

N° 391

SÉNAT

SESSION ORDINAIRE DE 2003-2004

---

---

Annexe au procès-verbal de la séance du 30 juin 2004

## RAPPORT D'INFORMATION

FAIT

*au nom de la délégation du Sénat pour la planification (1) sur les **incidences économiques d'une augmentation des dépenses de recherche en Europe,***

Par M. Joël BOURDIN,

Sénateur.

---

(1) Cette délégation est composée de : M. Joël Bourdin, *président* ; Mme Évelyne Didier, MM. Marcel Lesbros, Jean-Pierre Placade, *vice-présidents* ; MM. Pierre André, Yvon Collin, *secrétaires* ; MM. Gérard Bailly, Yves Fréville, Joseph Kergueris, Philippe Leroy, Jean-Luc Miraux, Daniel Percheron, Roger Rinchet, Gérard Roujas, Bruno Sido.

## SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
<b>INTRODUCTION</b> .....	4
<b>I. LA SITUATION DE L'UNION EUROPÉENNE EN MATIÈRE DE RECHERCHE ET DE TECHNOLOGIE</b> .....	7
A. L'EFFORT DE RECHERCHE ET L'EMPLOI SCIENTIFIQUE : LES FAITS SAILLANTS.....	7
B. LES POSITIONS TECHNOLOGIQUES DE LA FRANCE ET DE L'UNION EUROPÉENNE. 14	
1. <i>Les positions technologiques mesurées par le dépôt de brevets européens</i> .....	14
2. <i>Quelles perspectives d'évolution pour la R&amp;D des entreprises françaises ?</i> .....	16
<b>II. PORTER L'EFFORT DE RECHERCHE À 3 % DU PIB : QUELLES CONSÉQUENCES MACROÉCONOMIQUES ET SECTORIELLES ?</b> .....	17
A. L'AUGMENTATION DES DÉPENSES DE RECHERCHE EST-ELLE FAVORABLE À LA CROISSANCE ?.....	17
B. COMMENT SIMULER L'AUGMENTATION DES DÉPENSES DE RECHERCHE À L'AIDE D'UN MODÈLE MACROÉCONOMIQUE ? .....	20
C. LES RÉSULTATS D'UNE SIMULATION À L'AIDE D'UN MODÈLE MACROÉCONOMIQUE. ....	21
1. <i>L'impact macroéconomique : principaux résultats</i> .....	23
2. <i>Quelques hypothèses déterminantes</i> .....	27
a) <i>Quelle affectation des progrès de productivité induits par l'effort de recherche ?</i> .....	27
b) <i>Financement privé ou public de la recherche ?</i> .....	27
c) <i>Les commandes publiques aux secteurs intensifs en R&amp;D</i> .....	28
3. <i>Les impacts sectoriels</i> .....	29
D. LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE CES SIMULATIONS.....	32
1. <i>La formation des chercheurs</i> .....	32
2. <i>Formation, qualification et adaptabilité de la main-d'œuvre</i> .....	33
3. <i>Quel financement de la recherche ?</i> .....	34
4. <i>Pour des commandes publiques européennes ?</i> .....	35
<b>III. LA POLITIQUE EUROPÉENNE EN MATIÈRE DE RECHERCHE</b> .....	38
A. LE DISPOSITIF COMMUNAUTAIRE .....	38
1. <i>Rappel du cadre institutionnel et politique</i> .....	38
2. <i>Les programmes-cadres</i> .....	39
a) <i>Les modalités d'adoption</i> .....	39
b) <i>Le fonctionnement du programme-cadre. La règle des « 4 c »</i> .....	40
c) <i>Les modalités financières d'intervention</i> .....	41
3. <i>Les moyens budgétaires</i> .....	42
B. UN IMPACT IMPORTANT, MAIS PARFOIS NÉGLIGÉ.....	46
1. <i>L'Union européenne, partenaire majeur pour la communauté scientifique</i> .....	46
a) <i>Un budget d'importance comparable au budget national</i> .....	46
b) <i>L'importance de la programmation</i> .....	47
c) <i>Les résultats quantitatifs : l'importance des projets</i> .....	48
d) <i>L'effet d'impulsion</i> .....	48

2. <i>Des possibilités pas toujours suffisamment exploitées, notamment en France.</i> .....	49
a) Quelques résultats .....	49
b) Les raisons d'une relative marginalisation de la recherche française.....	50
C. APPRÉCIATION CRITIQUE DU DISPOSITIF COMMUNAUTAIRE.....	52
1. <i>Les critiques sur l'organisation de l'appui communautaire à la recherche</i> .....	52
a) La « structure organisationnelle » .....	52
b) Le formalisme : l'Union victime de ses peurs et de ses succès .....	53
c) Les aspects financiers .....	55
d) Une coordination tardive et difficile avec les autres acteurs de la recherche européenne ....	56
2. <i>Les critiques de fond</i> .....	57
a) Une stratégie européenne toujours hésitante .....	58
b) Les moyens budgétaires encadrés .....	59

**ANNEXE :**

<b>Evaluation pour la France des conséquences de l'augmentation de l'effort de R&amp;D</b> <i>(simulation réalisée à l'aide du modèle macroéconomique NEMESIS</i> <i>par l'équipe ERASME de l'Ecole Centrale de Paris)</i> .....	63
--	----

## INTRODUCTION

Dans le prolongement du Conseil européen de Lisbonne de mars 2000, qui avait fixé pour objectif de faire de l'Union européenne « *l'économie de la connaissance la plus dynamique et la plus compétitive du monde*, les conclusions du Conseil européen de Barcelone (mars 2002) sont ainsi rédigées :

*« Si l'on veut réduire l'écart entre l'Union européenne et ses principaux concurrents, l'effort global en matière de recherche et développement (R&D) et d'innovation dans l'Union européenne doit être fortement stimulé, et l'accent doit être mis plus particulièrement sur les technologies d'avant-garde. En conséquence, le Conseil européen considère que l'ensemble des dépenses en matière de R&D et d'innovation dans l'Union doit augmenter, pour approcher 3 % du PIB d'ici 2010. Les deux tiers de ce nouvel investissement devraient provenir du secteur privé ».*

On peut observer la prudence de la rédaction : il ne s'agit pas d'« atteindre », mais d'« approcher » 3 % du PIB. Néanmoins, il faut surtout souligner combien l'« engagement » ainsi pris par les gouvernements européens rejoint le très large consensus qui se dégage parmi les économistes quant à l'impact positif sur la croissance et le niveau de vie, d'une augmentation des dépenses de recherche.

Ce consensus s'appuie tout d'abord sur le constat du retard de la France et de l'Union européenne en matière d'effort de recherche et d'innovation technologique, qui est décrit dans la **première partie** de ce rapport.

Il se fonde également sur un ensemble de travaux théoriques et empiriques qui mettent en évidence l'impact positif de l'effort de recherche sur la productivité et la croissance potentielle. Ceux-ci sont présentés et décrits dans la **deuxième partie** de ce rapport.

La littérature économique française, ou même européenne, est toutefois moins abondante sur la question suivante :

• Si l'on retient l'hypothèse d'un impact positif de l'effort de recherche sur le progrès technique, quelles pourraient être les conséquences macroéconomiques du succès de l'« objectif 3 % » à l'horizon 2030 ?<sup>1</sup>

C'est pour apporter des éléments de réponse à cette question que votre Délégation a souhaité présenter dans ce rapport une **étude commandée par le Service des Etudes économiques et de la Prospective du Sénat au Laboratoire Erasme de l'Ecole Centrale de Paris.**

Cette étude, dont le contenu est proposé en **annexe** à ce rapport et dont les résultats essentiels sont présentés dans la **deuxième partie**, consiste en une évaluation pour la France des conséquences de l'augmentation de l'effort de R&D, à partir d'une simulation réalisée à l'aide du modèle macroéconométrique européen, *NEMESIS*. De par ses caractéristiques, ce modèle permet en effet de simuler l'impact des innovations sur la productivité, la compétitivité, la croissance et l'emploi, ainsi que sur les évolutions des différents secteurs d'activité.

Comme il a déjà eu l'occasion de le faire à l'occasion de la présentation des résultats de simulations macroéconomiques, votre rapporteur souhaite insister à nouveau sur les limites et l'intérêt de ce type d'approche quantitative.

Les résultats de ces simulations doivent être considérés avec une sage prudence : ils découlent en effet des spécifications du modèle, lesquelles peuvent se fonder sur des travaux théoriques ou empiriques contestés ; de même, ces résultats sont étroitement liés à un ensemble d'hypothèses préalables dont la probabilité de réalisation peut être faible ; enfin, ces simulations sont réalisées « toutes choses égales par ailleurs », ce qui, à un horizon aussi lointain – 2030 –, en limite la portée.

Néanmoins, l'intérêt fondamental de ce type d'exercice est qu'il permet de mettre en évidence des évolutions cohérentes entre elles, de comprendre sous quelles conditions il est possible d'obtenir un résultat donné et, enfin, d'illustrer les questions que peut poser la mise en œuvre d'une politique publique.

Ce faisant, ce genre de simulations permet de dégager des enseignements non négligeables : ceux qui sont présentés dans ce rapport peuvent, par exemple, nourrir les débats sur les modalités les plus appropriées

---

<sup>1</sup> Certes, l'exercice de prospective *FutuRIS* (*RIS* pour « recherche, innovation, société »), lancé par l'Association nationale de la recherche technique (*ANRT*), a construit un certain nombre de scénarios d'évolution de la recherche à l'horizon 2020, mais ces travaux sont essentiellement d'ordre qualitatif et s'intéressent plus au contenu des politiques de recherche qu'à leurs conséquences économiques.

pour augmenter notre effort de recherche, ou, encore, sur les politiques qui devraient accompagner l'augmentation des dépenses de recherche, afin de stimuler leur efficacité globale.

La **troisième partie** du rapport décrit et analyse enfin « la politique européenne de recherche », dans la mesure où il apparaît clairement, au fil de cette étude, que tant la nécessité d'atteindre des tailles critiques que de coordonner des démarches potentiellement concurrentes font de la recherche un enjeu communautaire.

En présentant ces travaux, votre Délégation espère ainsi apporter, dans son champ de compétence spécifique – l'évaluation quantitative et la réflexion économique prospective – quelques éléments utiles à la réflexion engagée sur l'avenir de la politique de recherche et qui devrait déboucher sur le dépôt d'une proposition de loi d'orientation et de programmation à l'automne prochain.

### **Une ambition très ancienne**

*« Il est raisonnable de penser qu'en 1985, la part de notre produit national (PN) consacrée à la recherche sera au moins égale à 3 % - pourcentage actuellement atteint aux Etats-Unis.*

*Le PN ayant triplé d'ici là, c'est à un sextuplement des crédits consacrés à la recherche que l'on devrait parvenir, en passant de 5 milliards de francs actuels à 30 (milliards de francs). »*

Cette citation est extraite du remarquable ouvrage de 1964, « *Réflexions pour 1985* », issu du « *Groupe de 1985* », instauré au sein du Commissariat Général du Plan par le Premier ministre à la fin de 1962, afin « *d'étudier, sous l'angle de faits porteurs d'avenir, ce qu'il serait utile de connaître dès à présent de la France de 1985 pour éclairer les orientations générales du V<sup>e</sup> Plan* ».

Ainsi faudrait-il remonter près de quarante ans en arrière pour retrouver l'origine de ce fameux chiffre de 3 % du PIB pour les dépenses de recherche-développement, chiffre repris par les gouvernements européens à l'occasion du Conseil européen de Barcelone des 16 et 17 mars 2002.

## I. LA SITUATION DE L'UNION EUROPÉENNE EN MATIÈRE DE RECHERCHE ET DE TECHNOLOGIE

Les données sur le **retard de** l'Union européenne et, dans une moindre mesure, de la France en matière d'effort de recherche et d'emploi scientifique sont connues. Le «jaune» annexé chaque année au projet de loi de finances sur l'«*Etat de la recherche et du développement technologique*» dresse ainsi un panorama complet de la position relative de la France et de l'Union européenne.

L'étude présentée en **annexe** propose également une analyse détaillée afin de rappeler les enjeux de l'objectif de Barcelone (pages 5 et suivantes).

Votre rapporteur se contentera donc de rappeler ici ceux qui lui paraissent les plus significatifs et les plus utiles au cadrage d'une réflexion sur les incidences économiques d'une augmentation des dépenses de recherche.

Cette présentation sera complétée par quelques données sur la compétitivité technologique<sup>1</sup> de la France, recueillies auprès de l'Observatoire des Sciences et des Techniques<sup>2</sup>.

### A. L'EFFORT DE RECHERCHE ET L'EMPLOI SCIENTIFIQUE : LES FAITS SAILLANTS

L'effort de recherche d'un pays est mesuré par la Dépense intérieure de recherche et développement (DIRD), qui agrège l'ensemble des dépenses de recherche des secteurs institutionnels (Administrations publiques et entreprises) sur le territoire national<sup>3</sup>.

Afin de faciliter les comparaisons internationales, la DIRD est généralement exprimée en pourcentage du PIB (cf. tableau 1 ci-après).

---

<sup>1</sup> Cette expression doit être entendue comme la «*compétitivité mesurée à partir d'un certain nombre d'indicateurs de positionnement technologique*» et non comme la compétitivité de la France sur les produits à fort contenu technologique.

<sup>2</sup> Votre rapporteur tient à remercier les responsables de cet organisme pour la qualité de leur coopération.

<sup>3</sup> La Dépense intérieure de R&D se distingue ainsi de la Dépense nationale de R&D qui comptabilise les dépenses de recherche réalisées à l'étranger par des entreprises nationales.

- **Le retard de l'Union européenne**

Les comparaisons internationales des intensités de R&D en **2001** font ressortir le retard de l'Union européenne :

- le **Japon** consacrait **3,09 % de son PIB** à la R&D ;
- les **Etats-Unis**, **2,82 %** ;
- l'**Union européenne**, **1,93 %**.

Exprimé en valeur, ce retard de l'Union européenne par rapport aux Etats-Unis en matière de dépenses de R&D s'élève à 124 milliards d'euros : les Etats-Unis ont dépensé 288 milliards d'euros, l'Union européenne 164 milliards et le Japon 154.

- **Une position relativement favorable de la France au sein de l'Union européenne**

On peut distinguer trois groupes de pays au sein de l'Union européenne :

- la Suède et la Finlande où la dépense de recherche est très élevée : respectivement 4,27 % et 3,40 % du PIB ;
- les pays au-dessus de la moyenne de l'Union : Allemagne (2,49 % du PIB), France (2,23 %), Danemark (2,19 %), Belgique (1,96 %), Pays-Bas (1,94 %) ;
- les pays au-dessous de la moyenne de l'Union : Autriche (1,9 %), Irlande (1,17 %), Italie (1,07 %), Espagne (0,96 %), Portugal (0,83 %), Grèce (0,67 %).

La France occupe ainsi une position plutôt favorable au sein de l'Union européenne.

En outre, avec une contribution de 5,4 % de la DIRD du total de la zone OCDE, la France occupe la quatrième position au sein de cette zone après les Etats-Unis (43,7 % de la DIRD de la zone OCDE), le Japon (16,7 %) et l'Allemagne (8,3 %).

**Tableau n° 1**  
**Indicateurs de l'effort de recherche des principaux pays de l'OCDE**

	DIRD/PIB (en %)				DIRD/habitant			Chercheurs/pop. active (pour mille)		
					France base 100			en euros		
	1991	1996	2000	2001	1991	2000	2001	2001 <sup>(2)</sup>	1993	2001
Etats-Unis	2,72	2,54	2,72	2,82	149	186	169	911,8	7,7	9,0 <sup>(9)</sup>
Japon <sup>(1)</sup>	2,93	2,83	2,98	3,09	134	149	139	750,5	9,7	10,0
Allemagne	2,53	2,26	2,49	2,49	104	124	111	602,6	6,3	6,7
France	2,37	2,3	2,22	2,23	100	100	100	540,8	5,8	7,0
Royaume-Uni	2,07	1,92	1,85	1,9	77	87	85	460	4,6	5,5 <sup>(8)</sup>
Italie	1,23	1,01	1,07	-	50	-	46	246,6 <sup>(0)</sup>	3,2	2,8 <sup>(0)</sup>
Canada	1,59	1,7	1,84	1,9	70	99	104	560,1	5,2	5,8 <sup>(9)</sup>
Pays-Bas	1,97	2,01	1,94	-	79	-	90	487,6 <sup>(0)</sup>	4,5	5,2 <sup>(0)</sup>
Suède	2,79	3,67 <sup>(7)</sup>	3,65 <sup>(9)</sup>	4,27	114	-	189	1023,2	6,7	10,3
Union européenne	1,9	1,8	1,89	1,93	73	86	83	452	4,6	5,5 <sup>(0)</sup>

(1) L'OCDE a ajusté les séries du Japon en estimant le nombre de chercheurs en équivalent temps plein dans l'enseignement supérieur.

(2) ou année la plus proche.

(7) Données 1997.

(9) Données 1999.

(0) Données 2000.

Source : OCDE et MJENR-DEPB3.

• **Une tendance d'évolution défavorable à l'Union européenne**

➤ Depuis le début des années 90, l'écart de dépenses de R&D entre l'Union européenne et les Etats-Unis n'a cessé de se creuser : pour 100 euros dépensés aux Etats-Unis, les Européens en ont dépensé 72 en 1991 et seulement 62 en 2000.

➤ Si l'intensité de R&D dans l'Union européenne devait continuer d'évoluer selon la tendance la plus récente, la DIRD européenne ne devrait pas dépasser 2,3 % en 2010, l'écart se creusant encore avec les Etats-Unis dont l'intensité de R&D devrait atteindre 3,1 % du PIB et le Japon dont l'intensité atteindrait 3,8 % du PIB.

- **La part relative de la France dans l'Union européenne se dégrade depuis 1995.**

➤ Les dépenses de R&D dans l'Union européenne ont progressé de 3,4 % par an en moyenne entre 1995 et 2000, soit moins rapidement que la richesse nationale, et de 2 % par an seulement en France. La position relative de la France dans l'Union européenne s'est ainsi dégradée, seuls le Royaume-Uni (+ 1,8 % par an) et l'Italie (+ 1,2 % par an) connaissant une progression des dépenses de R&D plus faible.

➤ Si l'on raisonne en dépenses de R&D par habitant, lorsque la France dépensait 100 en euros en 1991, l'Union européenne en dépensait 73 et les Etats-Unis 149. Pour 100 euros par habitant dépensés en 2001 en France, l'Union européenne en dépensait 86 et les Etats-Unis 186. L'écart par rapport aux Etats-Unis se creuse, l'avance par rapport à la moyenne européenne diminue.

- **L'emploi scientifique**

➤ Les comparaisons en matière d'emploi scientifique sont souvent exprimées en nombre de chercheurs par rapport à la population active (cf. tableau 1 ci-dessus).

Avec 7 chercheurs pour 1 000 actifs, la France se classe derrière les Etats-Unis (9 ‰), le Japon (10 ‰) mais devant l'Allemagne (6,7 ‰) ou le Royaume-Uni (5,5 ‰).

Les pays nordiques, grâce à l'effort très important réalisé dans le secteur privé au cours des dernières années ont un ratio de chercheurs à la population active très élevé (10 ‰).

➤ La comparaison à l'aide de ce ratio masque cependant l'écart de moyens des pays européens par rapport aux Etats-Unis et au Japon : en 2001, la France employait 177 400 chercheurs, l'Allemagne 260 000, le Royaume-Uni 158 000 et l'Italie 66 000, mais les Etats-Unis 1 200 000 et le Japon 648 000.

Les Etats-Unis ont ainsi une capacité suffisante pour couvrir tous les domaines scientifiques et le Japon mobilise un potentiel scientifique très large qui lui permet de fonder son développement industriel sur les produits à haute valeur technologique.

• **Un financement insuffisant de la recherche par le secteur privé dans l'Union européenne et en France ?**

➤ On peut voir dans le tableau n° 2 ci-après que la part de R&D financée par les entreprises dans l'Union européenne (56,3 %) est très inférieure à celle prise par les entreprises aux Etats-Unis (68,3 %) ou au Japon (73 %).

➤ Exprimés en valeur, les chiffres sont encore plus parlants : en 1999, les entreprises américaines ont financé 66 milliards d'euros de R&D de plus que leurs concurrentes européennes.

➤ En France, la part de la R&D financée et exécutée par les entreprises est légèrement inférieure à la moyenne de l'Union européenne. Les entreprises y jouent un rôle moindre que dans les pays du Nord ou en Allemagne.

**Tableau n° 2**  
**Le financement de la recherche dans les principaux pays**

année 2001	% de la DIRD financé par :		
	les entreprises	l'administration	l'étranger
Etats-Unis	68,3	30,0	-
Japon	73,0	18,5	0,4
Allemagne	66,0	31,5	2,1
France	53,4	38,5	7,2
Royaume-Uni	46,2	30,2	18,0
Union européenne	56,3	34,2	7,5

Sources : OCDE/MJENR-DEPB3.

➤ Le nombre de chercheurs dans les entreprises sur le nombre total de chercheurs dans le pays apparaît faible en France : 47 % contre 82,5 % aux Etats-Unis, 65,8 % au Japon ou 58,8 % en Allemagne (cf. tableau 3 ci-dessous).

**Tableau n° 3**  
**Nombre de chercheurs des entreprises, en 1999**

	<b>Nombre</b>	<b>En % du total national</b>
France	75 390	47,0
Allemagne	150 150	58,8
Italie	27 333	36,3
Espagne	15 178	24,7
Japon	433 758	65,8
Etats-Unis	1 015 700	82,5
Royaume-Uni	92 133	58,2

Source : OCDE.

➤ Enfin, la part des dépenses de recherche des entreprises françaises au sein de l'Union européenne a baissé entre 1995 et 2000 : de 21,4 % à 18,1 % (cf. tableau n° 4 ci-dessous).

Seuls trois secteurs échappent à cette baisse : l'agriculture, les biens d'équipement et la chimie.

**Tableau n° 4**  
**Part européenne des dépenses de R&D des entreprises de la France**  
**par secteur économique (1995,2000)**

Secteur économique	Part UE ( %) en dépenses de R&D des entreprises	
	1995	2000
<b>Industrie</b>	<b>21,5</b>	<b>18,3</b>
Aérospatial	32,7	29,7
Electronique	24,7	19,1
Pharmacie	23,8	19,5
Biens d'équipement	13,5	14,0
Transports terrestres	19,7	14,4
Chimie	16,8	18,1
Intensifs et ressources naturelles	22,5	20,6
Intensifs en main-d'œuvre	20,3	18,3
<b>Hors industrie</b>	<b>20,3</b>	<b>16,9</b>
Secteur primaire	31,7	49,4
BTP	35,5	32,9
Services de transport, télécom	27,5	22,9
Services ingénierie et informatique	14,0	10,8
<b>Total</b>	<b>21,4</b>	<b>18,1</b>

Données OCDE (ANBERD), traitements et estimations OST

➤ Ces données conduisent votre rapporteur à formuler deux observations et une interrogation :

- en première analyse, l'essentiel du retard européen en matière d'effort de recherche s'explique par l'insuffisance de la recherche des entreprises ; il serait donc peu pertinent d'imputer ce retard uniquement à l'insuffisance de commandes publiques<sup>1</sup> ;

---

<sup>1</sup> *Même si le diagnostic n'est pas formulé en termes aussi simplistes, il apparaît néanmoins en filigrane dans la contribution du MEDEF et de la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris sur la politique de recherche.*

- le retard de la recherche privée en France n'est peut-être pas tant dû au fait que les entreprises y font moins de recherche qu'aux Etats-Unis ou au Japon, mais peut-être à l'absence d'entreprises puissantes dans le domaine des nouvelles technologies ;

- enfin, le prétendu retard de financement de la R&D par les entreprises françaises mérite débat. Sur un plan comptable tout d'abord, une part importante de la recherche technologique de haut niveau est assurée au sein d'établissements publics industriels et commerciaux (CEA, CNES, IFREMER, ONERA), de fondations (Institut Pasteur) ou d'établissements publics scientifiques et techniques (INRA, CEMAGREF, INRIA...).

Une approche plus précise de la R&D des entreprises françaises devrait ainsi apprécier les valorisations industrielles de ces travaux.

Ceci conduit à poser une question plus générale sur le financement global de la recherche : l'augmentation de la dépense publique dans la recherche incite-t-elle les entreprises privées à moins dépenser ; autrement dit, y a-t-il un effet d'éviction de la recherche privée par la recherche publique ?

La réponse à ces questions est importante pour formuler un diagnostic : elles ne semblent pourtant pas suffisamment traitées dans les réflexions en cours sur l'avenir de la recherche.

## ***B. LES POSITIONS TECHNOLOGIQUES DE LA FRANCE ET DE L'UNION EUROPEENNE***

### **1. Les positions technologiques mesurées par le dépôt de brevets européens**

La position technologique d'un pays peut être mesurée par le dépôt de brevets, même s'il s'agit d'un indicateur fragile.

On peut observer dans le tableau n° 5 ci-dessous, que la position technologique de la France s'est dégradée depuis 1990, dans le monde comme dans l'Union européenne. Cette dégradation est encore plus sensible depuis 1995.

**Tableau n° 5**  
**Evolution de la position technologique de la France (1990-2000)**  
**tous domaines confondus**

	Position technologique ( % )			Evolutions de :		
	1990	1995	2000	1995/1990 (%)	2000/1990 (%)	2000/1995 (%)
<b>France dans le Monde</b>	8,3	7,4	6,3	- 10	- 24	- 15
<b>UE dans le Monde</b>	48,1	43,7	42,6	- 9	- 12	- 3
<b>France dans l'UE</b>	17,2	17,0	14,9	- 1	- 14	- 12

Source : Données INPI et OEB, traitements OST.

Cette dégradation peut être observée dans tous les domaines technologiques (cf. tableau n° 6 et 7 ci-dessous). On peut voir également que la position de l'Allemagne est stable (on progresse légèrement) et que celle du Royaume-Uni se détériore moins que celle de la France.

**Tableau n° 6**  
**Part mondiale en position technologique de la France, de l'Allemagne et du Royaume-Uni par domaine technologique (2000 et évolution 1995-2000)**

Domaine technologique	Part/Monde (%) de brevets européens					
	2000			Evolution 2000/1995 (%)		
	France	Allemagne	Royaume-Uni	France	Allemagne	Royaume-Uni
Electronique-électricité	5,7	13,9	4,4	- 20	+ 8	- 7
Instrumentation	5,3	15,0	5,7	- 23	+ 11	- 8
Chimie-matériaux	5,3	18,6	5,4	- 6	- 7	- 13
Pharmacie-biotechnologies	6,6	10,1	6,8	- 6	- 7	- 11
Procédés industriels	6,3	20,9	5,3	- 5	- 8	- 8
Machines-mécanique-transports	8,0	29,2	4,9	- 21	+ 13	- 22
Consommation des ménages-BTP	8,6	21,9	6,7	- 13	- 5	- 4
<b>Total</b>	<b>6,3</b>	<b>18,1</b>	<b>5,3</b>	<b>- 15</b>	<b>+ 1</b>	<b>- 11</b>

Source : Données INPI et OEB, traitements OST

**Tableau n° 7**  
**Part européenne en position technologique de la France, de l'Allemagne et du Royaume-Uni par domaine technologique (2000 et évolution 1995-2000)**

Domaine technologique	Part/UE (%) de brevets européens					
	2000			Evolution 2000/1995 (%)		
	France	Allemagne	Royaume-Uni	France	Allemagne	Royaume-Uni
Electronique-électricité	15,2	38,5	12,1	- 23	+4	- 11
Instrumentation	14,0	41,3	15,7	- 23	+ 12	- 8
Chimie-matériaux	13,0	46,7	13,5	- 2	- 4	- 10
Pharmacie-biotechnologies	19,6	30,0	20,2	- 1	+ 11	- 7
Procédés industriels	13,0	42,3	10,8	- 1	- 5	- 5
Machines -mécanique-transports	13,7	51,6	8,6	- 20	+ 14	- 21
Consommation des ménages-BTP	14,9	39,7	12,1	- 7	+ 1	+ 2
<b>Total</b>	<b>14,5</b>	<b>42,5</b>	<b>12,5</b>	<b>- 12</b>	<b>+ 3</b>	<b>- 9</b>

Source : Données INPI et OEB, traitements OST

## 2. Quelles perspectives d'évolution pour la R&D des entreprises françaises ?

Le tableau ci-dessous montre que l'essentiel des dépenses de R&D des entreprises françaises s'effectue dans l'industrie (87,2 % en 2000). Il faut rappeler que la valeur ajoutée de l'industrie manufacturière ne représente que 15 % de la valeur ajoutée totale.

Pourquoi ce décalage entre la part de l'industrie dans la valeur ajoutée et sa part dans la dépense de R&D ?

Evidemment parce que l'industrie est plus « consommatrice » de R&D que la construction ou les activités de services. Mais certainement également parce que les activités de recherche sont encore liées à la nationalité de l'entreprise. Saint-Gobain ne réalise que 15 % de son chiffre d'affaires en France alors qu'elle y réalise 60 % de sa recherche.

Mais il n'y a aucune raison pour que cette situation se stabilise. Les activités de recherche seront bientôt, ou sont déjà, aussi facilement délocalisables que les facteurs de production.

Ceci invite à s'interroger sur les moyens qui permettraient de maintenir la recherche des grandes entreprises européennes sur le territoire européen, et pose notamment la question des commandes publiques, largement évoquée dans la troisième partie de ce rapport.

## II. PORTER L'EFFORT DE RECHERCHE À 3 % DU PIB : QUELLES CONSÉQUENCES MACROÉCONOMIQUES ET SECTORIELLES ?

### A. L'AUGMENTATION DES DÉPENSES DE RECHERCHE EST-ELLE FAVORABLE À LA CROISSANCE ?

Poser la question ci-dessus peut paraître incongru tant les contributions des économistes s'accumulent pour souligner l'impact favorable des dépenses de recherche sur la croissance et pour encourager l'Europe à s'engager dans une stratégie économique fondée sur la connaissance et l'innovation technologique.

Ainsi, parmi les idées avancées par les 77 économistes réunis à l'initiative de REXECODE<sup>1</sup>, afin de proposer des idées pour permettre à la France de connaître durablement une croissance de 3 %, l'augmentation des dépenses de recherche et d'innovation est celle qui est le plus souvent évoquée.

Le « **rapport SAPIR** », commandé par le Président de la Commission européenne, Romano PRODI, afin de faire le bilan de la stratégie économique de l'Union européenne et publié en juillet 2003, considère également que l'augmentation des dépenses de R&D permettrait d'impulser la croissance de manière importante.

