTP	sciences sociales et études du
... les acteurs du secteur se positionnent-ils en offreurs d'innovations auprès d'autres acteurs privés ou publics ?													
- oui, où qu'ils soient dans le monde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- oui, essentiellement en France ou dans leur environnement rapproché	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- non ou de manière mineure	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
S'agit-il d'innovations :													
- essentiellement radicales ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- essentiellement incrémentales ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Quel est le poids socioéconomique des bénéficiaires de ces innovations (au vu de la taille du marché, des emplois concernés...)?													
- important ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- moyen ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- limité ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tableau 23 : Compléments qualitatifs

Quels sont les acteurs, publics ou privés, bénéficiant de l'offre innovante de ce secteur ?	
Commentaires libres	

## I. Axe 7 : l'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen ou mondial

**Tableau 24 : Eléments pouvant servir de critères**

Quel est le niveau de mutualisation européenne actuellement constaté ou prévisible sur la R&D du secteur ?	<input type="checkbox"/> Fort	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Observe-t-on des différentiels d'excellence importants entre la France et ses partenaires ?	<input type="checkbox"/> Oui, en sa faveur	<input type="checkbox"/> Oui, en sa défaveur	<input type="checkbox"/> Non
Quelle valeur ajoutée peut-on attendre de la mise au point d'un agenda de R&D européen ?	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le niveau de risque concurrentiel associé à la mise au point d'un agenda de R&D européen ?	<input type="checkbox"/> Fort	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quel est le niveau d'adaptation des structures européennes actuelles pour répondre aux enjeux identifiés ?	<input type="checkbox"/> Fort	<input type="checkbox"/> Moyen	<input type="checkbox"/> Faible
Quelle est l'ampleur des investissements lourds mutualisables dans le coût total de la R&D du secteur ?	<input type="checkbox"/> Forte	<input type="checkbox"/> Moyenne	<input type="checkbox"/> Faible

**Tableau 25 : Compléments qualitatifs**

Comment les réponses au tableau précédent sont-elles influencées par le fait que la R&D soit ou non limitée au stade précompétitif ?	
Commentaires libres	



## Documents complémentaires

Nous présentons ci-après les résultats d'études d'autres secteurs. Faute de temps, ceux-ci n'ont pas pu donner lieu à des études de cas totalement abouties, obéissant au même cadre formel que les précédentes. Mais les premiers éléments contenus dans ces documents plaident pour qu'ils puissent être publiés dans ce rapport.



## CHAPITRE XIV : LA CHIMIE

### A. Diagrammes synthétiques

Figure 55 : bilan d'ensemble

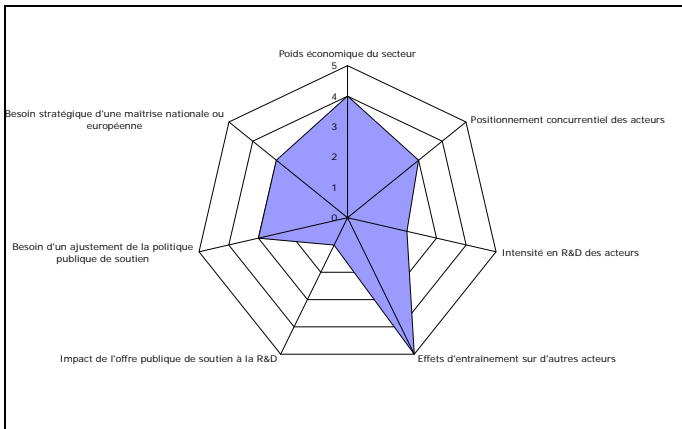
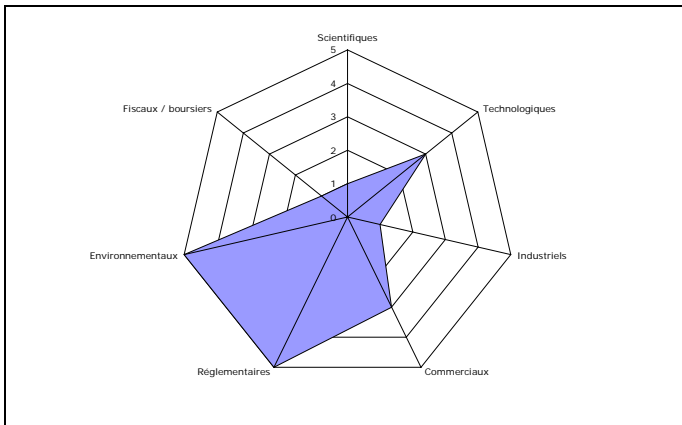


Figure 56 : les défis rencontrés



## B. Définition du périmètre

La chimie est une science qui explore la matière et analyse ses transformations. Dans cette étude, sauf exception explicite, on se référera à l'industrie chimique hors pharmacie, sachant que l'industrie pharmaceutique fait l'objet d'une étude de cas spécifique.