De même, le dernier **rapport du Conseil d'Analyse Economique « Productivité et croissance »**<sup>2</sup> recommande également une montée en gamme de la part la plus sophistiquée de l'industrie, ce qui suppose un effort accru d'investissement en R&D, et plus particulièrement de la R&D dans les technologies de l'information.

Le fondement commun à ces analyses est que l'écart de la croissance potentielle entre l'Europe et les Etats-Unis (de 2 % en Europe à 3 % aux Etats-Unis selon l'OCDE) serait la conséquence du décrochage technologique de l'Europe, peu contestable au vu des données présentées dans la **première partie** de ce rapport.

- Mais ces analyses s'appuient également sur l'apport des **nouvelles théories de la croissance**, ou théories de la croissance **endogène** telles qu'elles ont été formalisées à partir des années 80.

Celles-ci sont décrites en annexe (pages 9, 10 et 11).

---

<sup>1</sup> « Des idées pour la croissance » (A l'initiative de Michel Didier, Directeur de REXECODE – ECONOMICA).

<sup>2</sup> Par Patrick ARTUS et Gilbert CETTE.

Votre rapporteur souhaite néanmoins en rappeler trois aspects importants :

1. selon ces nouvelles théories de la croissance, **certaines politiques publiques seraient de nature à augmenter le taux de croissance de long terme de l'économie.**

Ceci s'oppose aux modèles de croissance « traditionnels », tels qu'ils résultent des travaux de Robert SOLOW, Prix Nobel d'économie : dans ces modèles, la croissance de long terme d'une économie dépend de deux facteurs exogènes, sur lesquels les politiques publiques n'ont pas d'influence : l'augmentation de la population active et le **progrès technique** (ou « résidu de SOLOW »). Au contraire, dans les nouvelles théories de la croissance, le progrès technique, source de croissance, devient ainsi aussi « endogène », c'est-à-dire qu'il dépend de facteurs tels que l'augmentation des investissements en recherche, en éducation, en infrastructures publiques.

2. l'hypothèse que certains investissements sont de nature à augmenter la croissance de long terme repose sur la notion de **rendements croissants**. Par exemple, une innovation dans une entreprise va produire des effets positifs dans cette entreprise, mais ces effets vont également se diffuser par différents canaux (brevets, échanges de savoir-faire, de personnels ou de biens entre firmes ou entre pays), générer de nouveaux produits et de nouvelles technologies : l'économie bénéficie alors de rendements d'échelle croissants ;

3. certains investissements génèrent donc des **externalités positives**, dans la mesure où leurs rendements sociaux (pour l'ensemble de l'économie) sont supérieurs à leur rendement privé (au niveau de l'entreprise). Il est donc légitime pour la puissance publique d'encourager ce type d'investissement.

Cette approche justifie ainsi les **politiques structurelles de croissance**, en particulier les politiques liées à l'effort de R&D.

• **L'amélioration des gains de productivité** se trouve au cœur des relations entre recherche, innovation et croissance. Or, dans des **économies à population vieillissante**, où la proportion d'inactifs par rapport à celle des actifs va augmenter, le maintien du niveau de vie par habitant ne pourra être obtenu qu'en réalisant d'importants gains de productivité globale des facteurs<sup>1</sup>, grâce à la production de biens nouveaux et leur diffusion dans l'ensemble de l'économie. En outre, une spécialisation en amont du cycle technologique des biens, c'est-à-dire dans leur phase d'innovation et de lancement, permet de concentrer les ressources sur des activités dont la

---

<sup>1</sup> *Qui dépend de la productivité de chaque travailleur, de la productivité du capital, et de l'efficacité de la relation capital-travail à la faveur de l'amélioration des processus de production.*

demande mondiale est dynamique et qui offrent d'importants réservoirs de gains de productivité.

- Nouvelles approches théoriques, stratégie d'innovation technologique adaptée à la progression du niveau de vie dans des économies à population vieillissante : on perçoit mieux pourquoi l'augmentation de l'effort de recherche est évoquée avec une telle récurrence pour renforcer le potentiel de croissance de l'économie européenne.

Mais en économie, il est rare que la réalité soit conforme à l'approche théorique. La question des liens entre effort de recherche, productivité et croissance n'échappe pas à cette règle.

Certes, un certain nombre d'études économétriques évoquées dans l'annexe montrent une relation positive entre dépenses de recherche et productivité globale des facteurs. Il serait pour autant hâtif d'en conclure que « **plus de recherche conduit à plus de croissance** » ou encore que l'écart de croissance entre les Etats-Unis et l'Europe depuis une dizaine d'années serait imputable à l'effort engagé dans la R&D. Sur ces points, les controverses sont multiples, les explications divergentes et aucun consensus ne semble se dégager.

Votre Délégation a ainsi montré à diverses reprises, à l'occasion de ses rapports d'automne annuels, combien l'Europe avait pu être handicapée par un *policy mix* (combinaison des politiques conjoncturelles, monétaire et budgétaire) inadéquat : « gestion monétaire » de la réunification allemande, préparation de l'Union économique et monétaire, Pacte de stabilité, ...

Non seulement l'orientation défavorable des politiques macroéconomiques conduites en Europe depuis une quinzaine d'années peut expliquer en tout ou partie son « retard » de croissance par rapport aux Etats-Unis ; mais, surtout, la **succession irrégulière d'expansions brèves et de rechutes rapides de l'économie européenne brouille vraisemblablement l'horizon des acteurs, dissuade les entreprises d'engager de véritables projets, certes « coûteux » à court terme, mais profitables à long terme.**

On peut dès lors se demander s'il ne faut pas carrément inverser la relation et dire que « **moins de croissance entraîne moins de recherche** » ?

Il faut enfin souligner que dans une publication récente<sup>1</sup>, l'OCDE s'est intéressée à différents facteurs pouvant expliquer les écarts de productivité entre pays de l'OCDE et a souligné l'importance de facteurs tels que les conditions de concurrence sur les différents marchés (biens et services, marché du travail, marchés financiers) ou encore sur la notion d'« esprit d'entreprise ».

---

<sup>1</sup> OCDE, 2003 : « Les sources de la croissance dans les pays de l'OCDE ».

Cette discussion rapide permet ainsi à votre rapporteur de rappeler comment il conçoit l'objectif de ce rapport et de l'étude qui y est présentée. Celle-ci n'a pas pour ambition de prédire les conséquences économiques d'une augmentation des dépenses de recherche, mais plutôt de répondre à la question suivante : **si l'on admet que l'augmentation de l'effort de recherche a un impact positif sur la croissance, quelle est la nature de cet impact ?**

Y répondre suppose un « bouclage macroéconomique » à l'aide d'un modèle : celui-ci permet en effet de décrire des évolutions cohérentes et vraisemblables.

### ***B. COMMENT SIMULER L'AUGMENTATION DES DÉPENSES DE RECHERCHE À L'AIDE D'UN MODÈLE MACROÉCONOMIQUE ?***

Le modèle macroéconomique européen NEMESIS utilisé pour conduire cette simulation comprend trente secteurs d'activité. Ce niveau de différenciation sectorielle – qui constitue une originalité de ce modèle – est indispensable pour juger des effets de la R&D, l'effort de recherche étant très inégalement réparti entre les différents secteurs.

Cependant, la principale innovation de ce modèle est que, contrairement à la plupart des modèles macroéconomiques, **le progrès technique y est endogène**. Ceci signifie que les évolutions de productivité - et de la productivité globale des facteurs – ne résultent pas d'hypothèses fixées *a priori* par les modélisateurs, mais sont la conséquence d'autres variables, en l'occurrence l'évolution des dépenses de R&D.

Dans le modèle utilisé, le passage de la dépense de R&D à la performance économique (croissance du PIB) se fait en **trois étapes**<sup>1</sup> :

- **des dépenses de R&D au « stock de savoir »** : l'augmentation des dépenses de R&D dans un secteur, enrichie par les externalités de connaissance de tous les autres secteurs nationaux et étrangers et par la R&D publique, entraîne une augmentation du **stock de savoir qui constitue la variable centrale de la simulation** ;

- **du « stock de savoir » à l'innovation** : l'augmentation du stock de savoir entraîne deux types d'innovation : innovation de procédés, grâce à une augmentation de la productivité globale des facteurs, d'une part ; innovation de produits, qui améliore leur qualité, d'autre part ;

- **de l'innovation à la performance économique** : les innovations de procédés permettent une **baisse du prix** des produits, et donc une hausse de la

---

<sup>1</sup> Celles-ci sont détaillées aux pages 19 à 22 de l'annexe.

demande ; les innovations de **produits** permettent également une augmentation de la demande de produits de meilleure **qualité**.

L'augmentation de R&D conduit ainsi à une augmentation du PIB à travers une augmentation du stock de savoir.

**Le coefficient d'augmentation du PIB consécutif à une augmentation du stock de savoir** résulte d'un certain nombre d'estimations économétriques.

La grande plage de variation de ce coefficient dans ces études économétriques a conduit les auteurs de la présente étude à tester plusieurs valeurs de ce coefficient dans les simulations présentées.

C'est pour cette raison également que votre rapporteur présente ci-après des « fourchettes » de résultats concernant l'impact de l'augmentation des dépenses de recherche.

Pour conclure sur ces aspects de méthode, il serait normal d'objecter que **les résultats de cette simulation sont largement déterminés par les hypothèses préalables**, en particulier par **l'hypothèse centrale qu'une augmentation du « stock de savoir » améliore la performance économique**. Ceci n'est pas globalement contestable. Néanmoins, le modèle offre un cadre de cohérence global, permet de donner des ordres de grandeur, fait clairement apparaître des enchaînements économiques et permet de faire émerger des problématiques. Ceci constitue l'intérêt essentiel de cette simulation.

### ***C. LES RÉSULTATS D'UNE SIMULATION À L'AIDE D'UN MODÈLE MACROÉCONOMIQUE.***

Votre rapporteur présente et analyse ci-dessous les résultats les plus significatifs de la simulation « 3 % de R&D » réalisée à l'aide du modèle NEMESIS<sup>1</sup>.

- L'hypothèse centrale est que, conformément à l'objectif fixé à Barcelone, l'intensité moyenne de la R&D dans l'Union européenne atteint 3 % du PIB en 2010, contre 1,86 % en 2002 (+ **1,14 point de PIB de l'Union**).

Une politique d'élévation de l'intensité de recherche, pour être réellement « coopérative » au niveau européen, suppose une convergence entre pays. Compte tenu des écarts actuels entre pays (3,5 % du PIB en dépenses de R&D en Suède, 0,5 % en Grèce, aux deux extrêmes), une convergence de

---

<sup>1</sup> Pour une approche exhaustive de ces résultats, chacun pourra se reporter à l'**annexe** à ce rapport.

l'intensité de R&D dès 2010 ne serait pas réaliste. Néanmoins, la simulation retient l'hypothèse que, afin de parvenir à une intensité moyenne de la R&D dans l'Union de 3 % en 2010, l'augmentation de l'intensité de R&D est plus rapide dans les pays actuellement en retard que dans les pays plus en avance (Suède, Allemagne – 2,3 % du PIB en 2002 – et France – 2,2 % du PIB –, en particulier).

Cette hypothèse est importante puisqu'elle va se traduire mécaniquement dans la simulation par une performance économique à l'horizon 2010 relativement plus favorable pour les pays actuellement les moins bien placés et où l'augmentation de l'intensité de R&D sera, par hypothèse, la plus forte.

- **Une autre hypothèse** est que l'augmentation de l'effort de R&D est principalement le fait du **secteur privé**, de sorte que le 3 % de R&D en 2010 se répartit en 2 % pour le secteur privé et 1 % pour le secteur public.

Pour parvenir à ce partage, 2/3 privé – 1/3 public, et compte tenu de la part actuelle de la recherche publique dans les dépenses totales de l'Union (34 %), cela suppose que le supplément d'intensité de recherche à l'horizon 2010 (+ 1,14 point de PIB) soit principalement accompli par le secteur privé (+ 0,98 point de PIB contre + 0,16 point de PIB pour le public).

On observera que l'hypothèse ainsi fixée par les auteurs de l'étude diffère de l'objectif énoncé à Barcelone, où il est précisé que « *les deux tiers de ce **nouvel investissement** devraient provenir du secteur privé* ».

- Toutefois, l'étude balaie un ensemble d'hypothèses (dont les plus déterminantes sont présentées ci-après, B.), notamment en matière de partage du financement de la R&D entre public et privé. Les diverses simulations présentées dans l'étude permettent ainsi de parvenir à des fourchettes de résultats en fonction des hypothèses retenues. Ceci permet finalement de visualiser des « **ordres de grandeur** » **quant à l'impact éventuel d'une élévation de l'intensité de R&D**, ce qui relève d'une ambition plus modeste mais plus réaliste.

- Il convient enfin de préciser que les résultats présentés ci-dessous sont des **écarts par rapport à un scénario « au fil de l'eau »**, dans lequel les dépenses de recherche à l'horizon 2010 évolueraient selon leur tendance en cours.

## 1. L'impact macroéconomique : principaux résultats

- **La croissance :**

Le supplément de croissance potentielle à l'horizon 2030 généré par la réalisation de l'objectif de 3 % de R&D varie selon les hypothèses retenues (cf. ci-après 2.).

Il se situe :

- pour l'Europe, entre **0,43 % et 0,64 % par an** ;
- pour la France, entre **0,22 % et 0,32 % par an**.

En 2030, la richesse globale mesurée par la PIB serait supérieure :

- en Europe, de **11,1 % à 15,8 %** ;
- en France, de **6,5 % à 9,5 %**.

- **L'emploi total :**

Le nombre d'emplois, comparé à un scénario d'évolution tendancielle des dépenses de recherche, serait supérieur de :

- **8 à 14 millions dans l'ensemble de l'Europe** ;
- **0,8 à 1,3 million en France**.

Mesurée en pourcentage, l'augmentation de l'emploi, bien que sensible (+ 2,8 % à l'horizon 2030 pour la France, + 4,9 % pour l'Europe), est toutefois inférieure à celui du PIB.

Ceci s'explique par les gains de productivité du travail élevés permis par l'augmentation de l'effort de recherche et d'innovation.

- Le nombre d'emplois dans la recherche :

En 2030, le nombre total d'emplois dans la recherche (chercheurs, ingénieurs, administratifs) serait supérieur de :

- **3 à 3,3 millions dans l'ensemble de l'Europe** ;
- **343 000 à 400 000 en France**<sup>1</sup>.

---

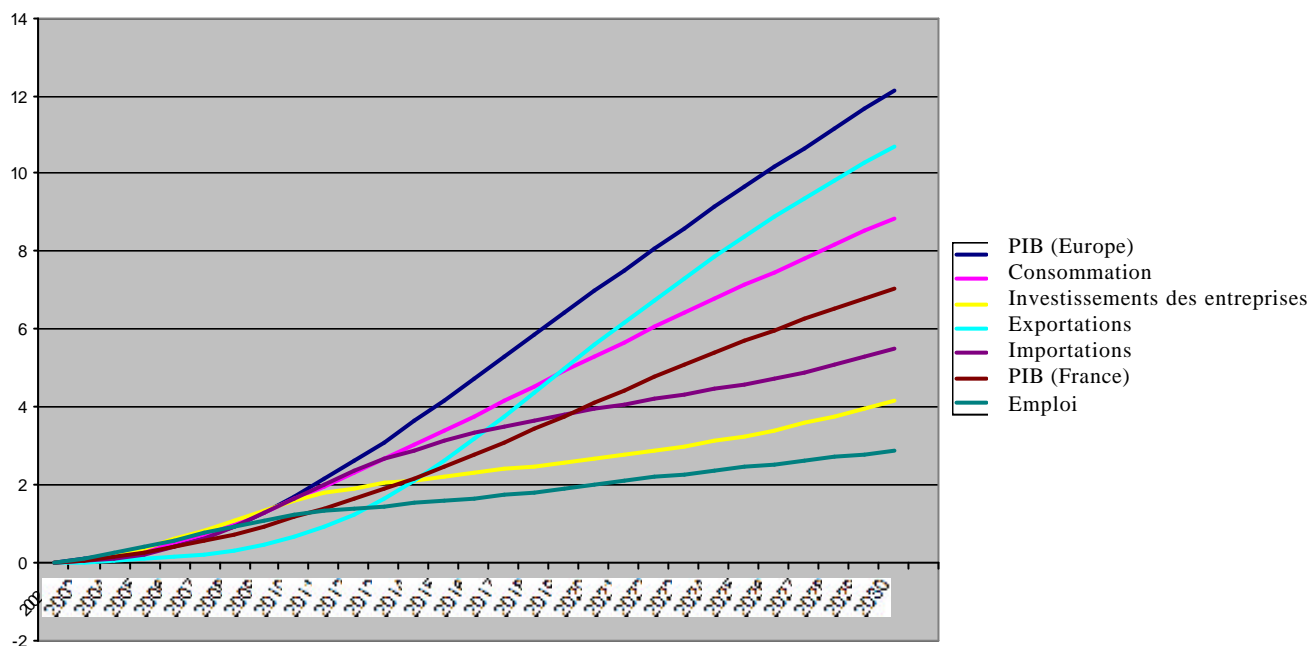
<sup>1</sup> Il faut rappeler qu'en 2001, le nombre total d'emplois dans la recherche (chercheurs, ingénieurs et administratifs) s'élevait à 333 500, dont 177 400 chercheurs.

- **Le profil et les déterminants de la croissance :**

Le graphique ci-dessous décrit l'évolution du PIB et de ses principales composantes à l'horizon 2030 dans le scénario central (scénario dans lequel l'augmentation des dépenses de recherche est principalement financée par le secteur privé).

**Evolution du PIB et de ses composantes en France**

*(Ecart en pourcentage par rapport à un scénario d'évolution tendancielle des dépenses de R&D)*



Ce graphique permet de distinguer deux périodes :

- **dans un premier temps (2003-2010)**, l'augmentation des dépenses de R&D correspond à un « choc de demande » classique de type keynésien qui entraîne un accroissement de l'investissement des entreprises, de l'emploi, des revenus et de la consommation.

Son impact expansionniste est toutefois freiné par la dégradation des comptes des entreprises, qui financent en grande partie le surcroît de R&D, ce qui se traduit par une hausse de leurs prix et une dégradation de la compétitivité ;

- **la croissance s'accélère sensiblement à partir de 2010**, ce qui correspond aux **délais de maturation** de la R&D, estimés à 3 ans pour la R&D privée et 5 ans pour la R&D publique. Lorsque l'augmentation des

dépenses de recherche permet d'améliorer la productivité, de baisser les prix de production et d'améliorer la qualité des produits, **la consommation des ménages et les exportations soutiennent la croissance.**

Ainsi se succèdent, ou plutôt s'imbriquent, un « choc de demande » dans un premier temps (relance des dépenses de R&D), puis un « choc d'offre » (accélération de la productivité, baisse des prix, amélioration de la qualité) relayé durablement par la consommation des ménages, illustrant ainsi qu'il est généralement peu opportun d'opposer sans nuances politiques d'offre et politiques de demande...

L'analyse du supplément de croissance ainsi induit par l'accroissement de l'effort de R&D suscite **deux observations** :

- **l'augmentation du potentiel de croissance permise par l'objectif de Barcelone est cohérente avec le vieillissement démographique de l'Europe** et le ralentissement de l'augmentation de la population active, qui pénalise à long terme la croissance potentielle. L'effort de recherche permet en effet d'augmenter la production par actif et **contribue ainsi à la progression du PIB par habitant** ;

- **l'enchaînement des mécanismes économiques décrit par la simulation présente de fortes similitudes avec le « cercle vertueux » de la croissance américaine qui s'est enclenché au début des années 90<sup>1</sup>** : la croissance des emplois à fort niveau de productivité s'est traduite par un accroissement du revenu distribué dans l'économie ; ceci a entraîné une forte augmentation de la demande pour les services et la construction, une forte croissance de l'emploi dans ces secteurs et une réduction du chômage des moins qualifiés et des inégalités salariales.

La simulation présentée permet ainsi de décrire le déploiement d'une « **stratégie à deux composantes** »<sup>2</sup> pour l'économie européenne : stimulation de l'activité et de l'emploi dans les secteurs de haute technologie, où les gains de productivité sont élevés, d'une part ; mais aussi création d'emplois dans des secteurs peu sophistiqués pour répondre à la structure spécifique du chômage en Europe qui concerne en priorité les moins qualifiés, d'autre part.

- **Un impact différencié selon les pays de l'Union.**

Il faut rappeler que l'hypothèse centrale de la projection est une augmentation de l'intensité en R&D jusqu'à 3 % en 2010, **pour la moyenne de l'Union.**

---

<sup>1</sup> Et dont les fondements remontent certainement aux années 80 avec l'augmentation des dépenses de recherche liée aux commandes militaires.

<sup>2</sup> Pour reprendre l'expression de Patrick ARTUS dans le Rapport du Conseil d'Analyse « Productivité et croissance », page 149.



## 2. Quelques hypothèses déterminantes

Parmi les simulations et les variantes « testées » par les modélisateurs et présentées dans l'**annexe** (pages 38 et 39), trois d'entre elles paraissent particulièrement intéressantes puisqu'elles donnent un éclairage sur les conséquences de choix ou d'arbitrages de politique économique :

### *a) Quelle affectation des progrès de productivité induits par l'effort de recherche ?*

Il apparaît dans les simulations présentées en annexe (page 39), que les meilleurs résultats en termes de PIB, et surtout d'emploi, sont obtenus avec la plus grande **modération salariale**.

Plus précisément, cela signifie que moins les progrès de productivité - générés par l'effort de recherche - sont répercutés sur les salaires, meilleurs sont les résultats macroéconomiques.

Dans ce scénario en effet, la compétitivité des entreprises s'en trouve améliorée, ce qui soutient les exportations, et un coût de travail plus faible se traduit par une moindre substitution du capital au travail, ce qui stimule l'emploi et la consommation des ménages.

Cela ne signifie pas pour autant que ce résultat plus favorable découle d'une modification du partage de la valeur ajoutée au détriment des salaires, ou en faveur des marges des entreprises.

En effet, lorsque l'emploi augmente et que le chômage baisse, les tensions sur le marché du travail entraînent une hausse des salaires (« effet PHILLIPS »), ce qui se traduit par une déformation « spontanée » du partage de la valeur ajoutée en faveur des salaires. Mais lorsqu'une grande partie des gains de productivité supplémentaires dus à l'effort de recherche sont conservés par les entreprises, cela permet de compenser cette évolution et de stabiliser le partage de la valeur ajoutée, ce qui, dans les simulations présentées, constitue le scénario le plus favorable pour la croissance et l'emploi.

### *b) Financement privé ou public de la recherche ?*

L'hypothèse centrale de la simulation est que l'augmentation de l'effort de recherche – pour parvenir à 3 % du PIB – est essentiellement assurée par le secteur privé.

Les modélisateurs ont toutefois testé une autre hypothèse dans laquelle **l'effort supplémentaire de R&D pour parvenir à 3 % en 2010 est financé par le secteur public**.

L'impact sur le PIB et l'emploi est plus favorable dans cette hypothèse que dans l'hypothèse centrale « financement privé ». Si on rapporte le surplus de croissance au déficit ex ante, c'est-à-dire le déficit dû au seul accroissement des dépenses liées au soutien de la R&D par l'Etat, **le multiplicateur est très élevé : 8,1 en Europe et 6,4 en France.**

Deux raisons expliquent ce résultat plus « favorable », dans l'hypothèse financement public :

- premièrement, lorsque l'effort de recherche supplémentaire est financé par les entreprises, cela pèse sur leurs comptes, les prix (les entreprises augmentent leurs prix pour « restaurer » leur situation financière) et la compétitivité ;

- deuxièmement, dans la variante « financement public », le supplément de dépenses a pour contrepartie une dégradation – transitoire<sup>1</sup> – du solde budgétaire. Mais, du fait de la nature du modèle, cette dégradation des comptes publics n'entraîne pas de hausse des taux d'intérêt ou de modification des comportements financiers des agents.

De même, cette hypothèse suppose l'acceptation d'une détérioration transitoire du solde public, ce qui, dans le contexte budgétaire actuel, peut être qualifié de peu réaliste. Une simulation dans laquelle l'augmentation des dépenses de recherche serait financée par une hausse des impôts aurait un impact évidemment moins favorable.

### *c) Les commandes publiques aux secteurs intensifs en R&D*

L'augmentation des commandes publiques aux secteurs en forte intensité en R&D (chimie, machines de bureau, biens électriques, matériels de transports) est une mesure de politique économique dont l'opportunité est soulignée avec une certaine récurrence dans le débat économique.

Ainsi, la contribution présentée conjointement par le MEDEF et la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris, ou encore un récent rapport du Conseil d'Analyse Economique<sup>2</sup>, insistent sur le retard de la France et de l'Europe par rapport aux Etats-Unis sur ce point, ainsi que sur l'impact positif que pourrait avoir une politique de cette nature.

Les auteurs de l'étude présentée dans ce rapport ont ainsi simulé l'impact d'une politique dans laquelle un tiers de l'effort de R&D à réaliser d'ici 2010 pour atteindre 3 % du PIB résultait de l'accroissement des commandes publiques adressées aux secteurs intensifs en technologie.

---

<sup>1</sup> A moyen terme, en effet, l'accélération de la croissance permet un retour à la situation budgétaire de départ.

<sup>2</sup> « Productivité et croissance » (Rapporteurs : Patrick ARTUS et Gilbert CETTE).

Les résultats de cette simulation viennent à l'appui de ceux qui soutiennent ce type de mesure. En effet, son impact sur le PIB est plus élevé que dans l'hypothèse d'un financement privé : + 15,8 % pour le PIB en Europe à l'horizon 2030 (contre +12,1 % dans l'hypothèse financement privé) et + 9,5 % pour la France (contre + 7,1 %).

Surtout, le résultat sur l'emploi de ce scénario « commandes publiques » est nettement plus favorable : + 17,1 millions d'emplois supplémentaires en Europe et + 1,9 en France à l'horizon 2030 (contre + 10 millions en Europe et 0,95 en France dans le scénario « financement privé »).

Cette simulation montre que **la concentration de l'effort de R&D grâce à des commandes publiques adressées à des secteurs technologiquement avancés procure trois types d'avantage :**

- les gains de productivité de la recherche dans ces secteurs sont élevés ;
- l'augmentation de la R&D dans ces secteurs se diffuse largement aux autres secteurs ;
- en concentrant l'effort sur ces secteurs technologiques, on limite les gains de productivité dans des secteurs plus traditionnels à haute intensité en main-d'œuvre et on permet ainsi de maintenir le contenu en emplois de la croissance de ces secteurs.

Cette politique suppose néanmoins d'accepter une dégradation du solde budgétaire en début de période, le supplément de croissance permettant par la suite à la mesure de s'autofinancer. Par ailleurs, comme dans la variante précédente, le modèle ne dit rien du retour sur les taux d'intérêt et les comportements des agents de la détérioration initiale des comptes publics.

### **3. Les impacts sectoriels**

Quatre groupes de secteur peuvent être distingués du point de vue des impacts de la politique des 3 % du PIB pour la recherche (cf. **graphique** ci-dessous) :

- **les secteurs intensifs en R&D** (chimie, bureautique, biens électriques, matériels de transport et services de sous-traitance de la recherche) connaissent une forte croissance de la production. L'emploi s'accroît moins que la production en raison des forts gains de productivité engendrés par la R&D.

Dans ces secteurs, les métiers de R&D se substituent progressivement aux métiers de production. La qualité des produits s'y améliore, ce qui permet des gains de parts de marché.

- **les secteurs de biens intermédiaires** (métaux ferreux et non ferreux, produits minéraux non métalliques et caoutchouc et matières plastiques) connaissent une baisse de l'emploi. En effet, les forts gains de productivité engendrés par la concentration de la recherche dans des secteurs à fort contenu technologique (cf. ci-dessus) entraîne une diminution relative des consommations intermédiaires et donc de la demande de ces produits.

Par ailleurs, dans la mesure où le contenu en R&D dans ces secteurs est faible, les améliorations de qualité ou de processus de production sont insuffisants pour relancer la demande de ce type de bien.

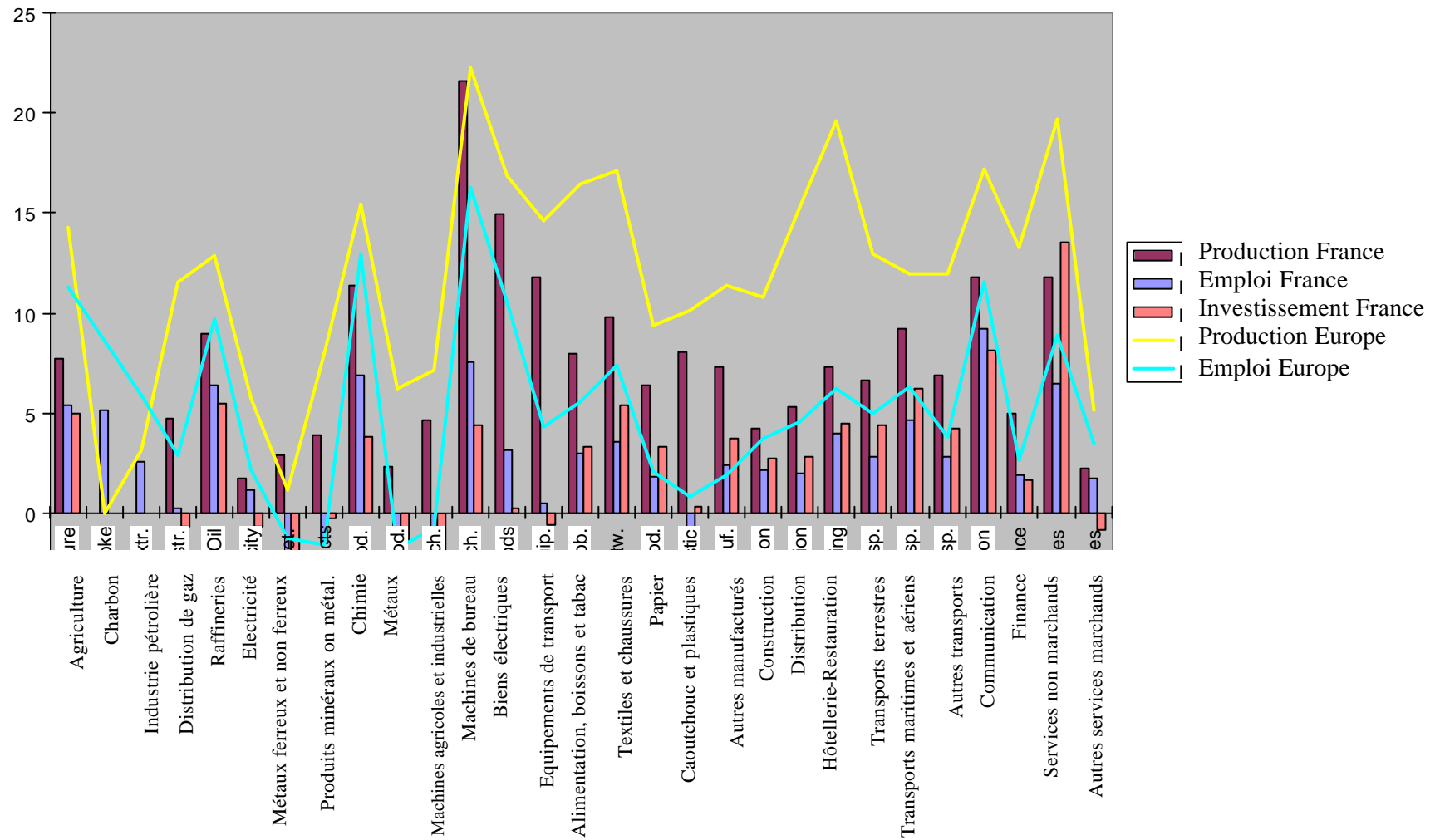
- **les secteurs des « autres biens d'investissements »** (machines agricoles et industrielles, construction...) pâtissent de l'amélioration de la productivité globale des facteurs dans l'économie qui entraîne une baisse relative des taux d'investissement. Par ailleurs, leur faible contenu en R&D ne leur permet pas d'améliorer significativement la qualité et d'augmenter la demande qui leur est adressée.