## C. Axe 1. Le poids économique du secteur

L'industrie chimique occupe actuellement une place importante dans l'industrie française, notamment grâce au fait qu'elle fournit ses produits (biens intermédiaires et biens de consommation) à de nombreux autres secteurs industriels. Elle réalise au total 14 % des ventes de l'industrie manufacturière, et emploie 8,2 % de l'emploi manufacturier, même si, au cours des dix dernières années, l'emploi dans le secteur chimique a diminué en France (-5 %) et encore plus en Europe (-14 %). En 2004 en France, le secteur comptait 239 500 emplois directs.

Le chiffre d'affaires du secteur chimique français était de 93,7 G€ en 2004 (pharmacie comprise), ce qui le place parmi les premiers secteurs industriels français, avec l'automobile et l'ensemble métallurgie - transformation des métaux. En 2003, la pharmacie représentait 38,7 % du CA, le reste se partageant entre la chimie organique (21,6 %), la chimie minérale (6,4 %), la parachimie (14,8 %), et les savons, parfums et produits d'entretien (18,6 %).

La production de la chimie hors pharmacie enregistre depuis 2000 une croissance annuelle inférieure à celle de l'ensemble de la production manufacturière. Sur la période 1993-2003, l'industrie manufacturière a globalement cru de 2,2 %, l'industrie chimique hors pharmacie de 1,8 % ; si l'on inclut le secteur pharmaceutique, le secteur a cru de 3,4 %.

## D. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs

Avec environ 1 200 entreprises chimiques de plus de 20 salariés, dont 90 % emploient moins de 500 personnes, l'organisation industrielle française est peu concentrée. La France est le deuxième acteur européen du secteur après l'Allemagne en ce qui concerne le niveau de production et le niveau d'emploi (respectivement 15% du CA et 14% des effectifs de la chimie en Europe) et elle se place aujourd'hui au 5<sup>ème</sup> rang mondial. L'Europe représente un quart du commerce mondial du secteur, contre un tiers pour les Etats-Unis.

De 1993 à 2003, la production de l'industrie chimique française a néanmoins progressé un peu moins rapidement que celle de l'Union européenne. Les leaders européens sont désormais distancés, en termes de croissance, par des pays européens plus dynamiques, comme l'Espagne ou l'Irlande, même si ces derniers ne représentent encore qu'une faible part du CA total de l'Europe.

Selon certains experts rencontrés, le risque existe que les acteurs historiques et traditionnels de la chimie cherchent à développer l'essentiel de leurs activités futures hors de l'Europe, notamment en direction des pays d'Asie du Sud-Est, certes parce que la main d'œuvre y est moins chère mais aussi parce que ces pays n'obéissent pas encore aux mêmes contraintes environnementales que les pays occidentaux. *A contrario*, les charges financières relativement lourdes assumées par les groupes européens pour la réhabilitation des sols et de leur infrastructure seraient pour eux un facteur d'affaiblissement concurrentiel. Ce point de vue est pourtant controversé, comme le détaille la suite de cette étude de cas.

Dernier handicap, la polyvalence historique des grands groupes européens, suivant une intégration tant verticale (« du charbon aux colorants ») qu'horizontale (textiles, pharmacie, phytopharmacie...), a été remise en cause. Selon un expert interrogé, cette évolution serait la conséquence du fait que les responsables financiers des dernières années, souvent sous

l'influence des modèles américains, ont souhaité éviter les dispersions horizontales et les différentiels de rentabilité qu'elles sous-entendaient. Ils auraient donc imposé découpages et « purifications » des métiers de la branche, affaiblissant *in fine* l'industrie chimique européenne.

### E. Axe 3. L'intensité en R&D des acteurs

En 2002 (dernière donnée disponible), l'investissement en R&D en chimie hors pharmacie était de 1,6 G€. Cet effort de R&D représentait 3,1 % du chiffre d'affaires des acteurs et près de 6 % du total des dépenses de R&D des entreprises françaises (y compris des services). En termes d'effectifs affectés à la recherche, la chimie hors pharmacie employait près de 12 000 personnes en 2002, soit un effectif en hausse de 3,5 % par rapport à 1998. La part des chercheurs (niveau bac+5 et plus) a également augmenté entre 1998 et 2002, passant de 34 % à 37 %.

Tous pays confondus, presque 70 % des innovations technologiques des producteurs proviennent d'accords entre ces derniers et les *specialized engineering firms* (SEF), nouveaux acteurs de l'industrie chimique à la tête du marché mondial du transfert de technologies. Le caractère généralisable de nombre des technologies développées par les SEF leur assure un marché d'octroi de licences très large.

La deuxième source d'innovations technologiques pour les producteurs provient de leurs propres équipes de R&D (environ 20 %), les derniers 10 % étant rachetés à d'autres producteurs. Il faut également noter que les grands producteurs de chimie sont devenus d'importants fournisseurs de technologies. Ainsi, 60 % des technologies développées en interne par les 20 premiers producteurs mondiaux sont rendus accessibles aux tiers par achat de licences. Plutôt qu'une stratégie de protection contre la concurrence directe sur leurs produits, ils semblent donc préférer répondre à la concurrence des SEF ou encore imposer des standards technologiques.