- enfin, **les secteurs des biens de consommation et de services** (alimentation, boissons et tabac, textiles et chaussures, produits de papier et d'imprimerie, hôtellerie et restauration et services de transport) sont fortement soutenus par la dynamique d'augmentation du pouvoir d'achat des ménages (hausse des salaires et d'emploi) qu'engendre l'augmentation de l'effort de R&D. **La consommation des ménages est ainsi un moteur puissant de la croissance qui se met en place en Europe et en France.** La forte croissance de l'emploi dans l'ensemble des secteurs de consommation et de services aux particuliers participe ainsi d'une dynamique vertueuse de la demande : la croissance de ces secteurs se nourrit d'elle-même et entraîne avec elle la croissance de l'ensemble de l'économie.

On assiste ainsi à une forte redistribution intersectorielle de la croissance des secteurs traditionnels vers les secteurs technologiques et les secteurs de biens de consommation et de services à la personne.

**Impact sectoriel de l'augmentation des dépenses de R&D à 3 % du PIB**  
*(Ecart en pourcentage en 2030 par rapport à un scénario d'évolution tendancielle des dépenses de R&D)*

**Résultats Sectoriels France et Europe en 2030 (en % d'écart à la base)**



#### **D. LES PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE CES SIMULATIONS**

Comme votre rapporteur l'a rappelé en introduction, une simulation à l'aide d'un modèle macroéconomique ne doit pas être considérée comme une prévision, mais comme un outil d'aide à la réflexion prospective. Un exercice de cette nature vaut au moins autant pour ses résultats que pour les problématiques qu'il fait émerger.

L'étude présentée dans le rapport n'échappe pas à cette caractéristique. A partir d'une question de politique publique très «ciblée» - l'augmentation de l'effort de recherche -, elle illustre en effet, de manière presque surprenante, les débats essentiels relatifs à l'économie française (et européenne) : système universitaire et formation supérieure, qualification et adaptabilité de la main-d'œuvre, financement et taxation des entreprises, politique industrielle...

##### **1. La formation des chercheurs**

En 2001, la France comptait 177 400 chercheurs et ingénieurs de recherche. Le nombre total d'emplois dans la recherche (en comptant les personnels techniques et administratifs) s'élevait à 335 000.

Par ailleurs, l'âge moyen de la « population » des chercheurs est plus élevé que pour la moyenne des autres catégories professionnelles. Un tiers des chercheurs devrait ainsi partir à la retraite d'ici 2012.

Enfin, les simulations présentées ci-dessous montrent qu'une conséquence de **la réalisation de l'objectif de 3 % de R&D est la création de 343 000 à 400 000 emplois dans la recherche** (chercheurs, ingénieurs, personnels techniques et administratifs). La moitié environ de ce nombre correspond à des emplois de chercheurs.

**Il résulte de ces données que le système éducatif et universitaire devra former chaque année un nombre extrêmement élevé de chercheurs (de l'ordre de 10 000 à 15 000),** soit certainement bien au-delà de ses « capacités » actuelles<sup>1</sup>.

L'objectif de 3 % de R&D pose ainsi un défi en termes d'accompagnement par la politique d'éducation et de formation.

---

<sup>1</sup> Pour donner quelques ordres de grandeur, puisqu'il est évidemment extrêmement difficile de connaître précisément le nombre de chercheurs qui sont recrutés chaque année dans le secteur privé, il faut avoir à l'esprit qu'entre 1992 et 2002, 13 000 enseignants chercheurs nouveaux ont été recrutés, ou encore qu'en 2000 le nombre total de doctorats délivrés s'élevait à 10 000.

Cette question est d'autant plus cruciale que la baisse du nombre d'étudiants dans les filières scientifiques et techniques, en particulier les formations à l'université, constitue une tendance préoccupante. Depuis 1995, le nombre d'étudiants en premier cycle de formations scientifiques baisse, tendance que l'on constate également au niveau européen.

Ces évolutions interviennent en outre dans un contexte général de concurrence pour attirer les meilleurs chercheurs, dans lequel les Etats-Unis semblent, pour l'heure, disposer d'un net avantage par rapport à l'Europe.

Cette simulation vient ainsi de l'appui de diverses propositions<sup>1</sup> en faveur d'une adaptation d'urgence de notre enseignement supérieur, du renforcement de son efficacité par une meilleure évaluation, du rapprochement entre universités et organismes de recherche, de la nécessité de doter les universités d'une taille critique pour leurs missions de recherche.

## 2. Formation, qualification et adaptabilité de la main-d'œuvre

Le deuxième enseignement de cette simulation est qu'une augmentation de l'effort de recherche est de nature à accélérer fortement la tendance déjà à l'œuvre d'une **déformation de la structure sectorielle de l'emploi et du processus de «destruction créatrice»<sup>2</sup>** : augmentation de l'emploi très qualifié dans les secteurs à fort contenu technologique, diminution de l'emploi dans les secteurs manufacturiers « traditionnels », augmentation de l'emploi dans les services et, en particulier, dans les services à la personne.

Ces transformations interviendront en outre dans un contexte de **vieillesse de la population au travail**, qu'il résulte des évolutions démographiques spontanées ou des politiques publiques visant à augmenter les taux d'activité des travailleurs âgés ou à allonger la durée d'activité.

Ce contexte pourrait rendre encore plus délicate l'adaptation de la main-d'œuvre à cette transformation de l'emploi, le principal risque en la matière étant la persistance ou l'élévation du chômage structurel, faute de travailleurs aptes ou disponibles pour occuper les emplois créés.

L'objectif de 3 % de R&D suppose donc la mise en œuvre de politiques d'accompagnement pour favoriser l'adaptation au changement : lutte contre l'échec scolaire, formation tout au long de la vie, valorisation de

---

<sup>1</sup> Voir notamment le rapport de M. Yves FREVILLE, sénateur (*Des universitaires mieux évalués, des universités plus responsables*, Sénat n° 54, 2001-2002) et le rapport du Conseil d'Analyse Economique de Philippe AGHION et Elie COHEN « *Education et croissance* ».

<sup>2</sup> Pour reprendre la formule célèbre de SCHUMPETER.

l'enseignement professionnel, mais aussi pilotage prospectif de l'effort de formation de la Nation. Certainement cette mission pourrait-elle être assignée au Commissariat général du Plan, ce qui serait peut-être de nature à lui donner un nouveau souffle.

### 3. Quel financement de la recherche ?

Les variantes alternatives financement public / financement privé de l'effort de R&D pour atteindre 3 % du PIB décrites ci-dessus (et présentées à partir de la page 38 de l'annexe), permettent de dégager les enseignements suivants :

- les délais de maturation de la R&D sont tels (de l'ordre de 3 ans pour la R&D privée) que dans la phase initiale, le financement de la recherche par les entreprises se traduit par une dégradation de leur situation financière, ce qui les conduit à augmenter leurs prix et pénalise la production. Cet effet s'estompe certes à moyen terme mais **pose le problème du coût de cette transition vers une économie intense en R&D privée ;**

- l'accroissement du PIB et de l'emploi est plus élevé lorsque le financement de la R&D est public. Ceci repose sur un effet multiplicateur de ce type de dépenses très élevé. La portée de ce résultat est toutefois limitée puisque le modèle ne tient pas compte des effets négatifs des déficits publics sur les taux d'intérêt et les comportements des agents économiques ;

- il ne serait ainsi pas opportun de tirer argument de ces simulations pour proposer que les dépenses de R&D ne soient pas prises en compte dans les dépenses publiques des pays de l'Union et s'affranchissent ainsi des contraintes du Pacte de stabilité.

Non seulement, cela ouvrirait la porte à des revendications concurrentes ou certainement aussi justifiées, concernant d'autres secteurs « producteurs d'externalités » positives – dépenses d'éducation, d'investissement dans les transports collectifs non polluants, etc.–, mais surtout le Pacte de stabilité, pour autant qu'il soit aménagé<sup>1</sup>, doit rester un **outil de coordination et de pilotage conjoncturels** au niveau de l'Union. En faire un instrument d'intervention sectorielle serait particulièrement hasardeux ;

- il serait également exagéré de s'appuyer sur ces simulations pour conclure, comme le fait l'exercice de prospective FutuRIS lancé par l'Association nationale de la recherche technique (ANRT), que le scénario « *le plus satisfaisant* » serait celui d'un quasi doublement des financements publics

---

<sup>1</sup> Cf. le rapport de votre Délégation sur ce point : Sénat n° 369, 2002-2003.

et que « *l'hypothèse actuelle de 1 % (du PIB consacré à la recherche) pour le public et 2 % pour le privé n'apparaît guère crédible* ».

Ceci supposerait en effet de s'appuyer sur une analyse rigoureuse de l'efficacité et de l'efficience de la recherche publique, **ou de l'effet éventuel d'éviction de la recherche privée par la recherche publique**. Il faudrait notamment chercher à vérifier si recherche publique et recherche privée sont suffisamment interdépendantes pour se compléter et ne pas se substituer l'une à l'autre.

Ces points ne sont pas traités dans l'étude présentée dans ce rapport : ce n'est pas son objet. Néanmoins, cette étude conduit à considérer que ces points sont essentiels dans la réflexion sur l'avenir de la recherche ;

- le coût élevé de la période transitoire au cours de laquelle les entreprises augmentent leur effort de R&D sans en recueillir tous les fruits explique certainement que l'objectif de 3 % de R&D est un objectif affirmé de très longue date, sans être jamais atteint.

Pourtant, ce coût pourrait être sensiblement allégé par un ensemble de mesures qui auraient peu d'impact sur les finances publiques mais auraient un effet sensible sur le comportement des entreprises en matière de R&D. Des aspects tels que la modification de la réglementation des brevets, afin d'augmenter la rente des innovateurs, la réglementation des marchés de titres, le rôle du capital risque et des banques dans le financement de nombreuses entreprises de haute technologie sont, selon certains auteurs<sup>1</sup>, déterminants dans l'explication de la domination apparente des Etats-Unis dans le domaine des technologies de l'information et de la communication et dans le renouveau de la croissance de la productivité américaine depuis 1995.

**Sur ces points, les contrastes entre les Etats-Unis et l'Europe, et au sein de l'Europe, sont marqués. Ce n'est donc pas l'objectif de 3 % majoritairement financé par le secteur privé qui n'est « guère crédible », mais plutôt de considérer que cet objectif pourrait être atteint sans que ces aspects ne soient pris en considération.**

#### **4. Pour des commandes publiques européennes ?**

Dans les simulations présentées dans ce rapport, c'est la variante dans laquelle l'augmentation de l'effort de recherche résulte pour une bonne partie de l'augmentation de commandes publiques qui a les effets les plus positifs sur la croissance et l'emploi.

---

<sup>1</sup> Voir notamment R.J. GORDON (2001) « *Technologie et performances économiques aux Etats-Unis* ».

Là encore, l'interprétation de ces résultats doit tenir compte de l'absence de rétroaction de l'accroissement du déficit public, lié à l'augmentation des commandes publiques, sur les taux d'intérêt, les comportements d'épargne ou d'investissement.

Néanmoins, les mécanismes mis en évidence par les simulations méritent d'être rappelés :

- l'économie bénéficie de la concentration de l'effort supplémentaire de R&D sur les secteurs à haute technologie, secteurs qui profitent d'une meilleure productivité de la recherche et qui sont « émetteurs » de savoir-faire en faveur des autres secteurs ;

- une moindre croissance de la productivité dans les secteurs à forte intensité en main-d'œuvre, contrepartie de la concentration de la recherche sur les secteurs à haute technologie, permet une forte croissance de l'emploi et de soutenir la demande des ménages à long terme.

**Ces travaux s'inscrivent ainsi utilement dans les débats actuels sur la nécessité d'une relance des commandes publiques européennes ciblées sur les grands programmes technologiques** et sur l'intérêt d'une politique industrielle en Europe.

Il semble bien en effet que *« les principales difficultés des entreprises technologiques européennes par rapport aux entreprises américaines tiennent (...) à la faiblesse des commandes publiques et des contrats de recherche, clairement illustrée par le niveau des dépenses militaires, spécialement à contenu important en nouvelles technologies »*<sup>1</sup>. Les dépenses publiques de R&D à des fins militaires s'élevaient ainsi en 2000 à 43,6 milliards de dollars aux Etats-Unis, contre 3,2 milliards de dollars en France, 3,8 au Royaume-Uni ou 1,4 en Allemagne (source : OCDE).

Concernant la France, les succès passés en énergie, télécommunications, aérospatial n'auraient pas été obtenus sans les commandes publiques qui ont permis la constitution de centres de recherche technologique de haut niveau.

Plus globalement, l'Europe a donné depuis une vingtaine d'années, la priorité à l'élargissement, la politique de la concurrence et l'approfondissement de l'intégration du marché. Dans cette approche, l'efficacité et la croissance devaient découler à la fois des règles de concurrence et de l'extension du marché.

A l'opposé, les Etats-Unis ont choisi de soutenir l'innovation, non seulement à travers la relance massive du budget militaire et le soutien en aval

---

<sup>1</sup> Voir notamment *« Productivité et croissance »*, p. 144, par Patrick ARTUS et Gilbert CETTE.

des industries aéronautiques, électroniques ou médicales, mais également par un fort accroissement du financement global de la R&D dans les nanotechnologies, les biotechnologies et les technologies de l'information et de la communication.

Faute d'une politique d'innovation ambitieuse, les pays européens, à la différence des Etats-Unis, n'ont pas pu profiter suffisamment du potentiel de croissance qui permettrait de développer des emplois dans des activités à forts gains de productivité.

Le rattrapage des Etats-Unis par l'Europe en termes de niveau de vie et de productivité globale s'est interrompu depuis le début des années 90 : peut-être faut-il y voir la conséquence des choix de politique industrielle rappelés ci-dessus.

A l'image de ses concurrents, plus particulièrement les Etats-Unis et le Japon, l'Europe a le plus grand intérêt à se fixer des objectifs de long terme en matière de recherche et d'innovation et à se donner les moyens de les réaliser : la nécessité d'atteindre la taille critique, tant au niveau des entreprises que des marchés, d'éviter l'absence de coordination entre Etats-membres et les pertes d'efficacité qui en découlent, et d'assurer la cohérence à long terme des options communautaires, plaide certainement pour un pilotage de la politique de recherche au niveau de l'Union.

La **troisième partie** (ci-après) de ce rapport propose ainsi une présentation et une analyse de la politique européenne de recherche.

### III. LA POLITIQUE EUROPÉENNE EN MATIÈRE DE RECHERCHE

#### A. LE DISPOSITIF COMMUNAUTAIRE

##### 1. Rappel du cadre institutionnel et politique

- L'objectif de l'Union européenne en matière de recherche, défini à l'article 163 du **Traité** sur l'Union européenne, consiste à renforcer les bases scientifiques et technologiques de l'industrie de la Communauté, et favoriser le développement de la compétitivité internationale. Cette disposition a été introduite en 1986 par l'Acte unique européen.

Cet objectif peut être considéré comme prioritaire tant les engagements politiques en faveur de la recherche européenne sont forts et fréquents. Au-delà des références rituelles au « nécessaire développement de la recherche » en Europe, que l'on retrouve dans la plupart des conclusions des Conseils européens, plusieurs initiatives récentes semblent fonder un véritable « appel à l'action ».

- **le Conseil européen de Lisbonne** des 23-24 mars 2000 se veut fondateur d'une nouvelle stratégie orientée vers la croissance et la compétitivité. L'ambition générale, bien connue, est de faire de l'Europe, à l'horizon 2010, « *l'économie la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable, accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale* ».

Cette orientation générale a été complétée par l'adoption d'un cadre de référence - **l'Espace européen de la recherche (EER)**- afin de parvenir à une véritable politique commune de recherche. Cet EER se fixe pour objectif de remédier à la dispersion des efforts des Etats membres, de dépasser la seule collaboration, afin de s'inscrire dans une démarche d'intégration européenne, à partir de laquelle peuvent se développer de véritables stratégies communes. « *Existe-t-il une politique de la recherche européenne ? Pas dans la pleine acception du terme. (...) Disposant de moyens souvent importants, les programmes nationaux de recherche sont menés de façon largement indépendante les uns des autres. Cette dispersion est certainement l'un des facteurs clés des moindres performances actuelles du potentiel scientifique et technologique européen par rapport aux autres pôles mondiaux de recherche, en empêchant de tirer tout le bénéfice des ressources humaines et matérielles dont dispose l'Union. A terme, l'objectif est donc d'arriver à une*

*concertation accrue entre les stratégies de recherche des Etats membres et à une ouverture mutuelle des programmes ».*<sup>1</sup>

- Le **Conseil européen de Barcelone**, en **mars 2002**, a fixé pour objectif de porter l'investissement dans la recherche et le développement technologique de 1,9 % à 3 % du PIB de l'Union d'ici 2010, les deux tiers de cet investissement supplémentaire provenant du privé. Cet objectif suppose une croissance annuelle de l'effort de recherche de 8 % réparti entre une augmentation moyenne annuelle de 6% pour le financement par le secteur public et 9 % pour le financement par le secteur des entreprises.

Cette orientation du Conseil européen a été complétée par un « **plan d'action pour l'Europe** » présenté par la commission en juin 2003 – soit trois ans après le Sommet de Lisbonne – visant à « *améliorer radicalement – sic – le système européen de recherche et d'innovation technologique* ».

## 2. Les programmes-cadres

Le programme-cadre est l'instrument et l'expression de la politique de recherche de l'Union européenne. C'est lui qui fixe les objectifs scientifiques et technologiques à atteindre, indique les actions à entreprendre et détermine les moyens financiers qui seront alloués au cours de la période entre les différentes actions.

### *a) Les modalités d'adoption*

Un programme-cadre (PC) – qui met en oeuvre des programmes de recherche et de développement technologique et de démonstration (PCRDT) – se présente formellement sous la forme d'une décision du Parlement européen et/ou du Conseil<sup>2</sup>. La décision fixe les orientations et le montant maximum global et les participations financières de budget communautaire. Une première annexe fixe les grands objectifs scientifiques, les priorités et actions qui s'y attachent. Une seconde annexe fixe la répartition des crédits entre les différents thèmes du programme.

---

<sup>1</sup> « *qu'est-ce que l'EER ?* ». site [Europa.eu.int/comm/research](http://Europa.eu.int/comm/research)

<sup>2</sup> Décision n° 1513/2002 du Parlement européen et du Conseil du 27 juin 2002 relative au 6<sup>e</sup> programme-cadre de la Commission européenne 2002-2006 et décision du Conseil de juin 2002 relative au 6<sup>e</sup> programme-cadre Euratom.

Le PC est défini à l'article 166 du traité instituant la communauté européenne, modifié par le traité d'Amsterdam du 2 octobre 1997.

« *Le programme cadre :*

- *fixe les objectifs scientifiques et technologiques à réaliser par les actions envisagées à l'article 164 et les priorités qui s'y attachent ;*

- *indique les grandes lignes de ces actions,*

- *fixe le montant global maximal et les modalités de la participation financière de la Communauté au programme-cadre, ainsi que les quotes-parts respectives de chacune des actions envisagées ».*

Ce programme cadre, même s'il est le plus connu, n'est pas le seul élément de l'implication européenne dans le domaine de la recherche. Il est également complété par un autre programme-cadre, spécifique à Euratom. Le PC de la Communauté est ensuite mis en œuvre par des programmes spécifiques qui fixent les objectifs précis et les modalités d'exécution. Ces trois programmes obéissent à des règles de procédure distinctes rappelées dans le tableau ci-après.

#### **Procédures d'adoption des programmes de recherche communautaire**

<b>Acte</b>	<b>Réf.</b>	<b>Nature de la décision</b>	<b>Majorité /unanimité du Conseil</b>	<b>Consultations</b>
PC Communauté européenne	Art. 166 §1 traité CE	Codécision Parlement européen/Conseil*	Majorité qualifiée	CES/ CdR
Programmes spécifiques du PC (CE)	Art 166 § 4 traité CE	Décision du Conseil	Majorité qualifiée	Parlement européen/CES
PC Euratom	Art 7 traité Euratom	Décision du Conseil	unanimité	Parlement européen/CES

\*la co-décision a été introduite par le traité de Maastricht de 1992

#### *b) Le fonctionnement du programme-cadre. La règle des « 4 c »*

1. **Compétition.** Les crédits du programme-cadre sont attribués sur la base d'« appels de propositions » publiés par la Commission (Journal Officiel des Communautés européennes). Il y a donc une sélection – une compétition –

interne entre projets et non des quotas de crédit par pays. Les projets sont évalués par des experts indépendants. La décision finale de sélection des propositions relève de la Commission.

2. **Consortium.** Les projets éligibles sont présentés par des consortiums de partenaires (laboratoires publics ou privés, universités centres de recherche, mais aussi - et c'est une grande originalité- entreprises ) impliquant plusieurs Etats. Le programme-cadre est un instrument de solidarité destiné à favoriser et même institutionnaliser, dans le cadre de « réseaux », les relations entre partenaires de différents Etats.

3. **Cofinancement.** Le programme-cadre intervient en cofinancement d'actions entreprises par des partenaires dans les Etats. Le taux de cofinancement est variable ; il est en général de 35 % à 50 %. Il existe une exception à cette règle : le Centre commun de recherche (CCR), structure totalement intégrée, financée pratiquement en totalité par le budget communautaire. Cette formule, en vogue au début des années 80, a été toutefois progressivement abandonnée.

4. **Contrat.** La relation financière est formalisée par un contrat conclu entre la Commission et l'entreprise/ou le laboratoire pilote ou coordinateur du projet. Il n'y a pas d'intermédiation des Etats. Entre 1999 et 2003, la Commission a signé des contrats avec plus de 77 000 contractants.

### *c) Les modalités financières d'intervention*

Le programme-cadre intervient sous quatre formes :

- les actions directes, qui concernent le Centre commun de recherche, financé pratiquement à 100 % par le budget communautaire. Les actions directes représentent 5 % de l'enveloppe du programme-cadre.

- les actions indirectes, qui représentent 95 % de l'enveloppe du programme-cadre – parmi lesquelles on distingue :

- . les actions à frais partagés, suite à un appel à propositions, sur la base d'un cofinancement classique de l'ordre de 35 ou 50 % de dépenses. L'intervention - la subvention- de la Commission se fait sur la base de remboursement de coûts. Les modalités pratiques restent d'application difficile car les taux de cofinancement (35 %, 50 %, 75 %, 100 %), et les modalités de remboursement sont variables selon la nature des actions.

- . les actions à montants fixes, qui prennent la forme de contributions forfaitaires.

- . les actions concertées, pour lesquelles la Commission se contente de financer la coordination des travaux des organismes de recherche.

Le taux de participation peut aller jusqu'à 100 %. La COST – coopération européenne dans le domaine scientifique et technique – est l'un des exemples d'actions concertées.

### 3. Les moyens budgétaires

La stratégie communautaire dans le domaine de la recherche est définie et mise en œuvre depuis le début des années 80 dans des programmes-cadres quinquennaux. Les budgets successifs qui ont été alloués en reflètent l'importance croissante.

En termes budgétaires, la politique de recherche européenne est la plus importante des « politiques internes » selon la classification actuelle des perspectives financières qui servent de cadre au budget communautaire. En 2004, les crédits de recherche et développement technologique représentent 4,8 milliards, soit la moitié des crédits de politique interne, et 5 % du budget total de l'Union européenne.

#### Dotation budgétaire des Programmes-cadres (*millions d'euros*)

	<b>4<sup>e</sup> PCRD 1996-1998</b>	<b>5<sup>e</sup> PCRD 1998-2002</b>	<b>6<sup>e</sup> PC 2002-2006</b>
Montant CE	11 879	13 700	16 270
Montant Euratom	1 336	1 260	1 230
<b>Total</b>	<b>13 215</b>	<b>14 960</b>	<b>17 500</b>

Le tableau suivant présente de façon synthétique la répartition thématique des trois derniers PC. (Jusqu'au IV<sup>o</sup> PC, le programme cadre était aussi fréquemment appelé par le sigle PCRD, programme cadre de recherche et de démonstration-)

On remarquera que l'articulation thématique diffère à chaque fois, ce qui rend les comparaisons difficiles :

- le 4<sup>e</sup> programme-cadre était articulé autour de quatre « **activités** ». L'activité « **recherche** » proprement dite était elle-même divisée en sept « **domaines** » ;

- le 5<sup>e</sup> programme-cadre était articulé autour de sept programmes ; le programme de recherche proprement dit étant lui-même divisé en quatre « **thèmes** », subdivisés en « **actions clés** » ;

- le 6<sup>e</sup> programme-cadre est subdivisé en trois « **volets** ». Le programme de recherche proprement dit était lui-même divisé en sept « **thèmes prioritaires** ».

### ARTICULATION DES PROGRAMMES-CADRES

4 <sup>e</sup> programme-cadre (4 activités)		5 <sup>e</sup> programme-cadre (7 programmes thématiques)		6 <sup>e</sup> programme-cadre (3 volets)	
	M€		M€		M€
• Programme de recherche, de développement technologique et de documentation	10 160	• Programmes thématiques	10 842	✓ Concentration et intégration de la recherche communautaire	13 345
A. Technologie de l'information et des communications	(3 668)	Qualité de la vie et gestion des ressources du vivant	(2 419)	• sciences du vivant, génomique et biotechnologie pour la santé	(2 255)
B. technologies industrielles	(2 140)	Société de l'information conviviale.	(3 600)	• technologies pour la société de l'information	(3 625)
C. environnement	(1 157)	Croissance compétitive et durable	(2 705)	• nanotechnologies, nanosciences, nouveaux matériaux et procédés de production	(1 300)
D. sciences et technologies du vivant	(1 079)	Energie, environnement et développement durable	(2 125)	• aéronautique et espace	(1 075)
E. énergie non nucléaire	(1 076)	<b>Programmes horizontaux</b>	(2 118)	• qualité et sûreté alimentaire	(635)

F. transport	(263)	Rôle international de la recherche communautaire	(475)	• développement durable, changement global et écosystèmes	(2 120)
G. recherche socioéconomique	(147)	Promouvoir l'innovation et encourager la participation des PME	(363)	• citoyens et gouvernance dans la société de la connaissance	(225)
Coopération vers les pays tiers et les organisations internationales	(575)	Potentiel humain de recherche et concurrence socioéconomique	(1 280)	✓ Structurer l'espace européen de la recherche	(2 605)
				• formation et mobilité des chercheurs • infrastructures de la recherche	
				✓ Renforcer les bases de l'espace européen de la recherche	(320)

## ***B. UN IMPACT IMPORTANT, MAIS PARFOIS NÉGLIGÉ***

Dans le domaine de la recherche, l'Union européenne est devenue un partenaire financier et un élément d'impulsion. Ces caractéristiques sont, en France, parfois sous-estimées.

### **1. L'Union européenne, partenaire majeur pour la communauté scientifique**

L'Union européenne occupe incontestablement une place importante dans la recherche en Europe. Quatre éléments participent à la force de ce partenariat : l'importance des crédits, la programmation financière, le nombre de projets soutenus, l'effet d'impulsion.

#### *a) Un budget d'importance comparable au budget national.*

Le 5<sup>e</sup> programme-cadre a représenté 6 % des dépenses publiques non militaires de recherche et développement en Europe. L'importance budgétaire relativement limitée du PC est souvent dénoncée. La critique mérite cependant d'être affinée. Cette comparaison, classique, est en effet faussée par la nature différente des deux budgets. Les budgets nationaux sont très largement affectés aux dépenses ordinaires de fonctionnement, alors que les crédits communautaires sont à plus de 90 % des crédits opérationnels d'aides aux programmes de recherche. **En harmonisant les bases, la Cour des Comptes européenne a estimé que les crédits communautaires représentent un quart du financement total des projets de recherche mis en œuvre sur fonds publics.**

Le budget global du 5<sup>e</sup> programme-cadre (1999-2002) est de 14 960 M€; celui du 6<sup>e</sup> programme-cadre (2002-2006) est de 16 270 M€, soit en moyenne 3,25 milliards d'euros par an, soit une somme comparable aux interventions (autorisations de programme ou crédits de paiement) du budget civil de la recherche en France, comme l'atteste le tableau ci-dessous.

**Comparaison de crédits de recherche  
France/Union européenne, 2004 (Millions d'euros)**

France		Union européenne	
AP budget recherche et technologie	2 329	CE recherche	3 215
AP BCRD	3 654	CE recherche (hors dépenses administratives)	2 984
CP recherche et technologie	<b>2 062</b>	CP recherche	2 398
CP BCRD	3 361	CP recherche hors dépenses administratives	<b>2 167</b>

AP : autorisations de programme ; CP : crédits de paiements, CE : crédits pour engagement.

*b) L'importance de la programmation*

L'importance de ce budget réside aussi dans la programmation. Comme la plupart des grandes politiques de l'Union, la politique de recherche est programmée dans un cadre pluriannuel. C'est même, historiquement, la première politique qui a bénéficié d'une telle programmation budgétaire (le 1<sup>er</sup> programme-cadre remonte à 1984, cinq ans avant la programmation des fonds structurels).

Certes, cette programmation n'est pas impérative puisque les dotations doivent être budgétées chaque année. Mais les dépenses de recherche sont des dépenses non obligatoires, relevant de la décision finale du Parlement européen et les crédits programmés sont, en règle générale effectivement budgétés dans le budget annuel.

Cette programmation est donc assez fidèlement respectée (même s'il peut y avoir des chevauchements entre programmes-cadres), et si le rythme des dépenses peut varier, l'enveloppe globale est acquise. **Cette programmation constitue une garantie de moyens**, par comparaison avec le risque – et la pratique – de gel et d'annulation de crédits en France<sup>1</sup>.

On peut estimer que 85 % de l'ensemble de l'enveloppe de programme-cadre est redistribuée aux entreprises et chercheurs des Etats-membres (le solde, 15 %, est réparti par moitié entre le centre commun de recherche et les frais de gestion).

---

<sup>1</sup> En 2003, 160 M€ ont été annulés, soit 2,6 % de la dotation initiale des crédits de recherche (6 130 millions d'euros)

Sur cette base, on estime que l'apport financier de l'Union européenne va représenter de l'ordre de 14 milliards d'euros en cinq ans, entre 2002 et 2006.

*c) Les résultats quantitatifs : l'importance des projets*

L'importance de ce partenariat se manifeste aussi et surtout par le nombre de projets soutenus. Entre 3000 et 4000 projets sont soutenus en moyenne chaque année. Au cours du 5<sup>e</sup> programme-cadre, 11 327 projets ont fait l'objet d'un contrat, dont 39,7 % - 4 495 – ont comporté au moins un participant français. Ces projets ont concerné plus de 70 000 participants (entreprises, laboratoires...).

**Chiffres clefs du 5<sup>e</sup> PCRD**

Crédits programmes (tous crédits)	14 960 M€
Crédits distribués dans les Etats membres*	12 700 M€
Nombre de projets	11 327
Nombre de participants	70 456

\* *estimation*

*d) L'effet d'impulsion*

Tous programmes confondus, plus de 10 000 actions de recherche et développement bénéficient d'un soutien communautaire, avec, pour chacune d'elles, en moyenne cinq partenaires.

Ces partenariats sont doubles. Il y a d'abord une collaboration entre partenaires de plusieurs Etats-membres, ce qui assure une mobilité des équipes, une connaissance mutuelle qui n'est plus limitée aux « professionnels des congrès », et ce qui contribue à l'émergence d'une identité européenne. Il y a ensuite un partenariat entre différentes entités juridiques et scientifiques, puisque les soutiens sont accordés aux universités, aux instituts de recherche, aux PME comme aux grandes sociétés et aux utilisateurs de technologies. Le programme-cadre opère ce décloisonnement et ce partenariat public/privé, si souvent revendiqué.

Sauf pour certains secteurs déjà parfaitement intégrés, ces partenariats, ces créations de réseaux et d'habitudes ne se seraient pas aussi bien réalisés sans politique communautaire. L'effet d'entraînement est incontestable.

## **2. Des possibilités pas toujours suffisamment exploitées, notamment en France.**

Le PC suscite rarement l'enthousiasme des chercheurs Français. Les résultats des tentatives de coopérations européennes et la place de la recherche française dans l'ensemble des partenariats s'avèrent souvent assez décevants.

### *a) Quelques résultats*

La recherche communautaire représente des ressources importantes pour les laboratoires français. Les résultats sont honorables, mais sans plus. Beaucoup considèrent que notre pays, nos organismes, pourraient être mieux positionnés. Cette situation moyenne se manifeste sur le plan financier et sur le plan quantitatif.

La France reçoit en moyenne 13,6 % des crédits de recherche, soit trois quarts de moins que la contribution moyenne française au budget communautaire. Surtout, la France occupe une position moyenne dans l'ensemble des partenariats en assurant en particulier assez peu de coordinations de projets, par rapport aux pays comparables.

### **Part de la France dans les crédits de recherche et de développement technologique**

	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>Moyenne</b>
Montant reçu par la France	338	440	384	-	-
Part de la France dans le total	13,8 %	14 %	13,1 %	-	-

La France – ou plutôt les entreprises et organismes de recherche français – est présente dans 46 % des projets, assez loin derrière l'Allemagne et le Royaume-Uni. Elle n'a connu que 12,4 % de coordinations (c'est-à-dire le rôle central dans la conduite de projets), là aussi assez loin derrière le Royaume-Uni et l'Allemagne. Cette part a baissé de 11 % dans le 5<sup>e</sup> PCRD par rapport au 4<sup>e</sup> PCRD. Les résultats provisoires du 6<sup>e</sup> PCRD indiqueraient toutefois un renversement de tendance.

### Part des principaux Etats dans le 5<sup>e</sup> PCRD

	Total PCRD	Allemagne	Royaume - Uni	France	Italie
Nombre de projets	<b>11 327</b>	5 503	5 213	4 495	4 000
% du nombre de projets	<b>100</b>	48,6 %	46 %	39,7 %	35,3 %
Nombre de participations	<b>70 456</b>	10 126	9 319	8 673	7 012
% du nombre de participants	<b>100 %</b>	14,4 %	13 %	12,3 %	10 %
Nombre de coordinations	<b>11 327</b>	1 828	1 841	1 407	1 161
% du nombre de coordinations	<b>100 %</b>	16,1 %	16,3 %	12,4 %	10,2 %

Source : Questionnaire budgétaire – PLF 2004

#### *b) Les raisons d'une relative marginalisation de la recherche française*

Ce positionnement, plutôt décevant, de la recherche française est dû à plusieurs facteurs, essentiellement d'ordre culturel.

La recherche européenne n'a pas trouvé sa place ni dans le cœur et l'esprit des chercheurs, ni dans les projets de démarches des organismes de recherche.

#### **. L'approche européenne et française de la recherche**

La recherche n'est pas perçue de la même façon en France et dans l'UE. Dans sa définition même, dans son objectif, dans cette articulation explicite entre recherche/industrie et compétitivité, la recherche européenne s'inscrit dans une logique économique, « productiviste » même, proche de ce qu'on appellerait ailleurs, la « *recherche précompétitive* ». Une conception assez éloignée de la conception française traditionnelle moins orientée sur le marché, la compétitivité et l'application de savoirs, que sur la compréhension des phénomènes. « *Produire des connaissances de la valeur, des valeurs, répondre aux attentes particulières et collectives des citoyens, c'est la mission de la recherche* »<sup>1</sup>.

Cette différence d'approche ne doit pas être sous-estimée et annonce des difficultés. La recherche européenne reste appréhendée avec une certaine suspicion par nombre de chercheurs français.

<sup>1</sup> *Etat de la recherche et des départements technologiques, document annexé - dit « jaune » – au PLF 2004.*

Cette divergence va se traduire à tous les stades.

- **La recherche européenne, grande absente des débats ?**

Les travaux parlementaires ont souvent souligné une relative indifférence des chercheurs et des personnalités à l'égard des initiatives européennes. *« Il est assez rare que l'on s'interroge en France sur l'évolution des financements européens dans le fonctionnement de la recherche française ».*

Ce volet est généralement évacué des rapports et des débats sur la recherche. *« Un transfert de compétence des Etats-membres vers l'Union européenne est toujours possible voire, dans certains cas, souhaitable. Mais ce basculement est politiquement très difficile à expliquer et à faire admettre. Dans la récente fronde des chercheurs, aucun n'a relevé que si le budget national n'avait progressé que de + 1,8 % dans le PLF 2004, le budget communautaire, lui, avait augmenté de 8 % »<sup>1</sup>.*

- **Les facteurs culturels peuvent expliquer que la recherche française est un peu à l'écart des procédures européennes.**

*« Si les acteurs publics ou privés de la R&D française ont une participation et un taux de retour très honorables, ils n'ont pas suffisamment la volonté d'inclure dans leur partenariat un ou plusieurs utilisateurs potentiels des résultats attendus. Le déficit traditionnel, propre à la France, de communication entre les universités, les organismes publics de recherche et les grandes entreprises d'une part et les PME-PMI d'autre part, montre ici tous ses inconvénients.*

*Cette relative marginalisation s'explique également par un autre facteur culturel : la culture française de la recherche et du développement ne favorise pas la recherche de financements fondée sur la présentation de projets avec une certaine prise de risques, alors que cette pratique est inhérente au fonctionnement des entreprises anglo-saxonnes »<sup>2</sup>.*

Dans le forum ouvert sur le site internet du Sénat par nos collègues sénateurs Pierre Laffitte, Henri Revol et René Trégouët, et consacré à la recherche, un internaute décrit lui aussi quelques freins de nature culturelle, à l'origine du faible engagement des chercheurs français vis-à-vis de l'Europe : *« un peu de conservatisme, un certain défaitisme par rapport au facteur de pression (considérant que « les jeux sont faits » et qu'il y a trop de « confusion d'intérêts » pour laisser une chance aux extérieurs) le travail*

---

<sup>1</sup> Marc Laffineur et Serge Vinçon, rapport au Premier ministre sur les perspectives financières européennes 2007-2013. Documentation française, bibliothèque de rapports officiels 2004.

<sup>2</sup> Michèle Rivasi, rapport d'information sur le 5<sup>e</sup> PCRD, 1998. Assemblée nationale 11<sup>e</sup> législature, n° 685.

*administratif qui freine le coeur du travail de recherche, la langue encore un peu, le manque d'informations synthétisées... »<sup>1</sup>.*

Ces facteurs culturels n'expliquent pas tout. Le dispositif mis en place souffre également de carences réelles et sérieuses.

### **C. APPRÉCIATION CRITIQUE DU DISPOSITIF COMMUNAUTAIRE**

#### **1. Les critiques sur l'organisation de l'appui communautaire à la recherche**

##### *a) La « structure organisationnelle »<sup>2</sup>*

La complexité des structures européennes est systématiquement évoquée à l'encontre des programmes communautaires. La critique, rituelle, est cependant assez générale et n'est pas propre au secteur de la recherche. Il y a, incontestablement, un manque de formation des personnels nationaux et un manque d'informations accessibles sur les programmes communautaires dans leur ensemble. L'abus de programmes désignés par des sigles inaccessibles est également un travers fréquent. La recherche n'échappe pas à ce phénomène<sup>3</sup>.

La critique appliquée à la recherche est aussi sans doute excessive car aucun observateur n'a l'impression que la situation en France constitue un modèle irréprochable d'organisation... Cette autocritique ne doit pas occulter les travers et handicaps réels de la recherche communautaire.

**- L'organisation interne** est une première difficulté. La gestion des programmes est assurée par différentes directions générales. Outre la direction

---

<sup>1</sup> « Forum de réflexion sur l'avenir de la recherche » ouvert par MM. René Trégouët, Pierre Laffitte, Henri Revol, site internet du Sénat.

<sup>2</sup> L'expression est de M. Pierre Laffitte, Sénateur.

<sup>3</sup> Dans le seul domaine agroalimentaire, on citera :

- le programme CAMAR - compétitivité de l'agriculture et de la gestion des ressources agricoles.
- le programme ECLAIR – programme de R&T dans le domaine agro-industriel basé sur les biotechnologies.
- le programme FLAIR – programme dans le domaine des sciences et de la technologie de l'alimentaire.
- le programme FAR – programme de coordination dans le domaine de la pêche.
- le programme FOREST – programme de R&D dans le domaine de la sylviculture.
- programme AIR. – programme dans le domaine de l'agriculture et de l'agro-industrie.

générale recherche, qui assure les deux tiers et les trois quarts des contrats, le reste fait intervenir la direction générale société de l'information, la direction générale énergie et transports, la direction générale entreprises et la direction générale pêche. Un même programme peut être mis en œuvre par plusieurs directions générales et services. Au cours du 5<sup>o</sup> PC, par exemple, la Commission avait mis au point des contrats types destinés à faciliter la signature des contrats. Hélas, au stade de l'application, 20 contrats types différents avaient été élaborés !.. Cette dérive a été corrigée par le 6<sup>o</sup> PC, puisqu'il n'existe plus qu'un seul contrat-type (à l'exception des contrats de bourses).

Dans le même ordre d'idées, la succession et surtout l'enchevêtrement de PC (une même année, la Commission est amenée à gérer trois PC différents) est une autre source de difficultés car les taux de cofinancements et les directions gestionnaires peuvent avoir changé entre les programmes.

- Les handicaps de cette organisation sont renforcés par une dérive constante de la Commission consistant en une sorte de « course à la nouveauté », déroutante. Les partenaires souffrent cruellement d'un **manque de repères**.

On retiendra, par exemple dans le 4<sup>e</sup> PCRD, les « mesures de stimulation technologique » pour les PME réparties entre « *primes exploratoires* » et « *recherche coopérative* », deux mécanismes qui ont disparu par la suite. Dans le 5<sup>e</sup> PCRD, l'innovation était le partage entre thématiques verticales et thématiques horizontales. Cette distinction a disparu avec le 6<sup>e</sup> programme-cadre. En revanche, celui-ci a innové en créant deux nouveaux instruments : les « *réseaux d'excellence* », qui visent à intégrer les activités des partenaires en réseaux qui subsistent après l'extinction du consortium, et les « *projets intégrés* », qui sont des projets, de taille importante, visant à la constitution de la « masse critique » dans les activités de recherche. Le 6<sup>e</sup> programme-cadre a également innové dans ses relations avec les partenaires. Les aides du PC, sont traditionnellement octroyées après « appel à propositions », publiées au JOCE. Cette démarche est aujourd'hui complétée par un « appel à manifestation d'intérêt » - AMI - afin que les équipes présentent de façon spontanée des esquisses de projets qu'elles envisageraient de remettre pour un financement, une fois les appels à propositions officiels publiés ultérieurement. Dans sa récente « initiative de croissance », la Commission propose également un nouveau programme « quick start » spécifique aux NTIC sans que l'articulation avec le 4<sup>e</sup> programme-cadre soit parfaitement claire...

### *b) Le formalisme : l'Union victime de ses peurs et de ses succès*

Cette fragmentation s'est accompagnée d'un très grand formalisme. En effet, atteinte par les rumeurs et suspectée d'avoir laissé se développer les fraudes au budget communautaire, la Commission s'est engagée très

fermement dans la protection des intérêts financiers de la Communauté. Cette protection passe par une très grande vigilance dans la sélection des projets.

Cette situation a été excellemment décrite et décriée par notre collègue Pierre Laffitte qui estime que « *les juristes ont pris le pouvoir au sein de la Commission* ». Notre collègue met en cause notamment « *le syndrome du décalogue* » et le « *réflexe du bunker* » de la Commission.

### **Quelques défauts de fonctionnement communautaire<sup>1</sup>**

➤ « *Le « syndrome du décalogue* consiste à appliquer à la lettre le *Traité : égalité d'accès, égalité de traitement (quoique sur ces points on peut concevoir des doutes légitimes sur le succès d'un dossier de recherche qui serait présenté dans une autre langue que l'anglais). Si l'on comprend les motifs juridiques qui commandent cette application étroite, on mesure immédiatement les conséquences d'un principe qui consiste à traiter suivant les mêmes procédures une demande portant sur une recherche académique en astronomie et un dossier portant sur un développement dans le domaine des nouvelles techniques de communication.*

*En préservant ce principe de traitement quasi uniforme des dossiers, les États membres et la Commission se privent des arbitrages programmatiques nécessaires*

➤ *Le « réflexe du bunker »* consiste, pour la Commission et pour les directions générales qui ont la très lourde tâche de mettre en application le programme-cadre, à garder la maîtrise la plus complète possible de cette application.

*De là, deux conséquences inévitables. Malgré les articles du Traité qui permettent de mettre en œuvre des politiques déconcentrées, les services de la Commission se privent systématiquement de tout facteur de souplesse dans la conception du programme, comme dans son exécution. Les évaluations et les contrôles à tous les niveaux sur le plan administratif alourdissent considérablement les procédures.*

*Ce constat est largement partagé. La critique de la gestion, répétons-le très difficile, à laquelle se livrent la Commission et ses services n'est pas notre propos. Il s'agit plutôt de s'interroger sur la pertinence de l'instrument programmatique, sur ses résultats et sur ses coûts. »*

---

<sup>1</sup> Pierre Laffitte, « *Vers un espace européen de recherche. Les programmes multilatéraux de soutien à la recherche et à l'innovation* ». Rapport de l'OPECST, avril 2000. Assemblée nationale n° 2330 (onzième législature), Sénat n° 311 (1999-2000).

Les procédures protègent mais ralentissent<sup>1</sup>. Il faut en moyenne un an entre l'appel à propositions et la signature du contrat.

Des délais certes longs mais qui ne seraient pas excessifs s'ils ne s'accompagnaient souvent de quelques rancoeurs. Car les programmes communautaires attirent de plus en plus de partenaires et, par conséquent, s'accompagnent de sélections rigoureuses qui laissent un sentiment d'amertume et de perte de temps aux exclus de la sélection. Les lauréats ne sont pas non plus au bout de leur peine car la plupart des consortiums impliquent une dizaine de partenaires de 7 ou 8 Etats différents, ce qui suppose des contraintes d'organisation auxquelles les laboratoires français sont peu préparés.

### *c) Les aspects financiers*

La complexité des procédures financières est souvent dénoncée. Deux points de vue doivent être distingués :

#### **• le coût d'accès au financement communautaire :**

Les subventions communautaires sont délivrées après une sélection rigoureuse. En moyenne, une demande sur cinq aboutit. Mais tous les porteurs de projets, y compris les projets refusés, ont dû préparer le consortium entre plusieurs partenaires de plusieurs Etats différents, ce qui représente des échanges, des voyages, des réunions qui peuvent compter jusqu'à 100 personnes pour un projet. Toute cette organisation a un coût.

Là encore, l'expertise de notre collègue Pierre Laffitte est riche d'enseignements : *« En cas de succès, l'intérêt financier est relatif : une étude des autorités allemandes a évalué le coût d'accès d'une demande acceptée à 40 % de la subvention versée. Un calcul de probabilité simple conduit à considérer que, pour mille entreprises effectuant une demande, la somme des coûts d'accès dépasse en moyenne de 100 % la somme des subventions versées. S'ajoutent à ces coûts externes, les coûts supportés par la Commission (salaires*

---

<sup>1</sup> L'organisation type est la suivante :

- . définition de programmes thématiques adoptés par le Conseil
- . appel à propositions par Commission
- . soumission par équipes
- . évaluation par expert
- . sélection par Commission
- . contrat entre Commission et partenaires.

des fonctionnaires, des experts, frais généraux, etc.). Globalement, pour l'économie européenne, cela se traduit par des surcoûts inadmissibles »<sup>1</sup>.

- **la gestion financière par la Commission :**

Les contractants ont le choix entre trois modes de prise en charge, trois modèles de déclaration des coûts,<sup>2</sup> les taux de cofinancement varient aussi selon les programmes (entre 35 % et 100 %). Pour la Cour des comptes européenne, « la complexité des règles en matière de participation financière de la Communauté se traduit, tant pour les contractants que pour la Commission, par une large administration excessive au niveau de la gestion des propositions, des contrats et des projets »<sup>3</sup>. Entre 1999 et 2003, la Commission a signé des contrats avec plus de 77 000 contractants. Au total, la Cour des comptes a évalué le coût de gestion des programmes-cadres de RDT entre 6,4 et près de 10 % des programmes.

*d) Une coordination tardive et difficile avec les autres acteurs de la recherche européenne*

Les équipes de laboratoires de recherche n'ont pas attendu le programme-cadre communautaire pour entreprendre et coopérer. Les principaux services de la recherche européenne se sont construits hors du cadre communautaire, sur la base de coopérations entre entreprises et entre Etats.

- Le CERN – Centre européen de recherche nucléaire – a été créé en 1954 et compte 20 Etats membres de l'Union européenne et hors de l'Union européenne (Norvège, Suisse...).

- l'Agence spatiale européenne a été créée en 1975 mais la coopération spatiale avait débuté au début des années 60 (EBRO – *European Space Research Organisation* -). L'ASE compte 15 membres, dont la Norvège et la Suisse.

- Airbus a été créé en 1970 par un consortium de constructeurs aéronautiques français et allemands, rejoints peu après par les Espagnols et les Anglais.

---

<sup>1</sup> Pierre Laffitte, rapport de l'OPECST, Ibid.

<sup>2</sup> Coûts indirects réels, coûts indirects forfaitaires, coûts additionnels... Voir détails et critiques du rapporteur de la Cour des Comptes, rapport spécial n° 1/2004 relatif à la gestion des actions indirectes de RDT relevant du 5<sup>e</sup> PC – JOCE C 99, 23 avril 2004

<sup>3</sup> Cour des Comptes, rapport spécial n° 1/2004 relatif à la gestion des actions indirectes de RDT du 5<sup>e</sup> programme-cadre, JOCE C99, 23 avril 2004.

La coopération européenne peut aussi suivre d'autres pistes non communautaires, telle que Eurêka, créé en 1985, qui fonctionne selon des modalités totalement différentes du programme-cadre. En particulier, le concept clé d'Eurêka est la démarche dite de « *bottom up* », qui laisse l'initiative au porteur du projet. Par ailleurs, contrairement au programme-cadre, Eurêka octroie peu de financement, mais donne une sorte de label d'innovation qui permet d'avoir accès aux financements nationaux.

Les liens avec l'Union européenne se sont progressivement organisés.

D'une part, on observera que, mis à part la Norvège et la Suisse, les périmètres du programme-cadre et des autres espaces de recherche tendent à se confondre, avec les élargissements successifs de l'Union. D'autre part, l'Union européenne est incontestablement devenue un partenaire financier de premier plan qui ne pouvait pas rester à l'écart des efforts déployés à ses côtés. La Commission participe au financement des projets menés par les autres. Ainsi, la Commission participe aux projets Eurêka MEDEA, ou le développement de la microélectronique. En novembre 2003, la Commission et l'Agence Spatiale Européenne (ASE) ont également adopté en commun une stratégie commune pour l'espace, qui fixe les coopérations.

Enfin, la Commission et l'ASE ont créé une structure commune, une « entreprise commune » destinée à organiser le développement de Galileo, le système européen de positionnement par satellite. Bien qu'une telle structure ait été prévue par le Traité de Maastricht, c'est la première fois que l'Union européenne et un grand partenaire créent une entreprise commune.

## 2. Les critiques de fond

Ces critiques, même fondées, ne sont cependant pas propres à la recherche communautaire, qui souffre en revanche de handicaps plus sérieux.

**L'Europe a pris du retard dans plusieurs domaines.** Les aspects juridiques de la propriété intellectuelle, les retards pris dans la mise au point d'un brevet européen, le décalage entre les niveaux des salaires dans la plupart des pays d'Europe et les Etats-Unis, l'abandon progressif de la culture scientifique au sein de la population sont des handicaps majeurs. La construction européenne et le fonctionnement des institutions ne sont pas directement fautifs, et les lacunes reposent plus sur les Etats-membres. Néanmoins, deux problèmes majeurs spécifiques à l'Union européenne doivent être évoqués.

*a) Une stratégie européenne toujours hésitante*

La recherche européenne hésite entre **deux types d'action** :

- **la recherche de la «masse critique** » qui conduit à diriger les crédits communautaires vers des secteurs et des installations lourdes qui ne peuvent plus être financés par les seuls Etats-membres, *a fortiori* par le seul secteur privé. Le soutien à l'aéronautique et l'espace (doté de 1075 M€ dans le 6<sup>e</sup> programme-cadre), le financement du système Galileo de positionnement par satellite, ou le futur « laser » de nouvelle génération à Hambourg figurent parmi les soutiens de ce premier type;

- **la recherche de la productivité et de la compétitivité**, par le soutien à des secteurs moins capitalistiques ou à des « niches » de performance (nanotechnologies, génomique...). Cette stratégie se heurte cependant aux réticences des entreprises elles mêmes, peu disposées à partager leurs « secrets », avec d'autres entreprises et organismes de recherche, fussent-ils d'autres Etats.

La recherche européenne est aussi handicapée par la **poursuite d'objectifs parallèles, voire contradictoires**.

**La politique de recherche ne s'est pas affranchie d'une volonté redistributrice**, d'un souci d'équilibre entre les Etats-membres.

L'exemple du centre commun de recherche (CCR) est, à cet égard, révélateur. Le CCR est le seul organe de recherche européen totalement intégré, le seul espace de recherche totalement européen. Certes, cette formule ne bénéficie plus, aujourd'hui, des mêmes soutiens, et les aides européennes sont plus orientées vers les soutiens aux coopérations d'équipes nationales, aux « réseaux », qu'au financement d'organes européens. Ce CCR aurait peut-être été plus justifié, s'il avait été un vrai « centre ». Il n'en est rien. Le « centre » comporte en fait cinq unités réparties en Italie, Belgique, Allemagne, Pays-Bas et Espagne. L'idée de « centre » s'est vite confrontée à l'idée d'équilibre entre territoires et entre Etats-membres.

La politique de recherche dans son ensemble reste indissociable d'une politique d'équilibre et de redistribution entre Etats-membres. De fait, les consortiums entre centres de recherches ont beaucoup plus de chances d'être financés par les fonds communautaires s'ils intègrent des instituts de pays considérés - à tort ou à raison - comme secondaires sur le plan scientifique : instituts grecs ou portugais jusque dans les années 2000, lituaniens ou bulgares depuis la préparation de l'élargissement par exemple. Il n'est pas question de porter un jugement sur la capacité desdits centres grecs, lituaniens ou bulgares de répondre à cette coopération européenne, mais seulement de souligner que les consortiums de recherche sont aussi considérés comme des appuis à une politique, prioritaire, de solidarité et d'intégration.

**Cette volonté est d'autant plus nette que la politique de recherche est l'une des seules à pouvoir bénéficier de cette marge de manœuvre.** Les principales autres politiques communautaires sont en quelque sorte naturellement pré-affectées (la PAC va, logiquement, aux pays agricoles – la France, l'Allemagne et l'Espagne–, et la politique de cohésion va tout aussi logiquement aux régions en retard de développement ou en difficultés structurelles – régions d'Espagne, d'Allemagne et des pays du Sud –).

Il en va différemment des dépenses de recherche, qui se prêtent plus à une répartition délibérée, sur des critères qui ne sont pas seulement techniques mais qui sont aussi des critères politiques. Jusqu'à présent, le choix communautaire a toujours été le choix d'un relatif équilibre entre les Etats membres (ou du déséquilibre compensateur pour compenser les déséquilibres des autres politiques). En règle générale, la répartition des dépenses entre Etats membres est assez proche de la part de chaque Etat dans le financement du budget communautaire. Les dépenses de recherche, comme l'ensemble des dépenses qui correspondent aux politiques internes, sont les mieux réparties de toutes les politiques communautaires.

#### *b) Les moyens budgétaires encadrés*

La priorité accordée à la recherche se traduit aussi en termes budgétaires.

L'importance du programme-cadre (15-16 milliards d'euros par programme) n'est apparemment pas négligeable. Mais, comme l'a chiffré la Cour des comptes, force est de constater que *« les dépenses annuelles représentent globalement moins de 10 euros par an et par citoyen de l'Union européenne »*.

Une vraie priorité à la recherche imposerait sans doute d'autres moyens budgétaires, qui paraissent encore hors de portée.

Quels sont les obstacles ?

➤ L'encadrement général des politiques et des moyens budgétaires reste une première contrainte. Dans son initiative de croissance, la Commission européenne rappelle que *« le maintien de la stabilité macroéconomique et le respect du pacte de stabilité et de croissance sont essentiels pour ramener l'Union sur le chemin de la croissance »*. En d'autres termes, les efforts pour stimuler la croissance sont possibles et même souhaitables mais dans les limites fixées par le pacte de stabilité.

La structure du budget communautaire est le résultat de l'histoire et de choix politiques majeurs. Jusqu'à présent, l'Europe a fait le choix de la solidarité. Solidarité professionnelle (avec la PAC) et solidarité régionale (avec les fonds structurels et la politique de cohésion). Quel que soit l'effort

en direction des nouvelles politiques, plus orientées vers la croissance et la compétitivité, le socle du budget communautaire restera fondé sur la solidarité.

➤ Les perspectives budgétaires, notamment la préparation du futur cadre financier, qui doit couvrir la période 2007-2013, confirment cette impression.

L'adhésion de pays dont le niveau de vie est inférieur à la moitié du niveau de vie communautaire actuel impose un effort massif de solidarité. Cet effort sera concentré sur la politique de cohésion.

Le débat sur les prochaines perspectives financières 2007-2013 est à peine engagé. Deux propositions sont connues : celle de la Commission, qui propose une augmentation du budget communautaire jusqu'à 1,24 % du RNB en 2013 (hors FED), et celle de six Etats contributeurs nets au budget, qui souhaitent une stabilisation des dépenses à 1 % du RNB sur la durée de la programmation. Le cadre final doit être adopté à l'unanimité des 25 Etats membres. Les négociations ne sont pas encore vraiment engagées. La conciliation pourrait se faire au milieu de la fourchette, entre 1,10 % et 1,15 % du RNB.

A un tel niveau de dépenses, toute « envolée » des crédits européens de recherche semble exclue. Dans cette négociation, tous les Etats vont chercher à protéger leur position budgétaire, les fonds structurels pour les uns, les dépenses agricoles pour les autres. D'ores et déjà, les collectivités locales françaises se positionnent afin de conserver le bénéfice des fonds structurels de l'objectif 2<sup>1</sup>. Dans ce contexte, les crédits de recherche sont bien évidemment très importants... mais pas autant que les crédits des fonds structurels.

➤ Une vraie priorité à la recherche suppose de dépasser cette logique de retours, qui est pourtant – c'est un fait – à la base des discussions budgétaires.

Les dépenses en direction des nouveaux Etats-membres sont, pour une large part, « intouchables ». De leur côté, les anciens Etats-membres défendront en priorité leurs intérêts immédiats, c'est-à-dire les dépenses de politiques actuelles. La politique de recherche se trouve, de fait, en concurrence avec les autres politiques – politique agricole, politique de cohésion. L'issue de l'arbitrage final n'est nullement acquise.