### F. Axe 4. Les défis rencontrés

Comme indiqué plus haut, la question est posée de savoir si les industries chimiques françaises et européennes peuvent être poussées à la délocalisation en direction de pays à moindre coûts salariaux ou à moindre exigence environnementale. Si certains partagent cet avis, nous avons relevé des contrepoints intéressants.

D'une part, les experts rencontrés ne sont pas toujours du même avis au sujet de l'influence des différentiels de salaires entre les régions du monde : selon certains, le schéma selon lequel le secteur de la chimie conserverait ses lieux de décision et de conception en France et en Europe pour délocaliser ses lieux de production dans des pays à bas salaire n'est pas pertinent, puisque l'industrie chimique n'est pas une industrie de main d'œuvre. Selon d'autres, il s'agit d'un scénario probable auquel seuls les produits ne pouvant être transportés sur de longues distances pourraient faire exception.

D'autre part, l'importance de la réglementation environnementale dans le choix de la localisation des installations futures est elle aussi matière à débat. Selon certains experts, le niveau de contrainte réglementaire pesant dans les pays développés est clairement un facteur dissuasif dans ce choix. D'autres au contraire font valoir que l'embellie de l'industrie chimique chinoise par exemple, qui est passée au 4ème rang mondial, ne s'explique plus par les investissements étrangers mais par le savoir-faire local important. La Chine n'étant pas insensible aux questions environnementales, poursuivent-ils, le laps de temps au terme duquel la réglementation de ce pays pourrait atteindre un niveau de contrainte équivalent à celles prévalant en Europe est probablement inférieur à la durée de vie des sites de production. Compte tenu des coûts de remise aux normes des anciennes installations, délocaliser pour produire « sale » n'aurait donc pas de sens.

Il est donc difficile de tirer des conjectures au sujet des choix d'investissements à moyen terme, en dehors du fait que les acteurs chercheront de toute façon à conquérir des marchés émergents en implantant des usines à l'étranger.

Par ailleurs, en partant du constat que la compétitivité future de l'industrie européenne repose sur des secteurs (espace, automobile...) qui reposent eux-mêmes sur un socle « chimie » important, un expert pense que ces derniers ne pourront pas intégrer le nouveau modèle de Lisbonne (économie de la connaissance alliant compétitivité et développement durable) sans reposer, en partie, sur une chimie renouvelée. Or, l'industrie chimique est, selon lui, adaptable par essence.

Le renouveau de la chimie pourrait donc provenir d'une meilleure prise en compte de la demande en aval, avec une spécialisation dans des produits à forte valeur ajoutée. La profitabilité ne viendrait alors plus de la production massive de produits, mais d'une nouvelle orientation stratégique et d'une nouvelle politique de coûts. Le prix des produits serait ainsi fixé en référence aux valeurs d'usage et non plus aux prix de revient, ainsi qu'on l'observe depuis longtemps dans le domaine du médicament. Quelques exemples existent déjà (la silice des pneus verts de Michelin, le filtre à particules, le verre « bio-clean »...).

Un autre défi à surmonter semble être le projet de règlement REACH (enregistrement, évaluation et autorisation de substances chimiques), dont l'enjeu est d'améliorer la connaissance des risques environnementaux et sanitaires qui peuvent résulter de la production et de l'utilisation des substances chimiques. Exigeant des industriels qu'ils documentent les impacts des molécules qu'ils mettent au point, il imposerait à ces derniers un effort probablement très important ; certains acteurs de l'industrie y voient un facteur aggravant pour la compétitivité déjà difficile des chimistes européens. Mais, d'après un expert interrogé, les industriels prévoient depuis longtemps l'arrivée de réglementations du type de celles proposées par REACH et les trouvent logiques. Selon lui, l'industrie de la chimie doit en effet s'adapter, avec les inévitables reconfigurations industrielles qui suivront.

Selon cet expert, les grands groupes ont en effet historiquement plutôt tendance à avoir de l'avance sur le législateur en matière environnementale. Les engagements volontaires des industriels ont souvent précédé les normes, voire ont inspiré ces dernières, notamment via l'action des DRIRE. Dans l'industrie chimique française, ces engagements volontaires se font principalement sous la forme « d'engagements de progrès ». Il s'agit là de chartes signées par la direction générale et définissant un code de bonne conduite. Dans cette optique, les innovations environnementales dans l'industrie chimique seraient choisies et non imposées et ne se feraient donc pas après mais plutôt avant l'apparition de nouvelles normes.

## **G. Axe 5. Le niveau d'adaptation de l'offre actuelle de connaissances ou de soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés**

Le détournement progressif de la chimie traditionnelle vers la chimie renouvelée serait, selon un expert, plutôt motivé par des clients à qui l'on aura expliqué la valeur ajoutée qu'ils peuvent attendre des nouveaux produits que par les pouvoirs publics, dont la volonté de développer l'industrie chimique sur le sol français peut être mise en doute. La « chimie renouvelée » serait donc selon lui plutôt le fait d'acteurs nouveaux et petits.

En effet, la chimie souffrirait aujourd'hui d'un problème d'image auprès du grand public comme auprès des décideurs, ce qui serait à l'origine d'un certain manque de dynamisme. Mal perçue, voire rejetée, elle paierait aujourd'hui le fait que l'on ait attendu quasiment la fin du vingtième siècle avant de prendre en compte ses externalités environnementales. Des accidents comme celui d'AZF à Toulouse contribueraient aussi à accroître la méfiance du

public à l'encontre de ce secteur. Les décideurs seraient donc souvent exposés à la tentation de prétendre « préserver les populations des effets de la chimie ».

## **H. Axe 6. Les effets attendus sur la compétitivité des autres secteurs**

L'industrie chimique est liée, en amont, aux secteurs fournisseurs de ses principales matières premières (produits pétroliers, gaz naturel, industrie métallurgique...) et à de nombreuses activités de services (publicité, commerce...). En 2002, l'industrie chimique (pharmacie comprise) a ainsi acheté pour 37,1 G€ de produits et services à des secteurs tiers, dont 45 % de matières premières et fournitures et 34 % de services. En aval, elle est liée à tous les secteurs industriels qui utilisent ses produits. En 2002, elle a ainsi vendu pour 60,3 G€ de produits, dont 10 % destinés à l'agriculture, 30 % à l'industrie, 13 % aux services et 45 % à la consommation des ménages (médicaments, détergents, cosmétiques...).

## **I. Axe 7. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen**

Au niveau européen, la plate-forme technologique « chimie durable » mise en place récemment devrait favoriser une prise en compte accrue de la chimie dans le 7ème PCRDT.



## CHAPITRE XV : LE DESSALEMENT DE L'EAU DE MER

### A. Diagrammes synthétiques

Figure 57 : bilan d'ensemble

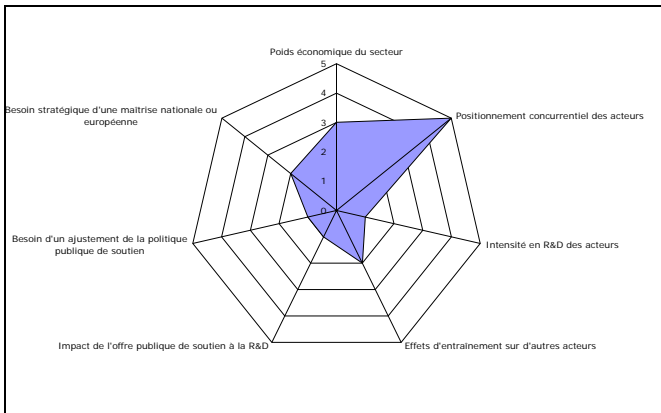


Figure 58 : les défis rencontrés

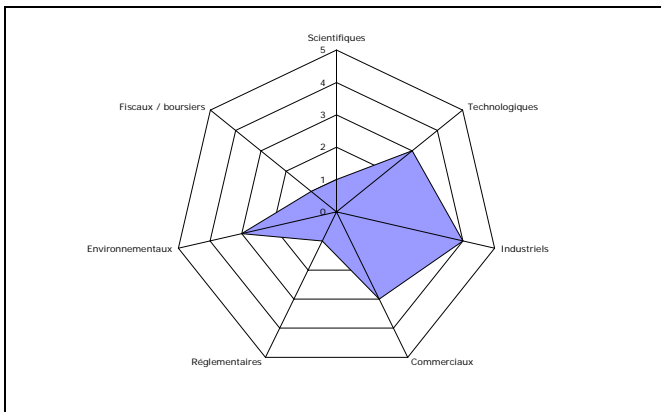
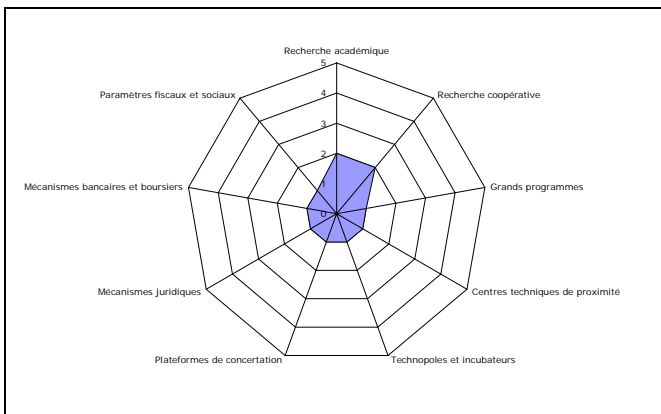


Figure 59 : effets directs estimés des modes de soutien à la R&D



## B. Définition du périmètre

Cette étude de cas concerne la production d'eau potable par voie de dessalement d'eau de mer ou d'eau saumâtre. En France, les deux grands acteurs traditionnels de l'eau, Veolia et Suez, sont aussi deux acteurs majeurs du dessalement à l'échelle mondiale.

On compte à l'heure actuelle deux familles de technologies de dessalement :

- ❑ La distillation : vaporisation de l'eau salée à 60/80°C, récupération de l'eau pure par condensation, puis reminéralisation de cette eau (trop corrosive et mauvaise pour la santé). Il y a encore deux sous-familles de procédés : flash et distillation à effets multiples (un peu plus raffinée et un peu plus chère).
- ❑ L'osmose inverse. En imposant une pression (80 bars), on filtre tout ce qui est au-dessus de 1 Å : gros ions, bactéries, virus... C'est aujourd'hui la filière la plus prometteuse.