Pressentant un arbitrage particulièrement difficile, certains parlementaires ont proposé de mêler davantage les différentes politiques - politique de cohésion / politique de recherche -. Un tel « policy mix » n'est

---

<sup>1</sup> Yann Gaillard et Yvon Sutour : « L'avenir de la politique de cohésion », rapport au nom de la délégation du Sénat pour l'Union européenne n° 204 (2003-2004).

pas nouveau et a même été envisagé par la Commission dans son initiative pour la croissance. L'idée serait de réserver une part des crédits de recherche à des projets dans les zones éligibles aux fonds structurels, notamment aux zones dotées de l'objectif 2, qui concernent les régions en difficultés structurelles situées dans les Etats riches de l'UE.

Cette orientation - ce « mixage »-, n'a pas encore été débattue à 25. Elle permettrait, peut-être, de masquer le déclin possible des crédits destinés aux régions en difficultés structurelles des Etats riches, mais ne peut pas être une solution suffisante pour donner à la recherche les moyens qui correspondent à la priorité annoncée.

**ANNEXE**

**ÉVALUATION POUR LA FRANCE DES CONSÉQUENCES DE  
L'AUGMENTATION DE L'EFFORT DE R&D**

*(simulation réalisée à l'aide du modèle macroéconomique NEMESIS  
par l'Equipe ERASME de l'Ecole Centrale de Paris)*

Évaluation pour la France des conséquences  
de l'augmentation de l'effort de R&D

Dorothee Brécard<sup>1</sup>  
Arnaud Fougeyrollas<sup>2</sup>  
Lionel Lemiale<sup>3</sup>  
Pierre Le Mouël<sup>4</sup>  
Paul Zagamé<sup>5</sup>

Décembre 2003

Ce rapport est issu d'une convention d'études entre le Sénat et le Centre d'observation économique de la Chambre de commerce et d'industrie de Paris. L'objet de cette convention est d'adapter à la France une partie des travaux réalisés pour la Commission Européenne sur l'évaluation pour l'Europe des conséquences de l'augmentation de l'effort de R&D des pays européens, dans les conditions définies lors du Conseil européen de Barcelone.

L'équipe Erasme est, à divers titres, endettée envers de nombreuses personnes : P. Valette et D. Rosetti tout d'abord, qui ont permis l'élaboration du modèle Némésis et qui ont pris une part active au suivi de ces travaux ; J. Bourlès qui a aidé à la définition des scénarios ; C. Chevallier qui a préparé directement le modèle aux exercices ; B. Bachelier, D. Besnainou, D. Duclos, G. Naja-Corbin et J.-F. Marchipont pour leurs commentaires sur les travaux européens ; P. Waguët, D. Paoli et J. L. Biacabe pour leurs commentaires sur une présentation antérieure de ces travaux, qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude.

---

<sup>1</sup> Université de Nantes, laboratoire LEN-C3E et laboratoire Erasme.

<sup>2</sup> Ecole Centrale Paris, laboratoire Erasme

<sup>3</sup> Université de Nantes, laboratoire LEN-C3E et laboratoire Erasme.

<sup>4</sup> Laboratoire Erasme

<sup>5</sup> Université de Paris I, laboratoire Erasme, Commissariat Général au plan

## Table des matières

<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>66</b>
<b>I. POURQUOI ACCROÎTRE L'EFFORT DE R&amp;D? DE LA R&amp;D AUX PERFORMANCES ÉCONOMIQUES .....</b>	<b>66</b>
<b>1. LES ENJEUX DE L'OBJECTIF DE BARCELONE.....</b>	<b>68</b>
<b>2. L'INNOVATION EST AU CŒUR DE LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE.....</b>	<b>74</b>
2.1. ....L'APPORT DES NOUVELLES THÉORIES DE LA CROISSANCE	74
2.2. LES INNOVATIONS AMÉLIORENT LA PRODUCTIVITÉ GLOBALE DES FACTEURS...	77
2.3. .... ET FONT PROGRESSER LA COMPÉTITIVITÉ	80
2.4. .... MAIS LEURS EFFETS SUR L'EMPLOI NE SONT PAS DÉTERMINÉS A PRIORI.	81
2.5. LES INNOVATIONS DANS LE DOMAINE DE TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION .....	81
<b>3. L'ENDOGENÉISATION DU PROGRÈS TECHNIQUE DANS NÉMÉSIS .....</b>	<b>84</b>
3.1. .... LE STOCK DE SAVOIR	86
3.2. .... DU STOCK DE SAVOIR À L'INNOVATION	87
3.3. .... DE L'INNOVATION À LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE	87
<b>II. .... LES ÉVALUATIONS DES POLITIQUES D'EFFORT DE R&amp;D</b>	<b>91</b>
<b>1. DES SCÉNARIOS DE MÉCANISMES ET DE MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE R&amp;D .....</b>	<b>92</b>
1.1. .... UN JEU D'HYPOTHÈSES SUR LES MÉCANISMES DE NÉMÉSIS	92
1.2. .... VARIANTES DE MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE R&D	93
<b>2. UN SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR L'EFFORT DE RECHERCHE EN EUROPE .....</b>	<b>94</b>
2.1. LES RÉSULTATS MACRO-ÉCONOMIQUES : UNE AUGMENTATION DU PIB ET DE L'EMPLOI EN DÉVELOPPEMENT .....	94
2.2. .... LES RÉSULTATS SECTORIELS	99
<b>3. QUE POUVONS-NOUS APPRENDRE DES AUTRES EXERCICES VARIANTIELS ? .....</b>	<b>107</b>
3.1. .... LES VARIANTES DE SENSIBILITÉ	107
3.2. .... VARIATIONS SUR LA POLITIQUE DE R&D	109
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>112</b>

<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>113</b>
<b>ANNEXE A :LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS I</b>	
<b>ANNEXE B :LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS I</b>	
<b>ANNEXE C : LES RÉSULTATS PAR PAYS DE L'UE-15+ .....</b>	<b>122</b>

## INTRODUCTION

Lors du Conseil européen de Lisbonne, en mars 2000, les chefs d'Etat et de gouvernement ont fixé comme objectif à l'Union européenne de devenir, d'ici 2010, « l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale. » Pour parvenir à cet objectif, ils ont décidé, lors du Conseil européen de Barcelone, en mars 2002, d'accroître les investissements dans la recherche et le développement (R&D)<sup>1</sup> dans l'Union Européenne de 1,9 % du PIB actuellement à 3 % du PIB en 2010. Pour ce faire, l'effort financier des entreprises doit être à la hauteur de celui observé aux États-Unis et au Japon. La part de la R&D financée par les entreprises doit ainsi progresser de 56 % actuellement à deux tiers du total des investissements en R&D en 2010 (soit 2 % du PIB).

Les conséquences macroéconomiques d'un surcroît de recherche dans les années à venir résultent de phénomènes complexes mis en évidence par les théories de la croissance et les travaux empiriques sur les incidences des innovations sur la productivité des facteurs, la compétitivité, l'emploi, ... Le modèle macro-économétrique européen Némésis permet de cerner ces différents mécanismes économiques et leurs interactions et d'en évaluer les conséquences en termes de croissance, d'emploi, de besoins de chercheurs et de déficit des administrations publiques. Le modèle Némésis est d'autant plus adapté à une telle étude que, contrairement à la plupart des autres modèles appliqués, le progrès technique y fait l'objet d'un traitement particulier : le stock de connaissance de l'économie est nourri des dépenses de R&D de chaque secteur, elles-mêmes interdépendantes, et donne lieu à des innovations qui améliorent les performances économiques des pays de l'Union. De plus, l'analyse est conduite à un niveau sectoriel détaillé (trente secteurs d'activités) pour les quinze pays européens, niveau de détail indispensable pour juger des effets de la R&D. Nous nous concentrerons dans ce rapport sur les conséquences de la politique de R&D pour la France, en la situant systématiquement par rapport aux résultats obtenus en moyenne dans l'Union Européenne.

Les résultats des simulations présentées ne sauraient cependant être envisagés comme définitifs et indiscutables ; d'abord parce que nous ne disposons pas encore d'éléments fiables sur les mesures et la chronologie de la mise en œuvre des politiques, même si les objectifs peuvent paraître clairs ; ensuite, parce que les mécanismes qui touchent la recherche et développement, et, plus particulièrement, la chaîne qui conduit de la décision d'augmenter la R&D jusqu'à l'accroissement de la performance économique, restent en partie obscurs malgré les nombreux travaux, à la fois théoriques et appliqués, qui y ont été consacrés au cours des dernières années. Cette double ligne d'incertitude oblige à beaucoup de prudence dans l'appréhension des résultats. Une façon d'encadrer la réalité, ou de mieux mesurer l'incidence des politiques mises en œuvre, est de multiplier les exercices variantiels (tests de sensibilité sur les mécanismes essentiels du modèle, simulations réalisées dans différentes conditions de mise en œuvre des politiques économiques).

---

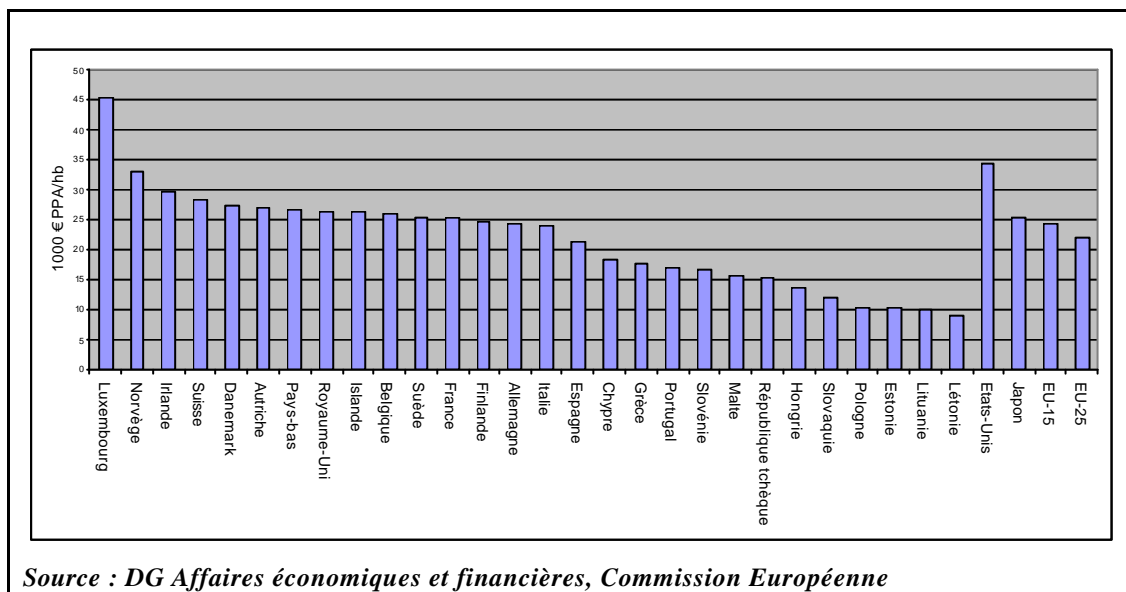
<sup>1</sup> *La R&D est définie par l'OCDE, dans le manuel de Frascati, dont la dernière version date de 1993 : « la recherche et le développement expérimental englobent les travaux de création entrepris de façon systématique en vue d'accroître la somme des connaissances, y compris la connaissance de l'homme, de la culture et de la société, ainsi que l'utilisation de cette somme de connaissances pour concevoir de nouvelles applications. »*

La première partie de ce rapport éclaire les mécanismes économiques qui font de l'innovation un moteur de l'activité économique, avant d'expliquer l'incorporation du progrès technique endogène dans Némésis. La seconde partie est consacrée aux résultats des simulations de la politique de 3 % d'intensité de R&D. Nous y analysons de façon détaillée les résultats d'un scénario de référence, dont les caractéristiques de fonctionnement et de mise en œuvre sont « médianes ». Ce scénario central est ensuite décliné en divers scénarios alternatifs qui permettent une meilleure appréhension des conséquences envisageables pour la France de l'intensification de l'effort de recherche en Europe.

## I. POURQUOI ACCROÎTRE L'EFFORT DE R&D ? DE LA R&D AUX PERFORMANCES ÉCONOMIQUES

Avec une croissance annuelle de leur PIB de 3,6 % au troisième trimestre 2003, les États-Unis connaissent une reprise économique qui creuse encore un peu plus l'écart avec les pays de l'Union Européenne, dont la croissance est évaluée à seulement 0,6 %<sup>1</sup>. Ce phénomène confirme la tendance enregistrée dans les années 1990, au cours desquelles seuls quelques pays de l'OCDE, notamment les États-Unis, ont vu la croissance de leur PIB par habitant accélérer<sup>2</sup>, alors que d'autres, comme la France, l'Allemagne et le Royaume-Uni ont subi une décélération de la croissance de leur PIB (OCDE, 2003). En 2000, les États-Unis bénéficiaient du PIB par habitant le plus élevé des pays de l'OCDE alors que celui de l'Union Européenne se situait 30 % en dessous, et celui de la France à peine au-dessus de la moyenne européenne (Graphique 1).

**Graphique 1. PIB par habitant en Europe, aux États-Unis et au Japon**  
dans l'optique des SPA, année 2003



Source : DG Affaires économiques et financières, Commission Européenne

Comment expliquer de tels écarts de croissance entre les pays et, plus particulièrement, l'avance des États-Unis sur l'Europe ? La dynamique des innovations en est sans doute en grande partie responsable. Nous verrons dans cette partie que l'Europe accuse un grand retard de R&D par rapport aux États-Unis, alors même que l'effort de R&D conditionne les performances économiques d'un pays. Nous montrerons ensuite comment les mécanismes économiques induits par la R&D sont intégrés au modèle Némésis.

### LES ENJEUX DE L'OBJECTIF DE BARCELONE

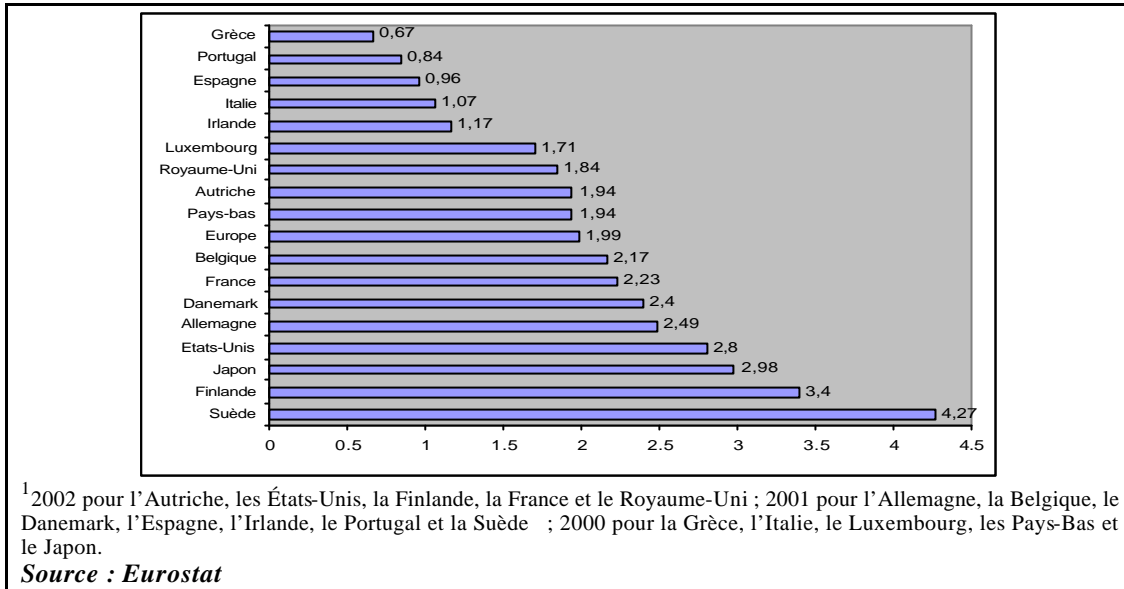
Le troisième rapport européen sur les indicateurs de la science et de la technologie montre l'ambition d'un tel programme (Commission Européenne, 2003a). Depuis le début des années 1990 l'écart de dépenses de R&D entre l'Union Européenne et les

<sup>1</sup> Prévisions d'Eurostat (communiqué de presse du 15 janvier 2004).

<sup>2</sup> Les pays de l'Union Européenne où la croissance tendancielle a augmenté sont l'Irlande, le Luxembourg, l'Espagne, les Pays-Bas et la Grèce.

États-Unis n'a cessé de se creuser.<sup>1</sup> La comparaison internationale des intensités de R&D, rapport entre les dépenses de R&D et le PIB, fait ressortir ce décalage (Graphique 2) : Le Japon consacre 2,98 % de son PIB à la R&D, les Etats-Unis 2,52 % et l'Union Européenne 1,93 %.<sup>2</sup>

**Graphique 2. Intensité de R&D pour la dernière année disponible<sup>1</sup>**



Les pays de l'Union Européenne présentent de grandes disparités de dépenses de R&D (tableau 1). Ils se partagent en trois groupes :

- (1) L'Allemagne, la France, le Royaume-Uni et l'Italie dont les dépenses de R&D représentent près des trois quarts des dépenses de l'Union. Entre 1995 et 2000, leurs dépenses n'ont augmenté, en terme réel, que de 9,7 % alors que celles de l'Union européenne augmentaient de 14,1 %.
- (2) Les pays du Nord (Danemark, Finlande et Suède) représentent le dixième de la R&D de l'Union. Leurs dépenses de R&D sont fortement accrues entre 1995 et 2000 (+ 33 %).
- (3) La Grèce, l'Irlande et le Portugal consacrent le moins de moyens à la R&D (1,6 % des dépenses européennes). Ils ont connu une très forte hausse de leurs dépenses entre 1995 et 2000 (+45,7 %).

Les autres pays de l'Union occupent une place intermédiaire dans ce classement.<sup>3</sup> Si la France occupe une place honorable dans l'Union, avec un volume élevé de R&D et une intensité de 2,23 % supérieure à la moyenne européenne, le faible taux de croissance de ses dépenses de R&D et la baisse de son intensité de R&D, dans une période où la plupart des

<sup>1</sup> En 2000, les Etats-Unis ont dépensé (en parité de pouvoir d'achat) 288 milliards d'euros de R&D, l'Union Européenne 164 milliards et le Japon 154. Au cours de la décennie, cet écart n'a cessé d'augmenter entre l'Union Européenne et les Etats-Unis : pour 100 euros dépensés aux Etats-Unis, les européens en ont dépensé 72 en 1991 et seulement 62 en 2000.

<sup>2</sup> Le rapport entre les dépenses de R&D et le PIB définit l'intensité de R&D.

<sup>3</sup> Une corrélation semble s'établir entre la faiblesse du volume de R&D des économies européennes et l'accroissement de leurs dépenses. Néanmoins, le niveau de dépenses de R&D des économies en forte croissance est si faible que de tels taux de croissance ne permettent pas de conclure à une convergence au sein de l'Union Européenne.

économies ont renforcé leur effort, met en évidence l'importance pour elle d'une politique d'innovation plus volontariste.

**Tableau 1. Les dépenses de R&D au sein de l'Union Européenne**

	Dépenses de R&D En 2000 (millions d'€)	Part dans les dépenses de R&D européenne (%)	Taux de croissance annuel de 1995 à 2000
Allemagne	52 074	31,7	3,5
<b>France</b>	<b>30 153</b>	<b>18,4</b>	<b>2,0</b>
Royaume-Uni	28 766	17,5	1,8
Italie	11 524	7,0	1,2
Suède	8 608	5,2	5,1
Pays-Bas	7 564	4,6	4,2
Espagne	6 276	3,8	6,7
Belgique	4 618	2,8	6,0
Finlande	4 423	2,7	13,5
Autriche	3 922	2,4	5,5
Danemark	3 405	2,1	5,9
Irlande	1 076	0,7	6,7
Portugal	815	0,5	11,4
Grèce	795	0,5	12
<i>Union Européenne</i>	<i>164 228</i>	<i>100</i>	<i>3,4</i>

L'objectif de Barcelone est donc un objectif ambitieux pour l'Europe dans son ensemble, et la France en particulier. Si l'intensité de la R&D continue d'évoluer selon la tendance la plus récente, elle ne devrait dépasser 2,3 % en 2010. Le scénario le plus pessimiste prévoit une intensité de seulement 1,8 % en 2010. L'écart se creuserait ainsi encore avec les Etats-Unis, dont l'intensité devrait atteindre 2,6 à 3,1 %, et le Japon, dont l'intensité serait de 3,2 à 3,8 %.

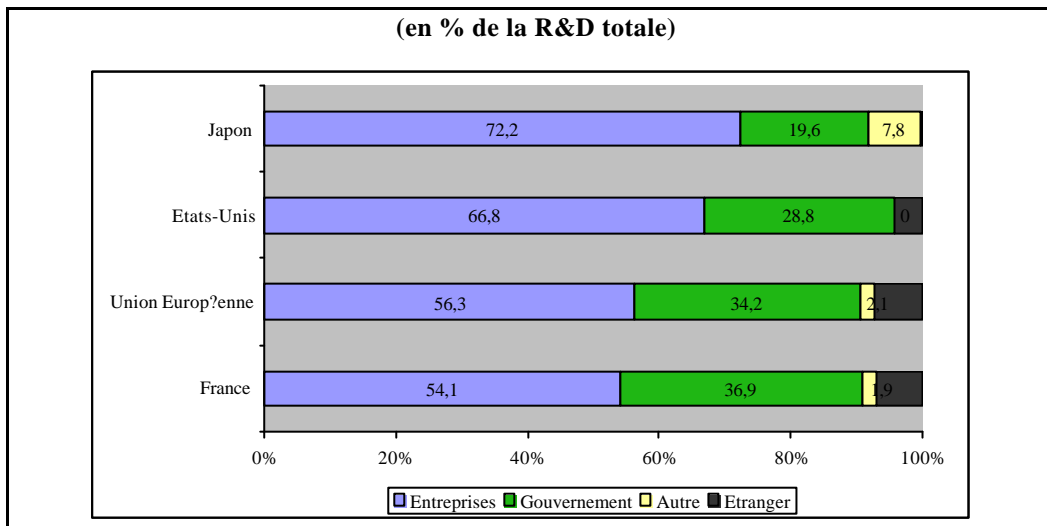
Répondre à l'objectif de Barcelone nécessite non seulement de renforcer l'effort de R&D à l'horizon 2010, mais aussi d'augmenter la part de la recherche financée par les entreprises. Aux Etats-Unis, au Japon et dans l'Union Européenne, les entreprises prennent la part la plus large dans le financement et l'exécution de la R&D (graphiques 3 et 4). Les entreprises européennes sont néanmoins beaucoup moins engagées que leurs concurrentes dans l'effort de recherche communautaire.<sup>1</sup> Depuis 1995, la part de la R&D financée par les entreprises n'a cessé d'augmenter aux États-Unis comme en Europe, mais beaucoup plus rapidement aux États-Unis (+8,4 % par an en moyenne entre 1995 et 1999) que dans l'Union Européenne (+4,9 % par an). L'écart s'est ainsi creusé au cours de ces quatre années.

<sup>1</sup> Les graphiques 3 et 4 doivent être analysés en gardant à l'esprit que, en 1999, les Etats-Unis ont investi 230 milliards d'euros dans la R&D, l'Union Européenne 155 milliards et le Japon 124 milliards. Ainsi, lorsque les entreprises américaines financent 66,8% de la R&D alors que les entreprises européennes n'en financent que 56,3%, elles financent 66 milliards d'euros de plus que leurs concurrentes. L'écart de performance dans la R&D, les 10% qui font la différence entre les entreprises exécutant la R&D, représente 71 milliards d'euros.

En France, la part de la R&D financée et exécutée par les entreprises est légèrement inférieure à la moyenne de l'Union Européenne. Les entreprises y jouent un rôle bien moindre que dans les pays du Nord<sup>1</sup>, la Belgique, l'Allemagne et l'Irlande dans le financement de la R&D. Elles participent également moins à la réalisation de la R&D que les entreprises de Suède, d'Irlande, de Belgique, d'Allemagne, de Finlande et de Royaume-Uni<sup>2</sup>. Elles restent néanmoins le secteur dominant dans l'accomplissement de la R&D.

**NB. Pour des raisons techniques, les graphiques de l'étude ont été imprimés en noir et blanc. Ils sont regroupés dans l'annexe suivante « Cahier des graphiques » et imprimés en couleurs afin d'en permettre une meilleure lisibilité.**

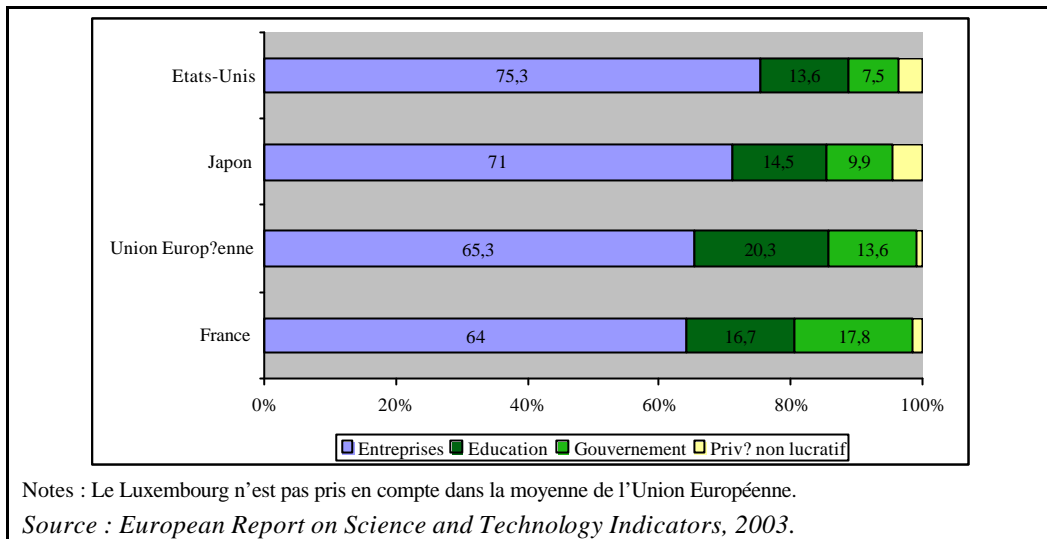
**Graphique 3. Les sources de financement de la R&D en 1999**



**Graphique 4. Les dépenses de R&D par secteurs utilisateurs en 1999**

<sup>1</sup> La Suède et la Finlande, avec respectivement 67,8% et 66,8% de R&D financée par les entreprises, dépassent les Etats-Unis. La Belgique (66,2%), l'Allemagne (65%), l'Irlande (64,1%) et le Danemark (58,4%) ont une part plus importante que la moyenne européenne, mais plus faible que les Etats-Unis.

<sup>2</sup> Dans ces sept pays de l'Union Européenne, les entreprises exécutent plus de R&D que la moyenne européenne, mais moins qu'aux Etats-Unis : Suède (75,1%), Irlande (72,3%), Belgique (71,6%), Allemagne (71,4%), Finlande (70,9%) et Royaume-Uni (65,6%)



En contrepartie, la part de la R&D financée et exécutée par le gouvernement est plus élevée en Europe qu'aux États-Unis et au Japon.<sup>1</sup> La part et le volume de la R&D financés par le gouvernement ont décliné à la fin des années 1990 dans l'Union Européenne (-4,3 % entre 1995 et 1999) comme aux États-Unis (-6,7 %) mais a augmenté au Japon (+1 %) en raison de son premier plan pour la science et la technologie, dont l'objet est d'encourager la R&D. Selon les projections de la Commission Européenne, la réduction de la part gouvernementale dans le financement de la R&D selon la tendance actuelle devrait conduire à financer entre 0,4 % et 0,5 % du PIB en 2010 (contre 0,8 % en 1991 et 0,66 % en 1999). Les gouvernements européens doivent donc impérativement augmenter le volume de R&D qu'ils financent s'ils veulent atteindre l'objectif fixé de 1 % du PIB en 2010. Ce financement participe à la dynamique de la recherche des entreprises, et donc à l'augmentation de l'effort de R&D lui-même.

Le gouvernement est le seul secteur à effectuer plus de R&D en Europe qu'aux États-Unis. Si on inclut les universités, le secteur public réalise plus du tiers de la recherche en Europe, alors qu'il n'en conduit que 22 % aux États-Unis et 24 % au Japon. La R&D du gouvernement tend à diminuer de façon similaire depuis 1991 aux États-Unis et en Europe, alors qu'il augmente au Japon, qui mène une politique volontariste pour la recherche.

Le gouvernement français a financé 10 908 millions d'euros de R&D en 1999, soit 0,8 % de son PIB et près de 21 % de la R&D financée par les gouvernements en Europe. Comme l'Allemagne, le Danemark et l'Autriche, la France est caractérisée par l'importance de sa recherche publique. C'est le seul pays où la part de la recherche publique dans le total de la R&D est plus élevée que la part de l'enseignement supérieur. Les recherches conduites au sein du CNRS sont en grande partie la cause de cette particularité. Le contraste est très important avec la Grèce et le Portugal, dont la R&D est essentiellement financée par le gouvernement (sa part est respectivement 48,7 % et 69,7 % dans la R&D totale), mais aussi exécutée par lui et, surtout, par les universités (qui réalisent 49,5 % de la R&D en Grèce et 38,6 % au Portugal). Les financements étrangers interviennent assez peu dans la recherche française. Avec une part de 7 % du financement de la R&D, la France profite plus de cette source que l'Allemagne (2,1 %),

<sup>1</sup> Le budget gouvernemental consacré à la R&D est néanmoins plus faible en Europe (53 milliards d'euros, soit 0,66% du PIB) qu'aux États-Unis (66 milliards d'euros, soit 0,76% du PIB). Il est de 24 milliards au Japon (0,58% du PIB).

la Finlande (3 %) et la Suède (3,5 %) mais bien moins que la Grèce (24,7 %), l'Autriche (19,9 %) et le Royaume-Uni (17,3 %).

La structure du financement et de l'investissement en R&D des différents secteurs met en évidence le retard pris par l'Union Européenne sur les États-Unis : la faible croissance de la R&D, en particulier celle conduite et financée par les entreprises, et la réduction du financement gouvernemental de la R&D en Europe expliquent en grande partie ce retard. Néanmoins, toute notre analyse tourne autour des dépenses de R&D qui est l'indicateur le plus évident de l'effort de R&D mais reste un indicateur partiel de l'activité d'innovation d'un pays.

Le concept d'innovation est défini dans le manuel d'Oslo de l'OCDE (1997) : « On entend par innovation technologique de produit la mise au point/commercialisation d'un produit plus performant dans le but de fournir au consommateur des services objectivement nouveaux ou améliorés. Par innovation technologique de procédé, on entend la mise au point/adoption de méthodes de production ou de distribution nouvelles ou notablement améliorées. Elle peut faire intervenir des changements affectant – séparément ou simultanément – les matériels, les ressources humaines ou les méthodes de travail. » Cette définition distingue donc les innovations de produit, visant à une amélioration de ses caractéristiques, en particulier de sa qualité, des innovations de procédé, touchant les méthodes de production des entreprises. Les innovations sont bien plus qu'un simple aboutissement de la recherche et des inventions, comme le laissait penser le « modèle linéaire » de Schumpeter (1942). Elles sont le résultat d'allers et retours entre les laboratoires de recherche, qui détiennent le potentiel d'innovation d'une entreprise, le département de fabrication, qui cherche à minimiser les coûts de production, et les départements commerciaux, qui mènent des analyses de marché pour cerner les débouchés pour un nouveau produit ou processus de production. Ces interactions sont analysées par Kline et Rosenberg en 1986 dans le cadre de leur modèle « de liaison en chaîne. » Elles se nourrissent également de la diffusion des technologies et des produits (grâce à l'achat de technologie, de licences ou par l'imitation) et de l'apprentissage par la pratique.

## L'INNOVATION EST AU CŒUR DE LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE

Les effets des innovations sur la croissance économique ont été largement traités par les modèles théoriques de la croissance. Les études appliquées confirment que, par leurs impacts sur la productivité des facteurs et la qualité des biens et des facteurs et sur la compétitivité, les innovations permettent une croissance du PIB. Les études portant sur leurs conséquences en termes d'emploi sont moins unanimes. Nous étudions tour à tour ces différents éléments d'analyse du lien entre innovation et performance économique.

### *I. L'APPORT DES NOUVELLES THÉORIES DE LA CROISSANCE*

Les travaux de Solow et de Swan, publiés en 1956, ont montré que la croissance économique est déterminée par l'intensité du progrès technique et l'accroissement de la population active, tous deux exogènes. Les études empiriques qui ont suivi ont mis en évidence que la contribution du progrès technique à la croissance était comprise entre 50 et 80 %. La théorie néoclassique met ainsi en lumière l'importance des innovations. Elle va permettre d'expliquer le processus de rattrapage des pays européens envers les États-Unis après guerre, et la stagnation des pays en développement. Elle implique cependant qu'aucune politique économique ne peut influencer le taux de croissance de long terme de l'économie. En outre, cette théorie souffre d'un défaut d'explication du progrès technique lui-même.

Les recherches menées dans les années 1980, à la suite des travaux de Romer publiés en 1986 et 1990, se sont efforcées d'explicitier les raisons du progrès technique.<sup>1</sup> Les modèles de croissance endogène voient ainsi dans l'investissement privé en capital physique, les innovations technologiques, le capital humain et le capital public les sources du progrès technique, et donc de la croissance.<sup>2</sup> Les connaissances revêtent un statut particulier dans ces modèles : contrairement au capital physique, dont la productivité marginale décroît dans les théories traditionnelles de la croissance, la connaissance s'accumule au fil du temps. Le savoir engendre le savoir. Pour reprendre la phrase, souvent citée, de Bernard de Chartres au XII<sup>e</sup> siècle, et reprise par Newton, « nous sommes juchés sur les épaules de géants. » De la recherche naît l'invention, fondement même des connaissances. L'invention conditionne l'innovation au côté des possibilités offertes par le marché et des moyens dont dispose l'entreprise. L'innovation se diffuse et génère de nouveaux produits et de nouvelles technologies (Boyer, Didier, 1998). Elle alimente à son tour le stock de connaissances, qui bénéficie à l'ensemble des entreprises, même si, par des brevets ou simplement le secret, un innovateur peut s'approprier, pour un temps donné, la connaissance dont il est la source. L'économie

---

<sup>1</sup> *Les premières théories du progrès technique endogène précèdent de près de 25 ans les théories de la croissance endogène. En 1962, Arrow publie un modèle d'apprentissage (learning by doing) qui relie la productivité globale des facteurs à l'expérience (représentée dans le modèle par l'investissement brut cumulé). Dans le courant hétérodoxe, Kaldor et Mirrlees (1962) rejettent l'utilisation de la fonction de production et proposent la même année un fonction de progrès technique.*

*Les travaux empiriques sur le progrès technique endogène sont également plus anciens que la croissance endogène ; ils proposent de relier, comme les avancées théoriques, la productivité globale des facteurs respectivement aux dépenses (ou stock de R&D) et à l'expérience à l'aide de courbes d'expérience.*

<sup>2</sup> *De très bonnes revues de la littérature sont fournies par Aghion et Howitt (1998), Barro et Sala-I-Martin (1995), Guellec et Ralle (1995) et Jones (2000).*

bénéficie alors de rendements d'échelle croissants. Les externalités à l'origine des rendements d'échelle croissants sont analysés de façons diverses dans les modèles de croissance endogène<sup>1</sup>. Ces modèles ne sont pas exempts de défauts. Ils ont néanmoins porté un nouvel éclairage sur les raisons du progrès technique, mettant en avant le rôle primordial joué par les innovations dans la croissance économique. Ils ont également réhabilité les politiques économiques comme facteurs influents de la croissance économique

### **La possibilité d'agir sur le taux de croissance de long terme**

Dans les modèles de croissance exogène comme celui de Solow, les rendements décroissants sur les facteurs accumulables sont à l'origine de la dichotomie entre les comportements des agents et le taux de croissance de l'économie. En effet, puisque la main d'œuvre croît à un rythme exogène, la seule façon d'augmenter la croissance sur le long terme consiste à développer davantage les facteurs non rares, c'est-à-dire accumuler plus de capital ou (et) de R&D. Mais la décroissance des rendements partiels des facteurs bloque ce processus ; par exemple, l'accumulation du capital fait décroître la productivité marginale du capital, qui ne peut durablement demeurer au dessus du taux d'intérêt. Les agents se détournent alors de l'investissement, trop peu rentable. L'accumulation du capital est, dès lors, stoppée.

Dans les modèles de croissance endogène, la possibilité de rendements non décroissants des facteurs de production<sup>2</sup> permet que le processus d'accumulation ne se bloque pas. Aussi est-il possible d'agir durablement sur le taux de croissance, alors que dans la croissance exogène, l'action sur le taux de croissance n'était que transitoire. Tout ce qui va modifier le rythme d'accumulation (taux d'épargne, effort de R&D) est de nature à modifier le taux de croissance de long terme. Les agents économiques et donc la politique économique vont alors pouvoir agir sur le taux de croissance de long terme.

L'hypothèse de rendements non décroissants a été l'objet de nombreuses discussions et controverses de divers ordres<sup>3</sup>, comme la controverse sur l'effet d'échelle qui fait dépendre le taux de croissance d'une économie de sa taille figurée par sa population (propriété qui est manifestement contre intuitive). Plusieurs réponses ont été apportées à cette critique :

- Jones (1995) développe des modèles de croissance « semi-endogène » : à partir d'une innovation majeure (la machine à vapeur, l'électricité, l'informatique, les nouvelles technologies de l'information et de la communication), la grappe d'innovation qui suit est « exhaustible », c'est-à-dire que plus on innove, et plus est faible la probabilité d'innover, ce qui conduit à des rendements décroissants de la R&D.

---

<sup>1</sup> Les externalités sont engendrées par l'investissement en capital physique dans le modèle de Romer de 1986, elles proviennent directement du secteur de la recherche sur les biens d'équipement dans celui de 1990, et de l'innovation de qualité dans le modèle d'Aghion et Howitt de 1997.

<sup>2</sup> Pour simplifier, en se référant au modèle mono-sectoriel, si la somme des exposants des facteurs accumulables est supérieure ou égale à l'unité dans la fonction de production, on se trouve dans le cas d'une croissance endogène. Le taux de croissance de long terme n'est alors plus exogène, c'est-à-dire dépendant du taux de croissance de la population et du progrès technique (exogènes), mais va dépendre des comportements des agents économiques (l'épargne, l'investissement, l'accumulation de R&D,...).

<sup>3</sup> Elle a, en particulier, donné lieu à des études économétriques sur la valeur des exposants des facteurs dans la fonction de production.

- Segerstrom (1998) et Kortum (1997) construisent des modèles à deux secteurs d'innovation (qualité, variété) qui préservent les propriétés de la croissance endogène tout en éliminant l'effet d'échelle.
- Quant à Kremer (1993), il n'hésite pas à affirmer que la globalisation des échanges devrait faire adopter pour seule variable d'échelle la population mondiale.

Mais l'importance de l'enjeu, en termes théoriques et surtout en termes de politique économique, est telle que les études indirectes, c'est-à-dire ne portant pas sur les rendements mais sur leurs conséquences pour la croissance endogène, ont été abondantes. On peut consulter à ce sujet Cameron (1998), Temple (1998), Bagnoli (2002). Ce dernier cite les travaux de Bean (1990) et d'Ireland (1990), qui, en utilisant les tests de causalité de Granger, montrent que le modèle de croissance endogène est plus probable que le modèle traditionnel. Lau et Shin (1994) arrivent à la même conclusion en utilisant les techniques de co-intégration. De même Kocherlakota et Yi (1996) ainsi que Mc Grattan (1998) prouvent la supériorité du modèle à rendements non décroissants.

La possibilité d'intervenir sur le taux de croissance de long terme redonne du même coup une portée considérable aux politiques structurelles de croissance (fiscalité, aides et subventions, dépenses d'infrastructures) et bien sûr aux politiques liées à l'effort de R&D.

### **Les transferts de connaissances et les externalités technologiques**

Les rendements non décroissants des facteurs accumulables posaient un problème d'analyse économique pour déterminer le niveau d'investissement de la firme individuelle ; il fallait y ajouter de nombreuses hypothèses *ad-hoc*, comme les coûts d'ajustement, pour y arriver. L'intuition qui a permis de résoudre plus simplement la question est celle qui consiste à distinguer les rendements privés des rendements collectifs ou sociaux de la recherche. Les rendements privés sont plus faibles que les rendements sociaux (et à la limite les premiers peuvent être décroissants et les seconds croissants) en raison de transferts de connaissances (*spillovers*) entre les différents acteurs : firmes, secteurs, nations,... L'innovation produit des effets dans l'entreprise mais la diffusion de cette innovation par différents canaux (brevets, littérature scientifique, échanges de savoir faire, échanges de personnels, échanges de biens entre firmes ou nations) va produire des effets complémentaires très importants qui vont augmenter les rendements de la recherche au point qu'ils peuvent devenir non décroissants.

L'ensemble des externalités issues du processus d'innovation se répartit en quatre types (Jones et Williams (1997), Cameron (1998)) :

- Les transferts technologiques (*technological spillovers*) dus à la diffusion du savoir, au brevetage ou aux mouvements de la main d'œuvre : ces transferts peuvent être inter-entreprises, inter-sectoriels ou internationaux.
- Les transferts de surplus : l'innovateur, même en l'absence de *spillovers*, ne peut garder tous les gains sociaux d'une innovation, notamment en raison de la baisse des prix qu'elle peut entraîner. L'ampleur de l'appropriation des gains dépend de la structure du marché (Griliches, 1992).
- La troisième externalité est une externalité négative, elle résulte du processus Schumpeterien de destruction créatrice (Aghion et Howitt (1992)) : les nouvelles idées accélèrent le déclassement des anciens processus de production, ce qui entraîne des pertes.
- Les effets de congestion liés aux interrelations entre les innovations : si les innovations sont substituables, cette externalité est négative car elle conduit à la duplication de l'effort de R&D. On pourrait, dans ce cas, aboutir pratiquement au

même résultat de la recherche avec une moindre R&D et une plus grande diffusion de l'innovation. En revanche, en cas de complémentarité des innovations, cette externalité est positive car chacune augmente la rentabilité sociale des autres. Dasgupta et Maskin (1987) admettent que les innovations sont substituables, alors que David (1985) et Katz et Shapiro (1994) optent pour la complémentarité des innovations.

Les auteurs s'accordent sur l'importance de ces transferts tant entre entreprises qu'entre secteurs et entre nations, importance qui explique l'écart très significatif entre la rentabilité privée et la rentabilité publique de la R&D (Cameron, 1998, Bagnoli, 2002).

### ***I. LES INNOVATIONS AMÉLIORENT LA PRODUCTIVITÉ GLOBALE DES FACTEURS...***

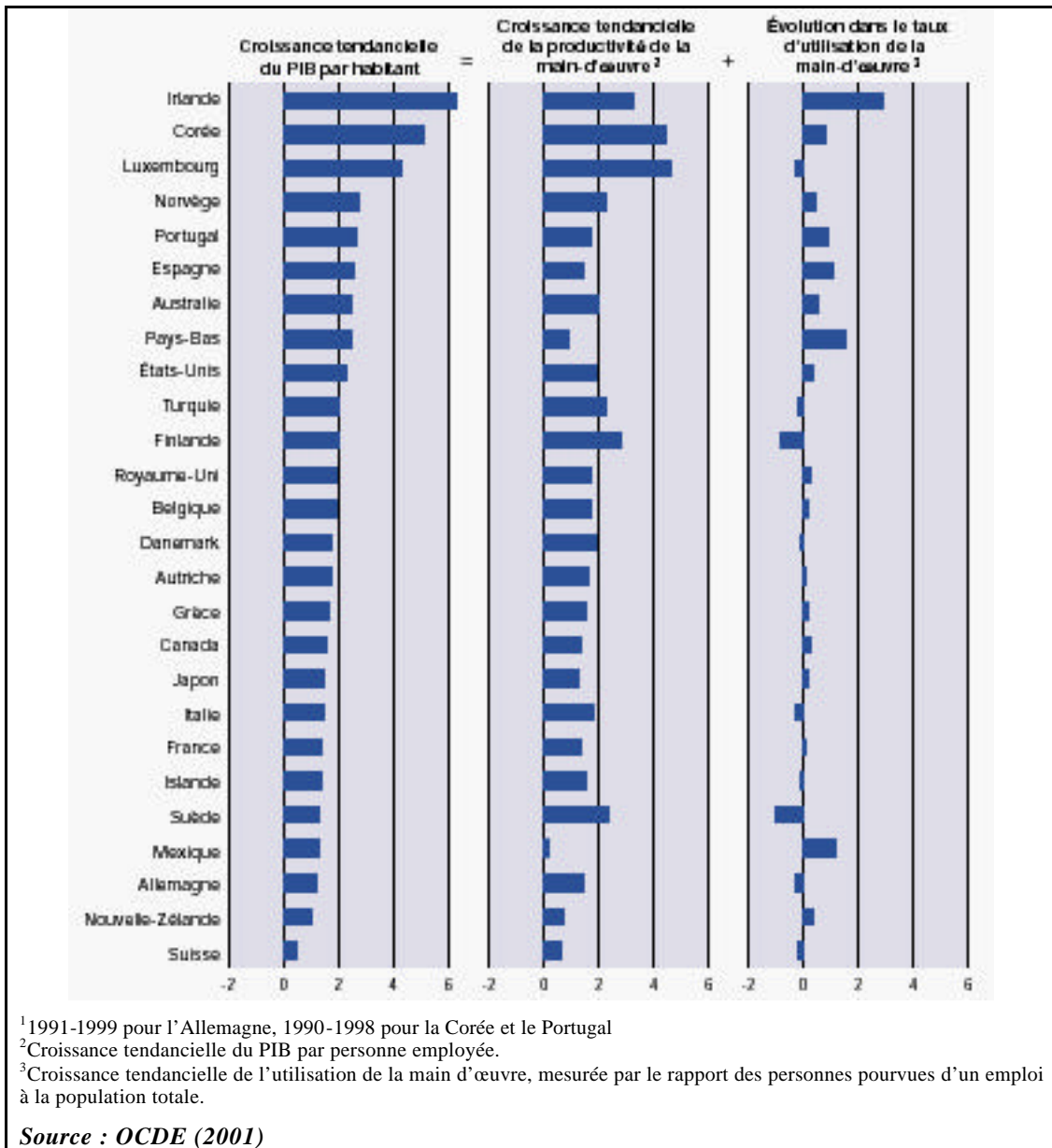
Au cœur des mécanismes économiques reliant les innovations à la croissance se trouvent en premier lieu les gains de productivité. L'accroissement de la production provient, d'une part, d'une plus grande utilisation du capital et du travail et, d'autre part, de l'amélioration de la productivité globale des facteurs<sup>1</sup>. La productivité globale des facteurs, qui découle de la productivité du travail, de celle du capital, et de l'efficacité de la relation capital-travail, augmente à la faveur d'une meilleure organisation de l'entreprise et des innovations apportées à la production.

#### **Graphique 5. Décomposition de la croissance tendancielle du PIB par habitant**

Variation en pourcentage en rythme annuel, 1990-1999<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> *La productivité globale des facteurs n'est autre que le « résidu de Solow », c'est-à-dire le progrès technique incorporé dans la production. La production résulte en effet de la combinaison du capital et du travail mais aussi du déplacement de la frontière de production au cours du temps (le progrès technique). La croissance de la production découle donc de l'augmentation de l'utilisation de chacun des facteurs de production et du progrès technique, qui explique l'évolution de la productivité globale des deux facteurs (Guellec et Ralle, 1995).*



La décomposition de la croissance tendancielle du PIB<sup>1</sup> par habitant en la somme du taux de croissance de la productivité du travail et de celui de l'utilisation de la main d'œuvre<sup>2</sup> permet d'avancer une première explication des écarts de croissance (Graphique 5). Gordon (2002) souligne que la productivité horaire du travail en Europe a convergé vers celle des États-Unis. Cependant, aux États-Unis, la productivité du travail et l'utilisation de la main d'œuvre se sont améliorées simultanément, favorisant une accélération de la croissance de leur PIB par habitant entre les années 1980 (où le taux de croissance tendancielle était de 2,1 %) et les années 1990 (où il a été de 2,3 %). En

<sup>1</sup> Le taux de croissance tendancielle est un taux de croissance corrigé des fluctuations conjoncturelles. Il est mieux adapté que le simple taux de croissance du PIB par habitant pour une comparaison internationale des performances économiques.

<sup>2</sup> La rémunération du travail dans le PIB est de l'ordre de 70%, alors que le rapport entre le PIB et le capital demeure relativement constant. La décomposition productivité du travail/emploi a dès lors plus d'intérêt que la décomposition productivité du capital/investissement.

revanche, en Europe, la forte croissance de la productivité dans certains pays a été accompagnée d'une faible croissance de l'emploi. La croissance tendancielle est alors passée d'un taux de 2 % dans les années 1980 à un taux de 1,8 % dans les années 1990, avec, malgré tout, une légère reprise sur la fin de la décennie, où le taux de croissance tendancielle du PIB par habitant passe à 2,2 %. Cette accélération est attribuable au Luxembourg, à la Norvège, à l'Espagne, aux Pays-Bas, à la Grèce. La France fait partie des pays dont les taux de croissance n'ont cessé de diminuer, passant de 1,6 % dans les années 1980 à 1,5 % dans les années 1990, malgré la remontée à un taux de 1,9 % entre 1996 et 2000.

L'accélération de la hausse de la productivité globale des facteurs est un phénomène récent. Depuis 1973, en dépit de la forte augmentation des dépenses de R&D, le taux de croissance de la productivité stagnait autour de 1 % dans les pays industrialisés après avoir atteint 3 % dans les années précédentes (tableau 2). Ce paradoxe de la productivité a fait dire à Solow qu'il voyait des ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de la productivité. L'une des explications à ce paradoxe<sup>1</sup>, démontrée par Askenazy (2000) à partir de données d'entreprises, est le manque de réorganisation du travail dans certaines entreprises, qui, malgré l'essor de l'informatique, verraient leur productivité diminuer. Les entreprises ayant intégré l'informatique tout en réorganisant le travail auraient, quant à elle, gagné en productivité. Le paradoxe de Solow proviendrait alors simplement de l'agrégation des résultats de ces entreprises gagnantes et perdantes. Avec 80 % d'entreprises américaines ayant bénéficié de l'informatique et d'une réorganisation du travail à la fin des années 1990, les États-Unis sont ainsi récemment « sortis » du paradoxe de Solow. Peut-être suffit-il d'attendre quelques années pour que la France revoie l'organisation du travail et parvienne ainsi, elle aussi, à voir les conséquences du développement de l'informatique dans ses statistiques de productivité ?

**Tableau 2. Taux de croissance annuel de la productivité globale des facteurs\***

	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000
Finlande	2,47	2,33	2,74	3,58
Canada	0,49	0,77	1,00	1,61
Autriche	0,68	0,46	1,19	1,47
Etats-Unis	0,82	1,03	0,96	1,31
France	2,02	1,71	0,93	1,09
Royaume-Uni	-	1,01	0,66	0,96
Allemagne	1,16	1,82	1,05	0,84
Japon	1,92	2,38	1,24	0,74

\* La mesure productivité moyenne des facteurs est la mesure la plus large fournie par l'OCDE car elle incorpore les effets du progrès sur le capital humain ainsi que le progrès technique incorporé et non incorporé au capital physique.

Source : OCDE (2003)

Les études économétriques confirment l'influence des dépenses de R&D sur la croissance de la productivité globale des facteurs. Le recensement de ces études par Mairesse et Sassenou (1991) leur permet de conclure à une élasticité de la R&D à la productivité de 0,1 à 0,3 lorsque l'analyse porte sur des données individuelles. Cette élasticité est plus élevée dans les secteurs à haute technologie. Les études sur séries chronologiques fournissent des élasticités bien plus faibles, comprises entre 0,02 et 0,05 pour les entreprises françaises, et entre 0,08 et 0,12 pour les entreprises américaines. Cette faiblesse tient sans doute au temps nécessaire pour qu'une innovation ait un réel impact sur la productivité. Au niveau macroéconomique, l'étude de Guellec et van Pottelsberg (2001), qui porte sur 16 pays de l'OCDE pour la période allant de 1980 à

<sup>1</sup> Les autres explications au paradoxe de Solow peuvent être trouvées dans Boyer et Didier (1998), Joly (1993) et Griliches (1992).

1996, met en évidence l'incidence sur la productivité globale des facteurs (PGF) de trois sources de R&D :

- (1) La R&D des entreprises : l'élasticité à long terme de la PGF à la R&D des entreprises est de 0,13. Cette élasticité, qui correspond au rendement privé de la R&D, tend à augmenter avec le temps, signe de l'importance croissante des innovations dans les stratégies des entreprises, et avec l'intensité de R&D des entreprises, facteur d'absorption des connaissances des autres entreprises.
- (2) La R&D publique : l'élasticité à long terme entre la recherche de l'État et des universités et la PGF est estimée à 0,17. Là encore, cette influence est d'autant plus forte que l'intensité en R&D des entreprises est élevée.
- (3) La R&D étrangère : l'élasticité entre la R&D étrangère et la PGF varie entre 0,45 à 0,5. Son impact est d'autant plus fort sur les innovations que la capacité d'absorption nationale est élevée et que le pays est petit (les États-Unis, par exemple, ne bénéficient que faiblement de la R&D menée hors de ses frontières.)

## ***II. ... ET FONT PROGRESSER LA COMPÉTITIVITÉ***

En augmentant la productivité globale des facteurs, les innovations améliorent la compétitivité prix. Cependant, les innovations de produit, qui conduisent les entreprises à offrir des produits de meilleure qualité et une plus grande diversité de gammes, tirent les prix à la hausse (en raison de la prise en compte partielle de l'effet qualité dans les indices de prix de la comptabilité nationale) et dégradent la compétitivité prix.<sup>1</sup> Néanmoins, les innovations de produit et de processus améliorent la capacité d'un pays à capter la demande par des facteurs autres que les prix, sa compétitivité structurelle.

Les travaux empiriques mettent en évidence l'impact positif des dépenses de R&D sur les performances à l'exportation des entreprises (Magnier, Toujas-Bernate, 1993). La France est spécialisée dans les produits de haut de gamme, qui constituent 45 % de ses exportations en 1999. La faiblesse de son intensité de R&D, bien qu'au-dessus de la moyenne européenne, nuit à sa compétitivité structurelle : elle la place dans une position moyenne dans le classement des pays de l'OCDE selon la part des produits des secteurs de hautes technologies dans les exportations manufacturière (24 % en 1999). L'effort de R&D français, en plus d'être plus faible que celui de ses concurrents, est particulièrement bas dans le secteur des nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC) : seule une part de 4 % de la R&D est consacrée aux TIC, part un peu inférieure à celles de l'Allemagne et de la Corée (6 %), mais dérisoire par rapport à celles du Japon (21 %) et des États-Unis (50 %). Ce retard de la France dans le secteur des TIC explique en partie l'évolution défavorable de la compétitivité structurelle française. En revanche, la compétitivité prix de la France s'est améliorée entre 1995 et 2001, en particulier grâce à la hausse du dollars et de la livre et à des coûts salariaux plus favorables qu'en Allemagne pour une productivité du même ordre (CPCI, 2002). L'appréciation de l'euro en 2002 a cependant joué en défaveur de la France vis-à-vis de l'OCDE. En 2000, le classement des pays selon l'indice de performance commerciale<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> *Dans le modèle Némésis, la plus grande satisfaction due à l'augmentation de la qualité est prise en compte à travers des prix hédonistes qui évoluent comme le rapport prix-qualité des biens (si le prix augmente de 10% et que la qualité augmente aussi de 10%, alors le prix hédoniste ne varie pas). Une innovation de produit conduit, dès lors, à une baisse du prix (hédoniste) du produit et non à une hausse.*

<sup>2</sup> *L'indice TPI est construit pour 184 pays par le Centre du commerce international de la CNUCED et de l'OMC. Il combine vingt-quatre indicateurs de performance des pays. L'indice de position permet de connaître la position d'un pays parmi les 183 autres,*

(TPI, *Trade Performance Index*) plaçait la France au deuxième rang, après l'Allemagne, et avant la Suède. Les États-Unis occupaient le 23<sup>e</sup> rang. L'indice d'évolution, qui mesure l'évolution des performances commerciales récentes, indique que la France, comme l'Allemagne, les États-Unis et le Japon, se retrouve loin dans le classement derrière les pays émergents (Debonneuil, Fontagné, 2003).

### ***III. MAIS LEURS EFFETS SUR L'EMPLOI NE SONT PAS DÉTERMINÉS A PRIORI.***

L'idée que les gains de productivité conduisent inéluctablement à une destruction des emplois est contredite par la coexistence, depuis la révolution industrielle, d'une forte croissance de la productivité et d'un maintien de l'emploi (en proportion de la population active). Guellec (1999) note, à ce propos, que «si la productivité avait un impact mécanique, direct, sur l'emploi, il ne resterait aujourd'hui que 5 % à 10 % des emplois qui existaient au début du XIX<sup>e</sup> siècle. » De plus, les créations d'emplois sont les plus fortes dans les pays qui connaissent une forte progression de la productivité du travail (Hong Kong, Corée) et dans les périodes de forte croissance de cette productivité (les trente glorieuses). Il n'en demeure pas moins vrai que les gains de productivité induits par une innovation de procédé conduisent théoriquement à une réduction de l'emploi dans l'entreprise. Cependant, le gain de parts de marché lié à la baisse du prix du produit peut la conduire à maintenir son niveau d'emploi pour accroître sa production. Les innovations de produits créent une demande qui favorise également l'emploi dans les entreprises innovantes. Les innovations conduisent donc, par leur effet direct sur la productivité globale des facteurs, à des destructions d'emploi et, par leur effet indirect sur la demande, à des créations d'emploi. L'effet total des innovations sur l'emploi n'est donc pas déterminé a priori.

Les études économétriques montrent généralement que les entreprises innovantes ont un niveau d'emploi plus élevé que celles qui n'innovent pas, en raison de taux de croissance de leurs chiffres d'affaire plus élevés (voir, par exemple, Crépon et Jung, 1999). Les analyses sectorielles ne permettent de confirmer cet impact positif de l'innovation sur l'emploi que dans certains secteurs à très forte intensité technologique, comme l'industrie pharmaceutique et les machines de bureau (Boyer, Didier, 1998). L'impact de l'innovation sur la demande et, par ce biais, sur la production et l'emploi ne permet pas toujours de compenser l'effet de la hausse de la productivité sur le niveau de l'emploi. La coexistence entre gains de productivité et maintien des emplois s'explique donc sans doute par le fait que les destructions d'emploi dans certaines firmes innovantes sont compensées par l'embauche dans d'autres firmes : le progrès technique génère en effet des profits qui, par les investissements qu'ils permettent, donnent lieu à des créations d'emploi.

La nature des emplois détruits par l'innovation diffère cependant de celle des emplois créés. Au sein de l'entreprise innovante, les améliorations de la qualité des produits conduisent à la complexification des processus de production et à la nécessité de revoir l'organisation même de l'entreprise pour garantir la qualité de ces produits (responsabilisation des travailleurs, autocontrôle). Plusieurs études économétriques montrent que la hausse de la qualité des produits s'accompagne ainsi d'une augmentation de la qualification des travailleurs dans l'entreprise<sup>1</sup> (Cardebat, 2003). Au niveau

---

*l'indice d'évolution montre l'évolution de ses performances commerciales (Debonneuil, Fontagné, 2003).*

<sup>1</sup> *La stratégie de différenciation horizontale des produits conduit également à l'embauche de travailleurs de plus en plus qualifiés pour répondre à l'obligation de grande flexibilité face à la concurrence (pour renouveler en permanence la gamme de*

macroéconomique, les innovations se traduisent par un transfert de main d'œuvre entre secteurs : l'emploi dans l'industrie manufacturière, qui a été à l'origine de la plupart des innovations, a ainsi diminué alors que l'emploi dans les services augmentait. La main d'œuvre a non seulement été transférée d'un secteur à une autre, mais la qualification même de cette main d'œuvre a dû évoluer avec le progrès technique. La flexibilité du marché du travail est donc une condition nécessaire à la création d'emplois. Elle doit être complétée par une adaptation du système d'éducation à l'accroissement des emplois qualifiés au détriment des emplois peu qualifiés, tout particulièrement un développement de la formation continue, tout au long de la vie professionnelle.

Évaluer l'impact de l'augmentation des dépenses de R&D, selon l'objectif de Barcelone, sur l'emploi en France nécessite donc d'adopter un point de vue macroéconomique afin de quantifier les effets directs et indirects des innovations sur le niveau de l'emploi. L'utilisation du modèle Némésis est particulièrement adaptée à une telle étude. Nous verrons, dans la deuxième partie du rapport, que les conséquences sur l'emploi dépendent des hypothèses retenues sur le mode de financement du surcroît de R&D (la part du financement privé) et sur le partage des gains de productivité entre les salariés (par une hausse de leur salaire réel) et les entreprises (par une hausse du profit).