## C. Axe 1. Le poids économique du secteur

On observe aujourd'hui de grands investissements sur cette filière, sur le modèle du BOT (Build Operate Transfer : contrat où une collectivité lance un appel d'offres disant qu'elle s'engage à acheter tant de m<sup>3</sup> d'eau à tel prix durant tant d'années et reprendra l'installation à ce terme). Aujourd'hui, la production d'eau dessalée s'élève à 35 millions de m<sup>3</sup>/jour.

On compte trois catégories de pays concernés : les pays du Golfe, les pays relativement riches comme Israël qui sont déjà engagés dans le processus et les pays émergents comme ceux du Maghreb qui voient les prix diminuer et planifient maintenant le recours à ces technologies dans la perspective d'un coût passant au-dessous de 0,30 \$/m<sup>3</sup>.

Une quatrième catégorie, plus récente, celle des pays riches tels la Grande-Bretagne, la France ou l'Espagne qui commencent à s'intéresser à ces technologies.

Il semble que le succès et l'extension future de cette technologie dépende de deux facteurs :

- ❑ la baisse des coûts de production de l'eau dessalée
- ❑ l'opportunité, perçue par les décideurs publics, de se lancer dans cette voie.

On constate que les prix sont effectivement en train de diminuer. Il y a encore 5 ans, on pensait en effet que le coût de référence serait de 1 à 1,5 \$ le m<sup>3</sup>. Aujourd'hui, Veolia a remporté l'appel d'offre lancé par l'Etat d'Israël pour une très grande usine de dessalement à Ashkelon en mettant en avant un prix de 0,43\$ au m<sup>3</sup>. On peut mettre en évidence trois facteurs explicatifs à cette diminution :

- ❑ Des facteurs technologiques permettant des économies d'énergie (qui représente environ 40 % du coût de revient pour la distillation).
- ❑ Des facteurs, à la fois techniques et commerciaux, qui tiennent au développement des membranes (commercialisées par Dupont, Dow...) qui sont aujourd'hui de plus en plus complexes, à la fois perméables et filtrantes. Leur prix baisse en raison de la concurrence entre fabricants.
- ❑ Troisième facteur, celui des économies d'échelle. Il existe certes de petites centrales (10 à 100 m<sup>3</sup>/jour) pour des centres de vacances balnéaires, qui s'adressent à des gens qui intègrent le prix de l'eau à la prestation (10 \$ le m<sup>3</sup>) ; mais en passant à une centaine de milliers de m<sup>3</sup> par jour, on réalise des économies d'échelle importantes et on peut s'adresser aux populations des pays émergents.

Cette diminution des prix a pour conséquence de transformer l'image du dessalement : d'une solution perçue comme exceptionnelle et applicable uniquement à des pays arides confrontés à des problèmes sévères d'approvisionnement, cette voie est en train d'être adoptée dans des zones moins attendues. Par exemple, la Grande-Bretagne : sachant que le prix de l'eau extraite des rivières ne fait qu'augmenter (traitements contre les polluants pour répondre aux exigences croissantes des consommateurs) et que le prix de l'eau dessalée diminue, les courbes de coûts correspondant à ces deux filières se sont croisées. La Thames Water plc. a donc décidé de l'implantation d'une usine de dessalement à l'embouchure de la Tamise : en 2008, tout l'Est londonien boira de l'eau de mer dessalée (150 000 m<sup>3</sup>/jour). On voit l'évolution depuis 10 ans, où personne n'aurait jamais cru à l'utilité d'une usine de dessalement dans un pays aussi pluvieux que la Grande Bretagne.

Une étude menée en Floride a également conclu à l'avantage comparatif du dessalement. Idem en Espagne, où Valence s'est engagée sur cette voie.

Il faut noter que le facteur transport est essentiel dans les décisions : alors que pour du pétrole (la tonne de pétrole valant 700 fois la tonne d'eau), le coût de transport est en général acceptable, celui de l'eau est relativement beaucoup plus coûteux. Les prix mentionnés plus haut étaient en effet les prix de fabrication, hors marge des opérateurs et hors transport. Avant d'investir sur le dessalement d'eau de mer, il est donc évident qu'il faut savoir où elle sera utilisée. En Arabie Saoudite, par exemple, le transport de la côte à la capitale coûte aussi cher que la production proprement dite.

L'opportunité, pour les décideurs publics, d'investir dans ce type d'installations ressort en fait de nombreux facteurs. La question du prix, que nous venons d'aborder, suffit parfois à motiver la décision, mais elle n'en est pas l'unique déterminant.