#### **IV. LES INNOVATIONS DANS LE DOMAINE DE TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION EXPLIQUENT LES ÉCARTS DE CROISSANCE ACTUELS.**

Les nouvelles technologies de l'information et de la communication (TIC)<sup>1</sup> sont à l'origine d'une troisième révolution industrielle. Elles recouvrent de nombreuses innovations, telles que les microprocesseurs et autres composants microélectroniques (dont les performances ne cessent d'être améliorées), les fibres optiques et les lasers, les logiciels,... Ces innovations ont redonné un coup d'accélérateur à la hausse de la productivité globale des facteurs (OCDE, 2001, 2003a et 2003b). Elles ont contribué à la forte progression du PIB par habitant dans la deuxième moitié des années 1990 aux États-Unis, en Finlande, au Canada, en Grèce, en Islande et en Suède.

Entre 1995 et 1999, aux États-Unis, la productivité du travail a augmenté de 79 % dans le secteur des équipements de télécommunication et de 264 % dans le secteur des équipements informatiques, alors que la productivité de l'industrie manufacturière dans son ensemble n'augmentait que de 26 %. Dans le même temps, en France, la productivité du secteur des équipements de télécommunication s'est élevée de 57 %, au sein d'une industrie dont les gains de productivité ont seulement été de 16 %. Or, le secteur des TIC représente 11 % dans la valeur ajoutée aux États-Unis et 9,8 % en France. La moindre importance du secteur des TIC combinée à une progression plus lente de la productivité

---

*ces produits, l'entreprise a de plus en plus recours à l'informatique et au numérique, qui la rendent plus réactive à la concurrence), mais aussi pour s'adapter à une nouvelle logique de production qui veut que la création-conception et la commercialisation restent dans l'entreprise et que la fabrication soit délocalisée.*

<sup>1</sup> Selon la définition de l'OCDE, le secteur des TIC comprend une partie de l'industrie manufacturière (essentiellement la fabrication de matériel informatique et de matériel de télécommunication), des services liés à la fourniture de ces biens (commerce et location de machines de bureau et de matériel informatique) et des services immatériels (télécommunications, activités informatiques et services de radio et télévision). La France utilise une définition très proche de celle de l'OCDE, alors que les États-Unis ont une définition plus extensive. Les comparaisons internationales dans ce domaine sont donc à mener avec précaution (Didier, Martinez, 2000).

en France qu'aux États-Unis explique en partie les écarts de croissance entre ces deux pays

Une deuxième explication des écarts de croissance résulte de la dynamique des investissements du secteur des TIC. La baisse régulière des prix des investissements, de 15 % par an<sup>1</sup> entre 1970 à 1998, a favorisé ces investissements. Si la France et les États-Unis ont d'abord connu des évolutions de prix similaires, un écart semble se creuser de 1995 : le taux de décroissance annuel des prix aux États-Unis a été de 37 % alors que celui de la France n'a été que de 20 % (Cohen, Debonneuil, 2000). C'est une des raisons pour lesquelles l'investissement en produits TIC des entreprises correspondait, en 1999, à 4,5 % du PIB américain, contre 2,4 % pour les pays de l'Union Européenne et seulement 2,05 % pour la France. Cela représente le tiers de la FBCF aux États-Unis et en Finlande, et moitié moins en France, au Japon et en Allemagne<sup>2</sup>. L'investissement dans les TIC a ainsi contribué, entre 1995 et 1999, pour 0,9 point de pourcentage à la croissance annuelle du PIB aux États-Unis. L'Australie et la Finlande ont connu une contribution comparable. Le Japon, l'Allemagne, la France et l'Italie sont ceux qui ont le moins bénéficié de ces investissements. La contribution du capital sous forme de TIC au PIB par habitant de la France a été de 0,4 point (Colecchia, Shreyer, 2002). Les travaux de Jorgenson et al (2002) et Melka et al. (2002), repris par Debonneuil et Fontagné (2003), montrent également que la contribution des TIC à la croissance de la valeur ajoutée a été moitié moindre en France qu'aux États-Unis. Le tableau 2 montre que l'accélération de la croissance américaine dans la deuxième moitié des années 1990 tient essentiellement à un surcroît d'accumulation du capital qui provient pour moitié des investissements dans les TIC, alors que le manque de dynamisme de la France s'explique par un manque d'investissement, une sous utilisation du travail et une moindre productivité globale des facteurs.

**Tableau 3. Décomposition de la croissance des États-Unis et de la France.**

	1990-1995		1995-2000	
	États-Unis	France	États-Unis	France
Capital (dont TIC)	1,25 (0,55)	1,28 (0,28)	2,27 (1,11)	1,37 (0,60)
Travail	0,86	0,05	1,30	0,54
Productivité globale des facteurs	0,23	-0,24	0,63	0,74
Valeur ajoutée	2,35	1,09	4,2	2,65

Source : Debonneuil et Fontagné (2003).

Les TIC affectent également les taux de croissance par le biais des effets d'entraînement dont elles sont la source. Elles permettent la constitution de réseaux entre fournisseurs, mais aussi entre producteurs et consommateurs, grâce à Internet. Elles favorisent des changements dans les entreprises en permettant d'améliorer l'organisation du travail, de réduire les coûts de transaction et de rationaliser la production. Elles stimulent l'innovation dans les services. La hausse de la productivité globale des facteurs intègre ces différents effets. En conséquence, le taux de croissance annuel de la

<sup>1</sup> L'évolution des prix est corrigée de l'effet qualité, qui tend à augmenter les prix au fur et à mesure que les performances des TIC s'améliorent.

<sup>2</sup> L'écart entre les États-Unis et l'Europe est d'autant plus marqué que la part de l'investissement des entreprises européennes dans le PIB reste bien plus faible que celle des entreprises américaines et que le rythme annuel d'accroissement du volume des investissements de l'Union européenne a été de seulement 2,8% entre 1990 et 2000, contre 8,1% aux États-Unis (Kergueris, 2002).

productivité globale des facteurs entre les années 1980 et 1990 a été de 0,5 % aux États-Unis alors que la France a accusé une baisse 0,9 % par an (OCDE, 2001).

La divergence croissante entre les rythmes de croissance aux États-Unis et dans la plupart des pays de l'Union Européenne, en particulier en France, trouve une explication théorique et empirique dans le moindre dynamisme des innovations en Europe, qui se répercute sur la productivité globale des facteurs et la compétitivité, en particulier dans le secteur des TIC. Nous avons tour à tour assimilé innovation et progrès technique, innovation et R&D. Les dépenses de R&D constituent la source principale de l'innovation. Elles ne suffisent cependant pas à décrire le comportement d'innovation des entreprises et de l'Etat. Il faut donc étendre l'analyse aux autres incitations à l'innovation pour comprendre pourquoi les États-Unis sont plus en mesure que d'autres d'innover, avec les conséquences que cela a sur leurs performances économiques. Néanmoins, nous ne développons pas ce point dans ce rapport<sup>1</sup> et présentons maintenant la manière dont le progrès technique est endogénéisé dans le modèle Némésis.

## **L'ENDOGENÉISATION DU PROGRÈS TECHNIQUE DANS NÉMÉSIS**

Dans les modèles appliqués, le progrès technique endogène est traité à travers l'intégration de l'expérience ou grâce à celle de la R&D :

- L'endogénéisation par le savoir faire ou l'expérience : dans les théories de la croissance des années 60, le premier cas d'endogénéisation du progrès technique a été présenté par Arrow (1962). Le taux de progrès technique était relié au savoir faire ou à l'expérience, cette variable un peu qualitative était mesurée par l'investissement brut cumulé (on se retrouve alors dans une perspective voisine du modèle AK où la variable capital K contient des données relatives à l'état de la technologie). Ce progrès technique a été introduit dans les modèles appliqués (essentiellement dans les modèles d'équilibre général), en particulier dans les modèles relatifs au changement climatique. On peut citer par exemple Goulder et Mathai (2000), Grubb (2000) ; dans ce domaine, les caractéristiques des technologies sont souvent liées à des courbes d'expérience, et cela va avoir pour conséquence de rendre plus efficace la mise en œuvre immédiate des politiques de lutte contre les gaz à effet de serre en raison de l'expérience acquise dans ce domaine.
- L'endogénéisation par les dépenses de R&D : ce n'est que tardivement que les modèles appliqués ont tenu compte de ces mécanismes, la majorité d'entre eux s'appuyant sur une représentation du long terme par un sentier de croissance à taux constant exogène.

La plupart des travaux ont été réalisés sur des modèles d'équilibre général. L'insertion des mécanismes de progrès technique endogénéisé par la R&D a été réalisée dans des modèles qui traitent des questions relatives au commerce international (comme ceux de Diao et Roe (1997), de Baldwin et Forslid (1999) et de Diao *et alii* (1999)) et dans des modèles appliqués à l'environnement et au changement climatique (comme le modèle RDICE de Nordhaus (1999) ou le modèle GEM-E3 de Fougeyrollas *et alii* (2001)). Sans reprendre ici de façon exhaustive toutes les tentatives d'endogénéisation, on peut mentionner les principales difficultés qui accompagnent la construction et l'utilisation de modèles d'équilibre général avec progrès technique endogène. La première tient au chiffrage des relations entre R&D et innovations de processus ou de produit, nous reviendrons sur cette question essentielle ; la deuxième est due à la possibilité de l'existence de plusieurs équilibres ; enfin, la troisième tient à ce que les

---

<sup>1</sup> Ces arguments sont développés dans un autre rapport en cours de rédaction sur l'objectif de 3% d'effort de R&D dans les pays européens.

secteurs sont très contrastés en terme d'effort et de résultats de la R&D, que cette dernière est concentrée dans un petit nombre d'entre eux et que, par conséquent, une approche sectorielle détaillée est nécessaire, ce qui est loin d'être le cas de tous ces modèles.<sup>1</sup>

Les modèles économétriques ont également été dotés de mécanismes de progrès technique endogénéisé par la R&D, mais cela est beaucoup moins fréquent. A notre connaissance, il n'existe que le modèle MULTIMOD du Fonds Monétaire International qui est très agrégé et qui utilise au niveau sectoriel des stocks de R&D. Le modèle Némésis prend place dans cette nouvelle famille de modèles macro-économétriques avec progrès technique endogène. Ce modèle économétrique sectoriel détaillé porte actuellement sur quinze pays européens et sera progressivement étendu à d'autres pays (Etats-Unis, Japon,...). Un tel niveau de désagrégation (trente secteurs d'activité, tableau 7) est indispensable si l'on veut décrire finement les phénomènes structurels et notamment les évolutions à moyen et long terme : à cet horizon, les secteurs sont relativement contrastés du point de vue de la croissance et de l'emploi. Les activités des branches sont interdépendantes en raison des échanges de biens et des transferts de technologie entre elles.

---

<sup>1</sup> *En outre, les modèles détaillés deviennent très lourds à manipuler ce qui entraîne notamment des difficultés pour résoudre les modèles à anticipations parfaites (ou rationnelles dans un univers stochastique).*

**Tableau 4 : Les secteurs de Némésis**

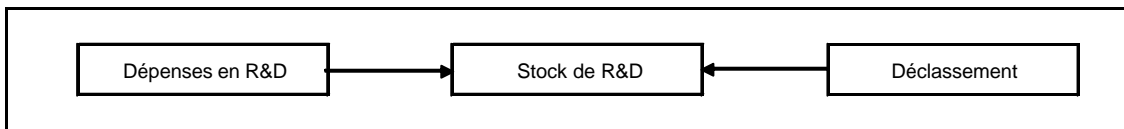
1. Agriculture	16. Nourriture, Boissons et Tabac
2. Charbon et coke	17. Textile, Habillement et chaussures
3. Extraction de pétrole et gaz	18. <i>Papier et Impressions</i>
4. Distribution de gaz	19. Plastique et caoutchouc
5. Pétrole raffiné	20. Autres biens manufacturés
6. Electricité	21. Construction
7. Eau	22. Distribution
8. Métaux Ferreux et non ferreux	23. Logement et restauration
9. Produits de Minerais non Met.	24. Transports Terrestres
10. Chimie	25. Transports aériens et maritimes
11. Produits métalliques	26. Autres transports
12. Machines Agricoles et industrielles	27. Communication
13. Machines de bureau	28. Banque, finance et assurance
14. Biens électriques	29. Autres services marchands
15. Equipements de Transports	30. Services non marchands

La spécificité de Némésis est l'endogénéisation du progrès technique à travers trois phases : de la R&D au stock de savoir, du stock de savoir à l'innovation et de l'innovation à la performance économique.

***I. LE STOCK DE SAVOIR***

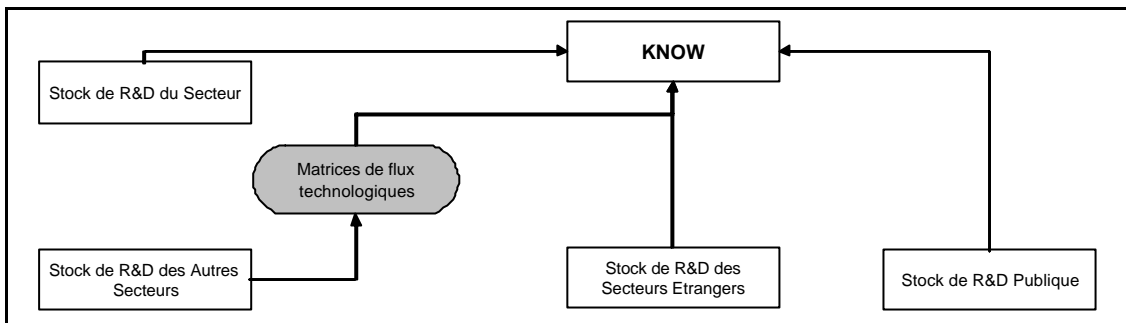
La variable qui joue un rôle essentiel dans l'endogénéisation du progrès technique dans Némésis est la variable « savoir » (KNOW) qui découle du stock de R&D. Le stock de R&D d'un secteur est déterminé par ses dépenses de R&D et par un taux de déclassement constant. Il est constitué comme un stock de capital, le déclassement traduisant ici l'effacement progressif des connaissances (figure 1).

**Figure 1 : De la dépense de R&D au Stock de R&D**



Le « savoir » n'est pas seulement déterminé par le stock de R&D du secteur mais aussi par toutes les externalités de connaissance de tous les autres secteurs nationaux et étrangers (figure 2). Les externalités de connaissance émises par les autres secteurs dépendent de leurs stocks de R&D, par l'intermédiaire des matrices de flux technologiques. Ces matrices, différenciées par secteur et par pays, sont construites d'après la méthodologie développée par Evenson (2002) pour l'OCDE. Elle consiste à identifier, pour chaque brevet déposé à l'Office européen, les secteurs producteur et utilisateur de l'innovation décrite par le brevet. Cela permet ensuite de déterminer dans quelle proportion les connaissances accumulées dans un secteur vont bénéficier aux autres à travers le calcul de coefficients de transfert de connaissances entre secteurs, les connaissances étant, par hypothèse, ici portées par les brevets. Ce travail est réalisé à un niveau très détaillé (plus de 100 secteurs) et les résultats sont ré-agrégés dans la nomenclature sectorielle de Némésis, sous la forme de matrices de flux technologiques. Le « savoir » se nourrit également du stock de R&D des secteurs étrangers et du stock de R&D publique.

**Figure 2. Le stock de connaissances**



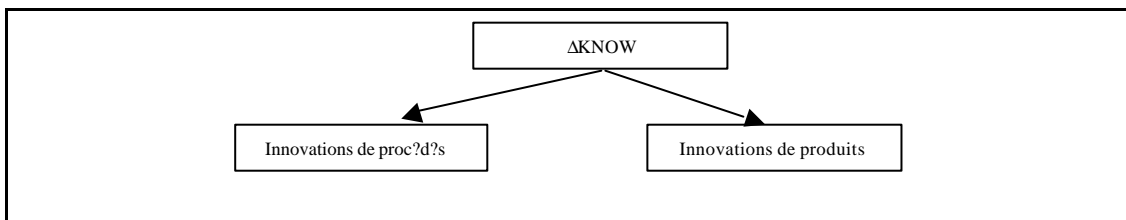
## ***II. DU STOCK DE SAVOIR À L'INNOVATION***

Les innovations sont déterminées par la variation du stock de savoir (figure 3). Les deux types d'innovation sont ici envisagés :

- les innovations de procédés qui augmentent la productivité globale des facteurs dans la spécification que nous avons retenue ;
- les innovations de produits qui se traduisent, dans la nomenclature fixe de la comptabilité nationale qui sous-tend Némésis, par des améliorations de qualité.

Ces deux types d'innovations agissent très différemment sur la performance économique.

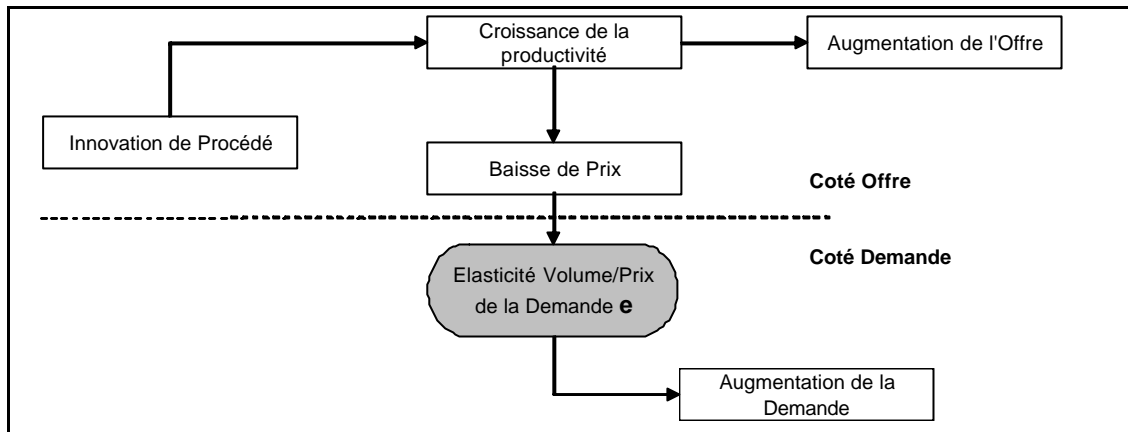
**Figure 3. Deux types d'innovations**



## ***III. DE L'INNOVATION À LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE***

L'innovation de procédé ne conduit pas aux mêmes effets que les innovations de produit. L'innovation de procédé augmente la productivité globale des facteurs, accroît ainsi l'offre de produit et baisse le coût unitaire de production, et donc le prix. Cette baisse de prix induit une augmentation de la demande, qui dépend de l'élasticité prix de la demande (figure 4).

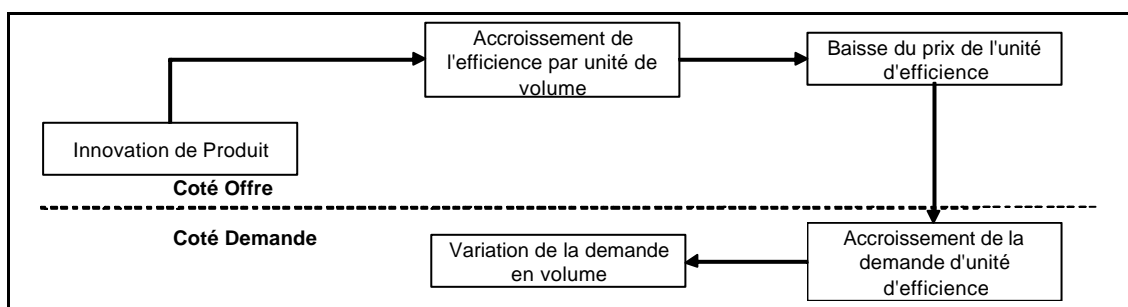
**Figure 4. Innovation de procédé et performance économique**



L'accroissement de la demande permet d'absorber le surcroît d'offre (à emploi constant) si l'élasticité prix de la demande est inférieure ou égale à un. Les estimations économétriques en séries chronologiques révèlent cependant une élasticité généralement inférieure à un pour chaque secteur, et donc pour l'ensemble de l'économie. Ce résultat vient de l'hypothèse d'une firme représentative par secteur : on ne considère pas la firme innovante en concurrence avec les autres entreprises de son secteur d'activité. Cela revient à supposer que l'ensemble des firmes du secteur innove et baisse son prix. L'augmentation de la demande dépend alors de la capacité d'absorption figurée par l'élasticité inférieure à un. Dans ce cas, l'innovation de procédé diminue l'emploi des facteurs puisque les effets d'offre l'emportent sur les effets de demande.

L'innovation de produit agit comme un accroissement de l'efficacité par unité de volume et augmente la demande d'unités d'efficacité (figure 5). La production en volume n'est maintenue qu'à la condition que la hausse de demande pour la nouvelle efficacité soit juste égale à l'augmentation de l'efficacité due à l'innovation. En général, l'innovation de produit fait plus que compenser la baisse de l'emploi de facteur due à l'innovation de procédé. Par conséquent, la R&D conduit à une augmentation du PIB et de l'emploi des facteurs simultanément.

**Figure 5. Innovation de produit et performance économique**



Les effets *ex ante* de l'innovation sur le PIB dépendent des effets de l'accroissement du savoir sur la productivité globale des facteurs et la qualité et, par ce biais, sur la demande : l'accroissement de la production est en effet lié aux accroissements de la demande issus de l'innovation de procédé et de l'innovation de qualité respectivement (encadré 1).

**Encadré 1. Les effets des innovations sur la performance économique**

→ Innovation de procédé : l'accumulation du savoir (KNOW) génère un accroissement de la productivité globale des facteurs (TFP).

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = a \frac{\Delta KNOW}{KNOW}$$

→ Innovation de produit : l'accumulation du savoir (KNOW) entraîne une amélioration de la qualité (QUAL).

$$\frac{\Delta QUAL}{QUAL} = a' \frac{\Delta KNOW}{KNOW}$$

→ La performance économique : l'accroissement de la production (Y) dépend de l'augmentation de la demande due aux innovations.

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \underbrace{e \frac{\Delta TFP}{TFP}}_{\text{Accroissement de demande d'aux innovations de prod?d?}} + \underbrace{e' \frac{\Delta QUAL}{QUAL}}_{\text{Accroissement de demande d'aux innovations de prod}}$$

soit,  $\frac{\Delta Y}{Y} = (ea + e'a') \frac{\Delta KNOW}{KNOW} = b \frac{\Delta KNOW}{KNOW}$

En définitive, la performance économique, mesurée par l'accroissement de la production due à l'accroissement de savoir, s'écrit :

$$\frac{\Delta Y}{Y} = b \frac{\Delta KNOW}{KNOW}$$

La plupart des études économétriques disponibles relient l'accroissement de la production à l'accroissement du stock de R&D (SRD) selon la formule<sup>1</sup> :

$$\frac{\Delta Y}{Y} = a \frac{\Delta SRD}{SRD}$$

La différence entre ces deux approches est une prise en compte explicite de toutes les externalités dans la première et une prise en compte implicite ou nulle dans la seconde.

**Tableau 5. L'impact de la R&D sur la productivité globale des facteurs**

Auteurs	Echantillon	Elasticité de la R&D
<b>En coupe</b>		
Minassian (1969)	17 firmes chimiques	0,26
Griliches (1980)	883 firmes américaines	0,07
Schankerman (1983)	110 firmes chimiques et pétrolières	0,16
Griliches-Mairesse (1984)	77 firmes américaines	0,18
Cunéo-Mairesse (1984)	98 firmes françaises	0,21
Mairesse-Cunéo (1985)	296 firmes françaises	0,16
Griliches (1986)	491 firmes américaines	0,11
Jaffe (1986)	432 firmes américaines	0,20
Sassenou (1988)	112 firmes japonaises	0,16
<b>En séries chronologiques</b>		
Minassian (1969)	17 firmes chimique	0,08
Griliches (1980)	883 firmes américaines	0,08
Griliches -Mairesse (1984)	343 firmes américaines et 185 françaises	0,02
Griliches -Mairesse (1984)	133 firmes américaines	0,09
Cunéo-Mairesse (1984)	182 firmes françaises	0,05
Mairesse-Cunéo (1985)	390 firmes françaises	0,02
Griliches (1986)	652 firmes américaines	0,12
Jaffe (1986)	432 firmes américaines	0,10
Sassenou (1988)	394 firmes japonaises	0,04

Source :Mairesse et Sassenou (1991), repris par Boyer et Didier (1998).

<sup>1</sup> La formule qui sert à ces estimations est  $\frac{\Delta Y}{Y} = A(SRD)^a F(K,L,...)$ . En principe, **a** est inférieur à **b**.

Les études économétriques (Mohnen (1990), Mairesse et Sassenou (1991), Griliches (1992), Nadiri (1993), Cameron (1998), ...) révèlent une fourchette assez large pour le paramètre  $\beta$  de 0.05 à 0.2. Les résultats sont indépendants des méthodes retenues. Cependant lorsque  $\beta$  est estimé à partir de séries de coupe instantanée (inter-entreprises), il est plus élevé qu'à partir d'estimations chronologiques (tableau 5). Cela est dû au fait qu'une entreprise innovante prend des parts de marché sur ses concurrents au sein d'un même secteur d'activité. Les études qui différencient l'élasticité par secteur d'activité montrent que la productivité de la R&D croît avec le degré d'avancement technologique du secteur : elle est plus forte dans les secteurs intensifs en R&D et donc dans les pays intensifs en R&D.

Ces résultats nous amènent à présenter plusieurs scénarios des effets de la politique de Barcelone selon la valeur retenue pour le paramètre  $\beta$ . La grande plage de variation de  $\beta$  jointe à la sensibilité des résultats à sa valeur commande une analyse de sensibilité approfondie. Nous étudions un jeu d'hypothèse sur la politique de R&D elle-même, selon son mode de financement, en particulier.

## II. LES ÉVALUATIONS DES POLITIQUES D'EFFORT DE R&D

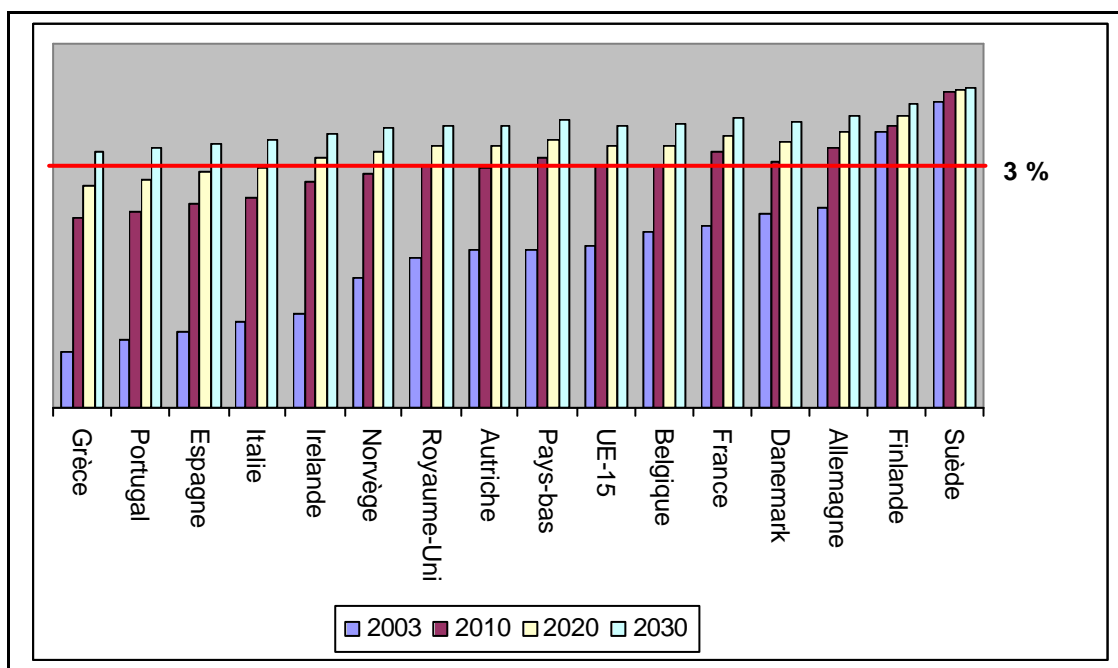
L'objectif fixé à Barcelone d'atteindre une intensité de R&D de 3 % du PIB en 2010 à l'échelle européenne implique que le renforcement des efforts de R&D se réalise avec une certaine convergence entre les différents États européens. Les écarts d'intensité importants en 2002, en particulier entre les pays du sud et du nord de l'Europe (Cf. graphique 6), avec un minimum d'intensité de 0,67 % pour la Grèce, et un maximum de 4,27 % pour la Suède, devront ainsi être progressivement comblés, pour permettre à l'ensemble des pays européens de participer pleinement à la mise en place en Europe, de « l'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde, capable d'une croissance économique durable accompagnée d'une amélioration quantitative et qualitative de l'emploi et d'une plus grande cohésion sociale. ».

Nous avons traduit dans le modèle Némésis cette nécessité de convergence des efforts de recherche entre États européens, en retenant une date éloignée, 2050, à laquelle nous avons supposé que tous les pays européens atteindront une intensité de R&D de 4 % du PIB.

Pour l'année 2010, nous avons retenu l'objectif de 3 % du PIB en 2010 en moyenne en Europe ; toutefois, à cette date, la convergence entre États européens reste relative, les pays du sud de l'Europe continuant leur phase de rattrapage des pays du nord plus avancés qu'eux.

Pour atteindre une cible pour l'intensité de R&D européenne située à 3 % en 2010, puis à 4 % en 2050, il faut une croissance de la R&D plus vive entre 2003 et 2010 que dans les années suivantes. Nous avons donc supposé que, entre 2003 et 2010, chaque pays augmente son intensité de R&D de façon à atteindre (virtuellement) le niveau de 4 % dès 2017 ; en 2010, la trajectoire de l'effort de recherche est ensuite modifiée pour obtenir 3,5 % en 2030, puis la convergence absolue à 4% des intensités nationales en 2050.

**Graphique 6 : Les intensités en R&D des pays européens à l'horizon 2030**



En outre, conformément à l'objectif de Barcelone, nous avons supposé que le tiers de la recherche européenne est financée par le public en 2010, et que les deux tiers restants sont financés par des organisations privées. Au-delà de 2010, cette répartition entre effort privé et effort public de recherche est maintenue.