Dans le cas d'Israël, par exemple, le recours au dessalement ressort d'un double constat :

- ❑ D'une part, les fluctuations annuelles dans les précipitations rendent absolument nécessaire de lisser la courbe de production d'annuelle afin de faire face à des imprévus climatiques type sécheresse. Or, ce pays est dépourvu de rivières, comme la plupart de la région : les réserves en eau prennent la forme de nappes aquifères, dans lesquelles il ne faut pas pomper avec excès au risque de faire progresser l'eau salée et de détruire le système. Il est donc nécessaire de trouver une autre source d'eau – la mer est une solution logique.
- ❑ D'autre part, le fait qu'une certaine proportion des réserves aquifères fasse l'objet de différends transfrontaliers pousse à s'assurer une production d'eau intérieure autosuffisante et qui ne fasse pas l'objet de contentieux. Comme le souligne un expert, une journée de guerre moderne coûte plus que la production annuelle de l'eau dessalée prévue à Ashkelon.

La nécessité de pouvoir faire face à des aléas climatiques (aggravés certainement par le réchauffement de la planète), d'éviter des périodes de manque d'eau, d'atteindre l'autosuffisance, sont donc autant de facteurs qui peuvent déterminer le passage vers une solution dessalement.

## **D. Axe 2. Le positionnement concurrentiel des acteurs**

Il se trouve que la technologie française est très bien placée sur le plan mondial (sans doute grâce à une disposition datant de Napoléon III, permettant aux communes de déléguer le service des eaux à des sociétés privées).

Veolia et Suez, les deux acteurs concernés, ont un champ de compétences très large. Ils ont racheté les opérateurs dont ils avaient besoin, ils savent négocier les contrats et mettre en œuvre l'ingénierie financière nécessaire.

Ce qui est vrai en France l'est également à l'échelle européenne ; c'est en effet en Europe que se regroupent les principaux producteurs d'eau dessalée.

### **E. Axe 3. Défis technologiques et cognitifs rencontrés**

La technologie a atteint un certain degré de maturité, mais il reste encore énormément de recherches à faire sur les procédés. Il faut également des progrès sur les matériaux des échangeurs, sur les polymères des membranes, sur les pompes et procédés mécaniques, en chimie (pour le prétraitement et la maintenance des membranes)... Il ne faut pas oublier que les limites thermodynamiques ne sont pas encore atteintes.

On ne peut pas non plus exclure qu'une révolution technologique vienne de nouveau bouleverser la donne (des membranes plus efficaces par les nanotechnologies ?), quand on sait que le prix de revient joue un rôle déterminant en conditionnant l'expansion de cette technologie.

Selon un expert interrogé, il y a dans toutes ces pistes de progrès de la place pour de petits acteurs innovants, PME ou startups, qui pourraient travailler en partenariat avec de grosses entreprises.

### **F. Axe 4. Le niveau d'adaptation du soutien à la R&D de la part des acteurs publics et privés.**

La filière économique suit son cours et manifeste assez peu son attente d'un soutien particulier de la part des pouvoirs publics. Les experts signalent à ce sujet un soutien discret de la part de la Commission européenne, ainsi que la présence assez dispersée de centres publics de recherche sur des technologies impliquées (membranes...).

Selon eux, la technologie du dessalement ne fait pas l'objet d'un intérêt particulier des pouvoirs publics en France en partie parce qu'elle n'a pas pour objectif, du moins à court terme, de pénétrer le marché domestique et qu'elle est essentiellement exportée. Elle souffre donc d'un déficit net de notoriété et n'est en tout état de cause poussée par aucune demande sociale.

### **G. Axe 5. Les effets attendus sur la compétitivité d'autres secteurs**

On rappelle les trois usages de l'eau : consommation urbaine, consommation industrielle, et agriculture. Des trois, la consommation agricole est celle dont on se demande encore si elle pourra bénéficier pleinement de cette technologie.

L'exemple espagnol montre que l'usage d'eau dessalée est rentable pour des produits agricoles à forte valeur ajoutée (primeurs, fleurs...) mais pas pour les autres (céréales...). Mais cette question est fortement liée à des questions politiques : subventions agricoles en général, subventions sur le prix de l'eau, volonté des pays de disposer de sources nationales d'approvisionnement en produits frais... Le choix fait par certains pays du Golfe de cultiver du blé irrigué à l'eau de mer dessalée est donc clairement politique et non économique.

Il existe aussi d'autres applications possibles, comme « laver » les terres salées pour régénérer un aquifère ou pour dépolluer un champ.

## **H. Axe 6. L'opportunité de développer d'emblée la réflexion stratégique dans un cadre européen ou mondial**

Contrairement à des secteurs comme l'ATM (voir fiche correspondante), il n'y a pas de nécessité d'harmoniser différents standards technologiques puisque la production est locale ; il n'y a pas non plus de grand projet actuel d'innovation de rupture qui justifierait que les acteurs se fédèrent dans le cadre d'une plateforme technologique, par exemple.

Comme nous le disait l'expert interrogé, la filière « suit son cours » et ceci de façon indépendante au niveau de chaque acteur. Bien que les principaux producteurs d'eau dessalée soient en effet européens, il n'y a pas encore de programme de mutualisation de la recherche, ni par extension de concentration du paysage industriel en vue.



## CHAPITRE XVI : ETUDE DE CAS DU SECTEUR DU TRANSPORT AERIEN

### A. Les tendances observables

#### 1. Un secteur mondialisé

Comme dans un certain nombre de secteurs fortement mondialisés, la notion de nationalité n'est plus pertinente, du moins du point de vue des opérations. EasyJet, par exemple, opère à partir de centres opérationnels multiples en Europe et ses salariés, y compris les navigants commerciaux et techniques, sont de nationalités très diverses. Après la fusion avec KLM, Air France doit également, en tant qu'entreprise, gérer un portefeuille de compagnies de nationalités, d'activités et de types différents.

Au-delà de l'exploitation d'un avion qui transporte des passagers d'un endroit à l'autre, la chaîne de production du transport aérien inclut une grande variété d'activités, certaines étant clairement localisées ou localisables, d'autres beaucoup moins. Pour optimiser leurs ressources, les compagnies aériennes font appel à une multitude d'opérateurs différents pour sous-traiter un nombre croissant d'activités. Dans le cadre de la réflexion qui nous occupe, ceci a pour principale conséquence que les problématiques de création de valeur ajoutée par la compagnie et de soutien à la compétitivité nationale sont quasiment découplées.

#### 2. Un renouvellement des modèles économiques

De nouveaux acteurs sont apparus sur le marché pendant que d'autres sont devenus des acteurs à part entière. Avec l'encouragement des compagnies traditionnelles (les « majeures ») qui se sont organisées pour traiter des gros volumes sur des destinations à grandes fréquences, les compagnies régionales ont connu une forte croissance ; elles dépendent souvent des majeures pour la définition et la commercialisation de l'offre, alimentant leurs hubs. Les majeures ont aussi recours aux régionales pour sous-traiter les lignes secondaires et alimenter leur hub. Au stade ultime de dépendance, une majeure acquiert la majorité du capital d'une régionale. En France, Air France contrôle la plupart des régionales françaises (BritAir, Régional) et en contrôle d'autres en tant que client important utilisant une grosse partie de leurs capacités de production.

Quant aux compagnies à bas coût, même si on en parle depuis longtemps, plusieurs acteurs ont récemment démontré la viabilité d'un business model très différent, et ce, bien au-delà des frontières nationales.

Par ailleurs, les compagnies aériennes ont revu leur mode de distribution. Investissant massivement dans leur site de réservation par Internet et généralisant l'introduction du billet électronique, elles ont progressivement réduit la valeur ajoutée autrefois apportée par les intermédiaires commerciaux comme les agences de voyages. Ces dernières, qui ont vu se réduire de 7 % à quasiment 0 la marge qui leur était attribuée sur le prix du billet, ont dû se spécialiser et modifier leur mode de rémunération. En se spécialisant leur valeur ajoutée sur certains services bien spécifiques (conseil, vente de prestations complémentaires au sol, négociation de tarifs) et que le transporteur aérien ne peut fournir, les agences de voyage font payer aux clients qui en ont besoin cette palette de services qui devient ainsi leur principale source de rémunération.

### B. Le positionnement des acteurs français

Plusieurs caractéristiques rendent aujourd'hui la situation de la France unique dans le monde du transport aérien.

Premièrement, la position géographique de la France, alliée à un réel potentiel de croissance de trafic à Paris, en fait aujourd'hui la meilleure plate-forme de correspondance pour les liaisons intercontinentales.

Deuxièmement, la compagnie nationale a acquis très tôt une bonne notoriété et un savoir-faire unique dans le secteur du long-courrier, grâce à une position majeure acquise après-guerre sur les marchés atlantiques, ainsi que sur l'Afrique.

Troisièmement, la violence de la crise financière et sociale subie par Air France en 1993-94 a eu pour conséquence, non seulement d'obtenir un soutien financier massif de l'état, mais aussi d'initier les changements radicaux imposés par un business model concurrentiel. Air France retrouvait une dynamique de croissance profitable, à un moment où les autres compagnies majeures abordaient une longue phase de récession. Ce déphasage a permis à Air France de voir ses parts de marché à l'international augmenter considérablement, et de retrouver à la fois une position et une image de leader dans le secteur.

Enfin, la fusion entre Air Inter et Air France opérée en 1997, combinée simultanément avec l'ouverture du hub de Roissy, la dynamique positive de croissance et l'acquisition des principaux acteurs régionaux, ont permis au transporteur national d'acquérir une position monopolistique sur le marché français, n'ayant plus pour seul concurrent que le train sur certaines destinations.

Ces facteurs conjugués ont conduit à ce que, par rapport à ses pairs, la France se caractérise aujourd'hui par l'existence d'une seule très grande compagnie aérienne, dont la santé financière est bonne.

## **C. Les principaux défis posés aux acteurs du transport aérien**

La menace la plus directement perceptible vient de la concurrence des compagnies low-cost dont le business model particulier permet une délocalisation partielle, ce qui n'est pas sans incidence sur la teneur de cette réflexion dans le cadre d'une préoccupation nationale. Il s'agit en effet d'une menace pour un opérateur tel qu'Air France, mais pouvant dans le même temps recéler des opportunités pour de nouveaux acteurs susceptibles, pourquoi pas, de profiter à l'économie française.

A plus long terme, l'augmentation du rayon d'action des nouveaux long-courriers, combinée à la croissance exponentielle du trafic asiatique, tend à menacer la position stratégique de Paris comme hub, à la faveur du Moyen-Orient, plus proche de l'Asie et disposant de grandes capacités de financement. Là encore, ce défi se pose principalement à une compagnie telle qu'Air France.

Plusieurs éléments pourront être déterminants pour la création de valeur ajoutée et de croissance ; certains d'entre eux amènent d'ailleurs à développer des savoir-faire exportables au-delà du territoire national.

### **1. Les enjeux des transporteurs**

#### **a) Contact avec le client et suivi des relations dans le temps**

La fréquence d'achat d'un billet d'avion étant répartie de manière extrêmement hétérogène selon les individus, les compagnies aériennes réalisent, en moyenne, environ 80 % de leurs profits grâce aux 20 % des clients les plus réguliers. Le suivi et la fidélisation de ces derniers sont donc un élément clé de la rentabilité des transporteurs. Parmi les facteurs décisifs, on peut citer :

- ❑ la gestion de centres d'appels et l'offre de la réservation par Internet, afin d'être facilement accessible à tous

- le suivi du client régulier au cours du temps avec un ciblage des offres pertinentes,
- la personnalisation du service aux clients fréquents.

#### **b) Optimisation de l'offre**

Autre facteur capital de profitabilité pour les transporteurs, l'optimisation de l'offre (destination, quantité, fréquence, horaire et prix) n'est en principe pas directement perceptible par l'utilisateur.

Dans ce cadre, les capacités à développer ou entretenir reposent sur les points suivants :

- la gestion de réseaux de correspondances et intégration aux systèmes de distribution globale,
- le « yield management »,
- la distribution virtuelle, c'est-à-dire la suppression des intermédiaires entre le client et la compagnie

### **2. Les enjeux qui se posent aux autres acteurs du transport aérien**

Il est précisé plus haut que, en raison du caractère très mondialisé de cette activité, la profitabilité des compagnies aériennes françaises et le soutien du dynamisme économique de la France ne sont pas toujours directement synonymes. Mais, inversement, il importe de souligner que l'attractivité du territoire national à l'égard de ce secteur des services repose sur d'autres acteurs que les seuls transporteurs.

#### **a) Qualité des infrastructures au sol**

L'attractivité des infrastructures aéroportuaires requiert des compétences spécifiques :

- la maîtrise d'œuvre et la construction de plateformes aéroportuaires, par les acteurs du secteur BTP
- la gestion des plateformes aéroportuaires, par les opérateurs spécifiques
- les liaisons entre aéroports et centres villes, par les différents services de transports

#### **b) Services au sol**

Parmi les différents aspects de la gestion des plateformes aéroportuaires, certains services spécifiques apparaissent comme fortement différenciants :

- le catering
- le traitement au sol des passagers (enregistrement, sécurité, embarquement)
- la maintenance des avions

### **3. L'équipement**

Etant donné le poids des coûts d'opération dans l'activité des transporteurs aériens, sont également perçus comme discriminants les éléments suivants :

- l'influence sur la conception des cellules et l'avionique
- l'aménagement intérieur des cabines
- l'entretien courant des avions.

## **D. Bilan : quel soutien public à l'innovation pour les acteurs de ce secteur ?**

La France compte objectivement un certain nombre de leaders mondiaux (Air France, ADP, Airbus...) qui peuvent contribuer à la fois à la compétitivité de ses compagnies aériennes et

à l'attractivité de ses hubs. Cette dernière permet d'ailleurs à son tour le développement continu et l'exportation du savoir-faire d'un certain nombre d'opérateurs et de leurs sous-traitants, pouvant se positionner de manière compétitive pour la réalisation d'infrastructures aéroportuaires à l'étranger.

Cette présence, encore fortement influencée par le pouvoir politique, ne doit cependant pas faire oublier que l'émergence de nouveaux concurrents sur des business models très différents doit être favorisée.

Parmi les pôles de compétence suggérés, nombreux sont ceux qui sous-tendent un fort besoin en nouveaux services et technologies de l'information et de la communication ; la « consommation » de TIC par les acteurs du transport aérien est d'ailleurs déjà importante et en croissance exponentielle.

Or, ces mêmes acteurs se trouvent dans une situation doublement paradoxale que l'on peut observer pour d'autres domaines des services. D'une part, ils se positionnent en utilisateurs importants de services et de technologies qui ont, le plus souvent, été initialement conçues pour répondre aux besoins des industriels : ils doivent donc supporter des coûts d'adaptation importants alors même qu'ils représentent un gros marché en expansion. D'autre part, ils font en règle générale le choix explicite de ne pas internaliser les capacités, par exemple de développement de logiciels, tout en reconnaissant qu'ils ont des difficultés à exprimer des demandes claires à l'égard des fournisseurs de solutions techniques, qu'il s'agisse d'entreprises innovantes ou d'institutions publiques de recherche et développement.

Les modalités selon lesquelles les utilisateurs que sont les transporteurs aériens auraient les moyens d'influencer le développement des TIC pour que celles-ci puissent répondre à leurs besoins sont donc encore à trouver.

Il est a fortiori difficile à ce stade d'identifier des instruments de politiques publiques pouvant répondre directement aux attentes des acteurs de ce secteur.