Quant au lieu d'exécution de la recherche, nous avons retenu également l'hypothèse que progressivement, la part prise par les laboratoires privés augmente pour atteindre les deux tiers des travaux d'exécution de la R&D au niveau de l'Europe, et de chaque État européen.

## DES SCÉNARIOS DE MÉCANISMES ET DE MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE R&D

Afin d'encadrer les résultats plausibles de la politique européenne d'augmentation de l'effort de R&D, nous mettons à l'œuvre plusieurs scénarios. Nous envisageons un jeu d'hypothèses, d'une part, sur des paramètres clés de Némésis et, d'autre part, sur la politique de R&D elle-même. Une variante centrale (notée  $V_{0,0}$ ) a été choisie pour une présentation approfondie des résultats.<sup>1</sup> Ce scénario est apparu comme un scénario médian à la fois par les mécanismes adoptés et par la politique mise en œuvre. L'ensemble des variantes se définit par rapport à cette variante de base en modifiant soit un paramètre de fonctionnement du modèle soit une condition de mise en œuvre de la politique.

### I. UN JEU D'HYPOTHÈSES SUR LES MÉCANISMES DE NÉMÉSIS

Nous étudions tour à tour trois mécanismes du modèle à travers des tests de sensibilité sur l'élasticité du stock de connaissance à la performance économique, l'élasticité de substitution entre les différents biens de capital et le partage de la valeur ajoutée.

#### Variation de l'élasticité $\beta$ de la performance économique à l'égard du stock de connaissance.

L'élasticité  $\beta$  dépend à la fois (voir encadré 1) du lien entre R&D et innovation (coefficients  $a$  et  $a'$ ) et de l'absorption des innovations (élasticité  $e$  et  $e'$ ). Les résultats de la littérature économétrique sont, comme nous l'avons vu, assez dispersés (la valeur de  $\beta$  varie entre 0,02 et 0,26). Nous supposons que  $\beta$  est la somme pondérée d'une constante  $\beta_0$  et d'une fonction de l'intensité de R&D de chaque secteur, cette intensité augmentant entre 2002 et 2030.<sup>2</sup> Dans la variante centrale  $V_{0,j}$ , nous accordons un poids plus important à la constante que dans la variante  $V_{1,j}$ . L'élasticité  $\beta$  est donc plus faible en 2030 que dans le scénario alternatif (tableau 6). Dans une troisième variante  $V_{2,i}$ , nous supposons que l'élasticité  $\beta$  est identique dans tous les secteurs et tous les pays, et égale à 10 %.

Tableau 6. Evolution de  $\beta$

	2002	2030
$V_{0,j}$	0,075	0,124
$V_{1,j}$	0,075	0,141

<sup>1</sup> Les variantes sont notées  $V_{i,j}$  avec  $i$  l'indice relatif hypothèses sur les paramètres du modèle et  $j$  l'indice relatif à la mise en œuvre de la politique de R&D

<sup>2</sup> L'équation déterminant  $\beta$  est  $\beta = a \cdot \beta_0 + (1-a) \cdot f\left(\frac{RD}{Y}\right)$

$V_{2,j}$	0,1	0,1
-----------	-----	-----

### **Le partage de la valeur ajoutée**

Comment les gains de productivité et de croissance, engendrés par les innovations résultant de la R&D, sont-ils partagés entre les entreprises et les salariés ? Le mécanisme de détermination du salaire dans Némésis est fondé sur une courbe de Phillips simple, dans laquelle l'augmentation du salaire réel issue de la croissance est liée aux tensions sur le marché du travail. Cette hypothèse, admissible lorsque les gains de croissance et de productivité sont faibles, ne l'est plus lorsqu'ils portent sur des gains de productivité importants et, de plus, lorsque l'horizon est long. Pour cette raison, nous avons modifié la version originale de la courbe de Phillips, en intégrant un effet de productivité, et construit différents scénarii de partage de la valeur ajoutée.

- Dans le scénario  $V_{0,j}$ , le tiers des gains de productivité du travail se répercute sur le salaire réel (une hausse de la productivité du travail de 10 % augmente le salaire de 3.33 %).
- Dans le scénario  $V_{4,j}$ , les gains de productivité sont totalement gardés par les entreprises, qui peuvent les répercuter sous forme de baisses de prix, mais les salaires ne profitent pas de ces gains et augmentent seulement en fonction des tensions sur le marché du travail. La croissance est alors «tirée» par les gains de compétitivités de l'Europe et donc par le solde extérieur
- Dans le scénario,  $V_{5,j}$ , les gains de productivité sont intégralement reportés dans les salaires. En raison de la tension sur le marché du travail, les salaires augmentent *ex-post*<sup>1</sup> plus vite que la productivité, ce qui va déplacer le partage de la valeur ajoutée dans un sens favorable aux salariés. La consommation est ici le principal vecteur de la croissance.

### ***I. VARIANTES DE MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE DE R&D***

Nous déclinons la politique de R&D en plusieurs scénarios, qui se distinguent de la variante centrale par l'hypothèse envisagée sur financement (public ou privé) de la R&D ou par l'hypothèse qu'une partie de l'effort de R&D résulte de commandes publiques passées aux secteurs intensifs en R&D.

#### **Le mode de financement de la recherche**

Nous envisageons deux scénarii extrêmes dans lesquels l'essentiel du financement est supporté par le gouvernement ou par les entreprises.

Lorsque le financement est supposé essentiellement public, le surcroît d'intensité de R&D est financé dans tous les secteurs par des fonds publics. L'accroissement spontané de la R&D privée dû à une plus grande croissance reste cependant à la charge des firmes. Le déficit public pour l'ensemble des pays européens est par conséquent de l'ordre de 1.1 % du PIB *ex-ante*. Celui de la France est supérieur à 0,8 % du PIB en 2010. L'hypothèse retenue ici est que le financement des dépenses s'opère par l'accroissement du déficit public sans qu'il y ait de retour du déficit sur le taux d'intérêt. Ce surcroît de dépenses publiques va dès lors agir, du moins au début, comme un multiplicateur keynésien.

Lorsque les entreprises privées réalisent l'essentiel de l'effort de financement de la recherche, elles participent aussi au financement de l'effort de recherche publique,

---

<sup>1</sup> On distingue communément les effets *ex-ante*, avant la simulation du modèle, des effets *ex-post* des variantes. Les effets *ex-post* intègrent toutes les conséquences, directes et indirectes, de nos scénarios, grâce aux mécanismes économiques du modèle.

puisque l'accroissement de dépenses publiques pour la recherche n'atteint que 0,16 % du PIB en 2010, alors que l'effort de R&D publique augmente de 0,30 %. Le financement de l'effort se solde par un besoin de financement qui, dans la structure actuelle du modèle, se répercute sur le taux de marge des entreprises, et donc sur le prix de production. Ainsi, ce mode de financement est plus inflationniste que le précédent, ce qui, on le verra ultérieurement, a pour effet de limiter les gains de compétitivité, et donc la croissance et l'emploi, par rapport au scénario alternatif.

Un autre mode de financement par les entreprises aurait pu impliquer le système bancaire et financier, l'accroissement de la R&D étant financé par emprunts, conformément aux dispositions visant à faciliter l'accès au crédit des firmes innovantes. Cela n'est pas possible dans l'état actuel du modèle. L'incidence d'une telle hypothèse aurait cependant été limitée. Elle se serait traduite par une modification de l'échéancier de la hausse des prix, le système bancaire permettant de la retarder.

### Les commandes publiques

L'État a besoin de la R&D pour ses activités de défense, d'exploration spatiale, de gardien de l'environnement et de producteur de biens et services (comme l'énergie et l'aéronautique). Il peut s'adresser aux laboratoires de recherche publics, comme le Commissariat à l'énergie atomique en France et le *National Laboratories* aux États-Unis, mais doit aussi se tourner vers l'industrie, en s'adressant par exemple à Dassault en France ou Boeing aux États-Unis. L'État se trouve donc face à l'alternative de faire la R&D dont il a besoin au sein d'organismes publics ou de s'adresser à des structures privées. Le développement des TIC aux États-Unis est un bon exemple de l'effet d'entraînement des commandes publiques : initiée à la demande du ministère de la défense américain, la R&D dans ce domaine a profité ensuite largement au secteur privé. Les risques inhérents aux recherches sur les nouvelles technologies n'auraient sans doute pas permis un tel développement de l'Internet si le gouvernement américain n'avait été le premier client pour ces technologies.

Aussi envisageons nous un scénario dans lequel l'accroissement de l'effort de R&D passe par les commandes publiques aux secteurs technologiquement avancés et intensifs en R&D. Si l'on accroît les commandes passées à ces secteurs, leur R&D augmente. Ainsi, même si l'intensité de R&D de ces secteurs n'augmente pas, la part plus importante de ces activités dans les économies nationales aura pour conséquence de renforcer l'effort de R&D (par un simple effet de structure).

Cette stratégie ne peut être envisagée pour porter l'effort de R&D à 3 % du PIB car cela supposerait un accroissement de la demande publique trop important. Pour cette raison, nous couplons cette hausse de la demande avec un effort complémentaire de R&D pour arriver aux objectifs de la politique de 3 %.

## UN SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR L'EFFORT DE RECHERCHE EN EUROPE

Les hypothèses retenues pour le scénario central sont les suivantes<sup>1</sup> :

H1. Elasticité  $b$  du stock de connaissance dans la performance économique : de 0,075 en 2002 à 0,124 en 2030.

---

<sup>1</sup> Les résultats macroéconomiques et ceux de certains secteurs économiques représentatifs sont donnés dans l'annexe A pour la France et l'annexe B pour l'Europe.

- H2. Partage de la valeur ajoutée : le tiers des gains de productivité du travail est redistribué aux salariés en plus de l'augmentation des salaires due aux tensions sur le marché du travail.
- H3. Financement de la R&D : la quasi-totalité du financement de l'accroissement de l'effort de R&D est assurée par le secteur privé, seul 0,16 % de l'effort supplémentaire en 2010 est assuré par le public.<sup>1</sup> Les deux tiers de la totalité des dépenses européennes de R&D sont ainsi financés par le secteur privé en 2010.
- H4. Exécution de la R&D : 70 % de l'accroissement de l'effort est exécuté dans le privé, les 30 % restant dans le public.
- H5. Convergence : hypothèse de convergence absolue éloignée.
- H6. Commandes publiques : aucune commande supplémentaire.

### ***I. LES RÉSULTATS MACRO-ÉCONOMIQUES : UNE AUGMENTATION DU PIB ET DE L'EMPLOI EN DEUX PHASES***

#### **Les résultats pour l'ensemble de l'Europe**

##### *La phase de « multiplicateur » avec déficit extérieur*

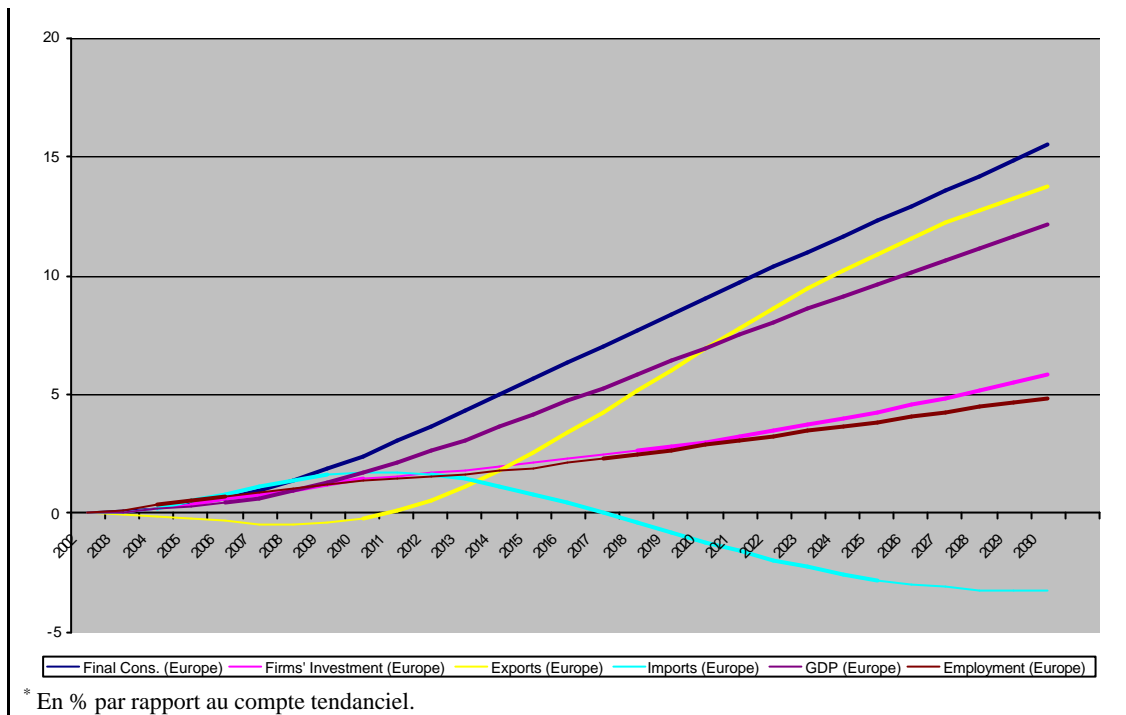
Pendant toute la première phase, qui s'étend à peu près jusqu'en 2010, l'économie européenne est « relancée » par l'augmentation spontanée des dépenses de R&D. En 2010 l'augmentation du PIB est de 1,7 % pour une croissance des dépenses de R&D de 1,1 % du PIB, ce qui correspond à un multiplicateur (qui n'est pas encore arrivé à maturité) de 1,6.

Durant cette première période, les délais de maturation de la R&D, qui sont de 3 ans pour la R&D privée et 5 ans pour la R&D publique, sont tels que la productivité augmente faiblement : la productivité globale des facteurs ne s'accroît que de 0,8 % en 2010. Ces faibles gains de productivité expliquent le caractère de « multiplicateur » de la politique d'accroissement des dépenses de R&D.

#### **Graphique 7 : Les impacts macroéconomiques en Europe\***

---

<sup>1</sup> En 2010, les dépenses de R&D ont augmenté de 1,14% du PIB. Le secteur public finance la part de 0,16% du PIB et le secteur privé les 0,98% restants.



La hausse du PIB engendre un accroissement de l'emploi et des revenus réels, sous l'impulsion de la courbe de Phillips. L'emploi augmente de 1,4 % en 2010 et le revenu disponible réel de 3 %. Jusqu'en 2008, l'accroissement de l'emploi est supérieur à l'accroissement de PIB (graphique 7), ce qui, d'un point de vue macro-économique, peut paraître curieux (l'emploi suit avec retard l'augmentation du PIB) mais qui est explicable ici par le fort contenu en emploi des dépenses de R&D.

Tous les postes de la demande intérieure s'accroissent. En particulier, la hausse de la consommation, de 2,4 % en 2010, joue un rôle prépondérant grâce à la hausse de l'emploi et des revenus réels. L'investissement total augmente de 1,8 % en 2010.

L'évolution des prix dans cet exercice est différente de celle d'une relance keynésienne standard. En effet, 86 % du financement du surcroît de R&D en 2010 est à la charge des entreprises, qui reportent ce surcoût sur les prix. Le caractère inflationniste de la politique de R&D est plus prononcé qu'avec une simple politique de dépenses publiques. Ainsi, les prix augmentent sous l'influence concomitante de la relance de la demande et du mode de financement des dépenses de R&D. A partir de 2008, les gains de productivité compensent le coût de la politique pour les entreprises.

La relance de la demande conjuguée à la hausse des prix pèsent sur le commerce extérieur européen : les importations augmentent de 1,7 % et les exportations diminuent de 0,2 % en 2010. Ainsi, le déficit extérieur se creuse pendant cette période, ce qui explique la «relative» faiblesse du multiplicateur, en dépit du faible taux d'extraversion de l'ensemble de l'Europe. En effet, seuls 10 % des échanges européens sont réalisés avec le reste du monde. Néanmoins, à partir de 2008, le déficit extérieur s'amointrit sous l'influence de la réduction de l'inflation.

### *La phase de croissance due à l'innovation*

La maturation des efforts significatifs de recherche apparaît à partir de 2005. Au-delà de 2010, la R&D va alors pleinement produire ses effets sur les deux formes d'innovations : les gains de productivité globale des facteurs (de 0,8 % en 2010, 1,92 % en 2015, 3,11 % en 2020 à 5 % en 2030) et l'amélioration de la qualité des produits (de 2,1 % en 2010, 4,96 % en 2015, 7,5 % en 2020 à 11,1 % en 2030). Ainsi la croissance

est dorénavant tirée par une augmentation de la demande due à la baisse des coûts, et donc des prix (voir figure 4), et à l'effet qualité (voir figure 5).

Cette augmentation de la demande touche essentiellement deux postes, la consommation et le solde extérieur. La consommation s'accroît parce que les prix baissent et parce que la qualité augmente ; la seule baisse des prix due à une hausse de la productivité des facteurs eut été, dans le cadre du fonctionnement de Némésis, insuffisante pour tirer la croissance. De même, les importations et les exportations bénéficient-elles des gains en compétitivité prix et en compétitivité structurelle. Les exportations croissent très vivement à partir de 2011 tandis que les importations redeviennent négatives (en dessous du compte tendanciel) après 2018, ce qui est une performance exceptionnelle si l'on tient compte de la forte croissance qui augmente la demande d'importations.

En revanche, l'investissement des entreprises, contrepartie de la demande finale, augmente moins vite, en raison du gain de productivité globale des facteurs. L'investissement n'augmente que de 2,1 % en 2015, 3 % en 2020 à 5,9 % en 2030. Observons que, sur la longue période, le coefficient de capital tend à diminuer, ce qui n'est pas conforme à l'histoire économique et que retracent les séries longues. Cependant, nous décrivons, ici, une période où l'effort de R&D augmente sans cesse, ce qui nous écarte d'une trajectoire d'état stable.

De même, l'emploi augmente seulement de 4,9 % en 2030 (avec 2,87 % en 2015 et 3,86 % en 2020), ce qui est beaucoup plus faible que la croissance du PIB, de 12,1 % en 2030 (6,97 % en 2015 et 9,65 % en 2020). En effet, le travail bénéficie aussi des effets de la R&D. La productivité du travail s'accroît ainsi de 8,1 % en 2030. L'Europe crée 10 millions d'emplois sur la période, dont 3,1 millions liés à la recherche (avec respectivement 3,1 et 2 millions en 2015 et 5 et 2,4 millions en 2020). Le chiffre de l'emploi hors recherche est relativement faible (il augmente de 3,4 % en 2030) car il s'agit d'une croissance fondée en partie sur des gains de productivité importants. Certains secteurs, comme nous allons le voir maintenant, perdent même un peu d'emplois, en dépit d'une croissance assez soutenue. Ces résultats ne sauraient inquiéter, ils sont même en cohérence avec la croissance soutenue d'une Europe atteinte par le vieillissement démographique.

Même si l'on observe en fin de période une légère inflation due à des phénomènes de limitation de la main d'œuvre (qui se traduisent par des hausses très prononcées de salaire réel), le PIB augmente de 12,1 % en 2030, ce qui correspond à un surplus de croissance en volume d'un peu moins de 0,5 % par an. Cet accroissement correspond au volume de la valeur ajoutée et n'intègre pas le supplément de qualité, et donc de bien être, dû à la politique de l'innovation. La consommation augmente de 15,5 % (5,7 % en 2015 et 9,1 % en 2020), les exportations de 13,7 % (2,6 % en 2015 et 6,9 % en 2020) et les importations diminuent de 3,2 % (elles augmentent de 0,8 % en 2015 et diminuent de 1,2 % en 2020).

Enfin, bien sûr, le mode de financement des efforts de R&D n'accroît pas la charge du budget et donc le déficit des administrations publiques.

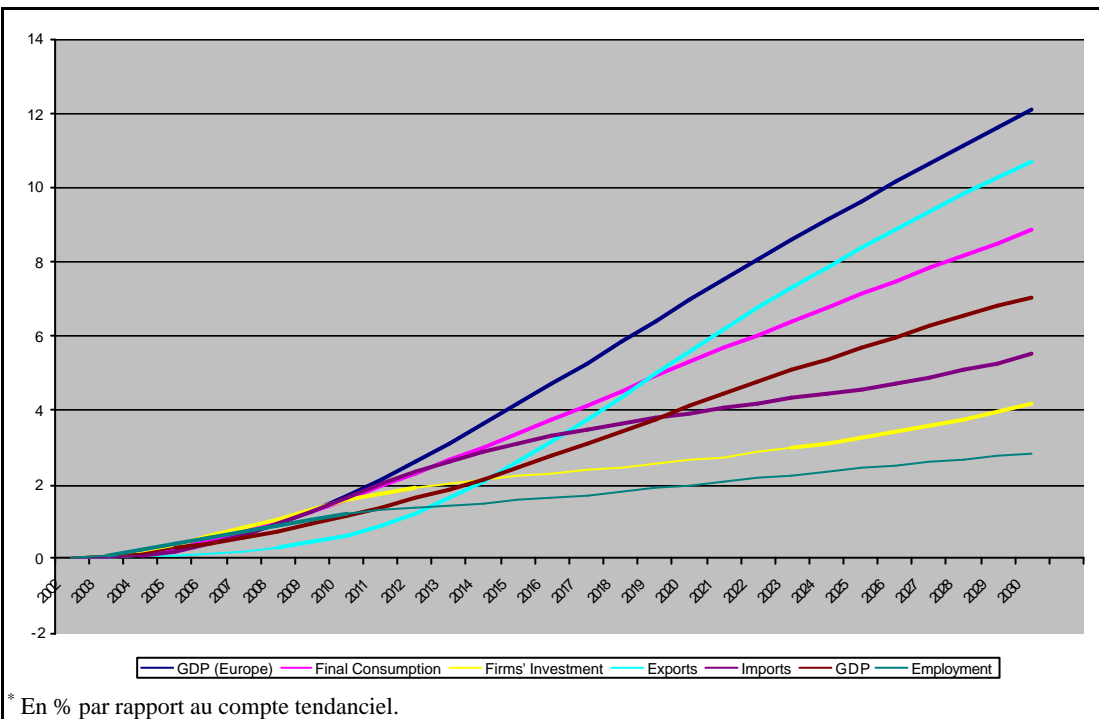
### **Les résultats pour la France**

Globalement les mécanismes macroéconomiques de la politique sont les mêmes pour la France que pour l'Europe prise dans son ensemble, même si les effets bénéfiques sont atténués. Ainsi, le découpage en deux phases distinctes est moins net, et ceci pour trois raisons :

- la France faisant partie du groupe de tête des pays européens en matière d'intensité de R&D nationale, le choc initial est moins élevé (0,9 % du PIB en 2010 contre 1,1%), ce qui réduit l'effet multiplicateur ;
- d'autre part, sous l'hypothèse de convergence absolue, la croissance de l'intensité est plus faible que la moyenne européenne, non seulement dans la première phase mais aussi dans la seconde ;
- enfin, selon la loi d'évolution de  $\beta$  qui dépend de la croissance de l'intensité des secteurs, l'effet de la R&D sur l'innovation, et donc la compétitivité, est plus faible sur l'horizon de simulation. L'intensité croît en effet moins vite, ce qui limite les rendements de la recherche par rapport à l'ensemble de l'Europe.

Ainsi, en 2030, la productivité des facteurs ne croît que de 3,5 % et la croissance de l'indice de qualité est de 7,7 % alors que, en moyenne en Europe, la productivité augmente de 5 % et l'indice de qualité de 11 %.

**Graphique 8 : Les impacts macroéconomiques en France\***



Les spécificités qui viennent d'être présentées influencent alors l'évolution des prix. La productivité globale des facteurs croissant moins vite, ceux-ci augmentent plus en début de période et baissent moins en fin de période, même si la forme de leur évolution est comparable à celle de l'Europe (on retrouve la courbe en cloche).

Enfin, lorsqu'on s'intéresse à la France uniquement, son environnement extérieur ne peut être considéré constant, contrairement à ce qui passe pour l'ensemble de l'Europe. Les politiques mises en œuvre dans tous les pays européens influencent les résultats français via son commerce extérieur. Cette caractéristique ajoutée aux mécanismes précédents a trois conséquences sur le commerce extérieur français :

- un effet volume positif sur le commerce intra européen : la croissance soutenue des partenaires commerciaux de la France entraîne ses exportations ;
- un effet prix négatif sur le commerce extérieur intra européen : la France perd en compétitivité vis-à-vis de la plupart de ses partenaires, exceptés la Suède et les Pays-bas.

- un effet prix négatif puis positif pour son commerce extra européen : comme pour l'ensemble de l'Europe, la France perd tout d'abord en compétitivité vis-à-vis du reste du monde, mais améliore son excédent commercial (en volume) après 2010 lorsque les effets de la R&D jouent pleinement.

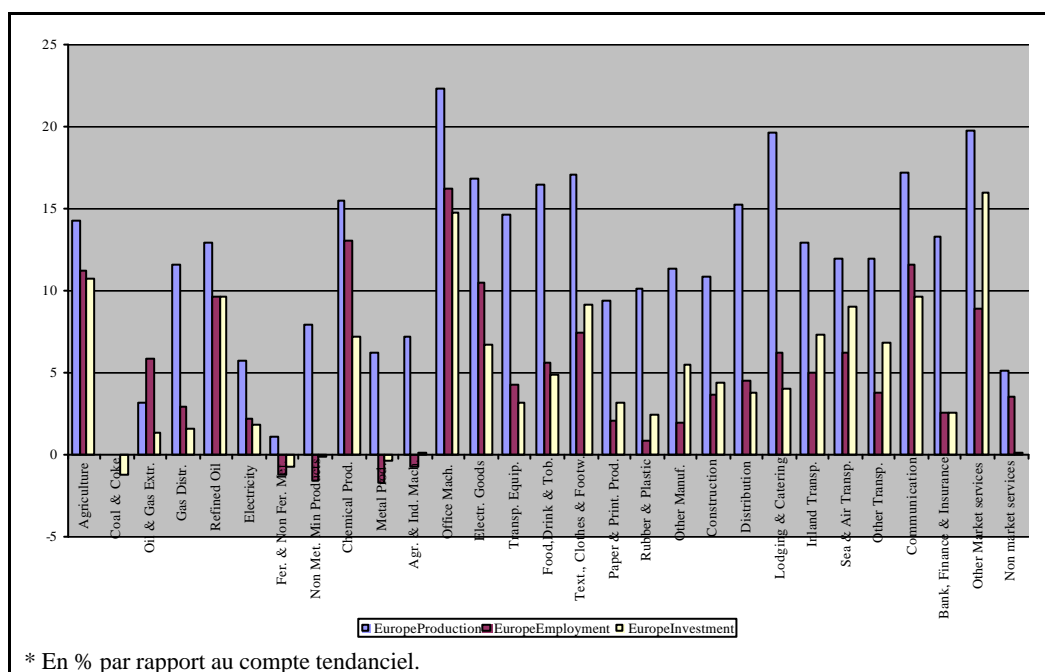
Au total, le PIB français s'accroît de 7,1 % en 2030, alors que l'emploi augmente de 2,9 %. Ces résultats montrent la faiblesse des gains de productivité français par rapport à l'Europe. Il faut néanmoins garder en mémoire que de tels résultats sont dus en grande partie à l'hypothèse de convergence absolue.

## I. LES RÉSULTATS SECTORIELS

### Les résultats pour l'Europe

Quatre groupes de secteurs peuvent être distingués du point de vue des effets et des résultats (cf. graphique 9) : les secteurs intensifs en R&D, les secteurs de biens intermédiaires, les secteurs de biens d'investissement (non compris ailleurs) et les secteurs de biens de consommation.

Graphique 9 : Production, emploi et investissement des secteurs en Europe en 2030\*



\* En % par rapport au compte tendanciel.

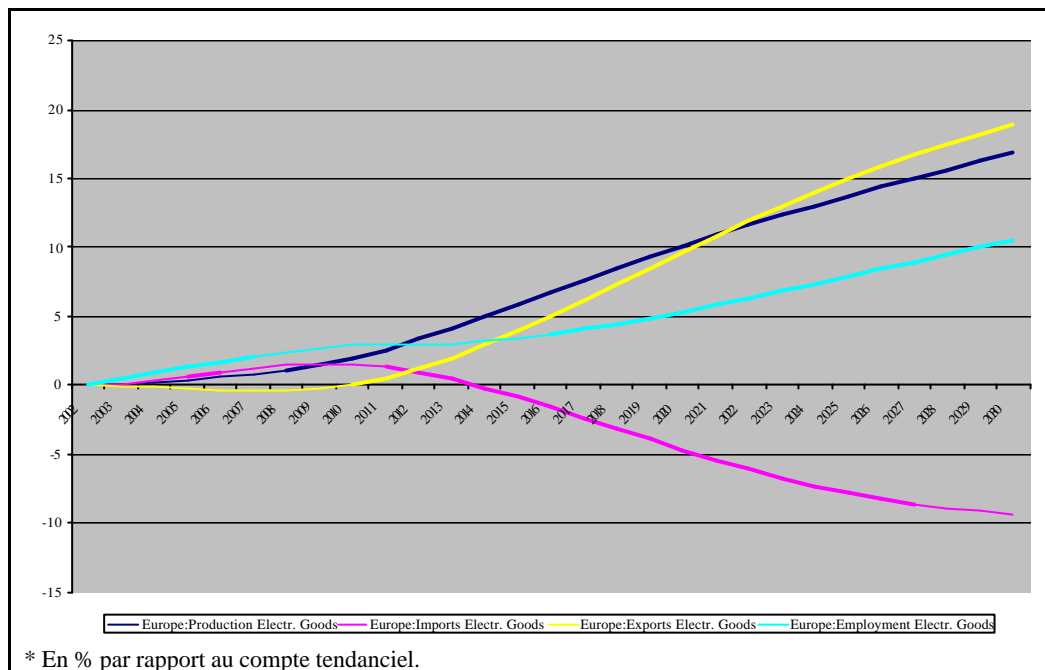
Dans l'ensemble des secteurs, on peut observer que l'évolution sectorielle est conforme à celle de la macroéconomie (voir, à titre illustratif, le graphique 10 pour le secteur des biens électriques) : les premières années de maturation sont marquées par une croissance plus lente et un creusement du déficit extérieur dû à l'augmentation de la demande, qui accroît les importations, et à l'augmentation des prix, qui diminue les exportations et accroît encore plus les importations. Après cette phase de maturation, s'enclenche le processus de croissance tiré par les innovations, par leurs effets sur la demande finale et la compétitivité. D'une façon générale, les hausses de production sont très supérieures aux augmentations d'emplois, en raison des forts gains de productivité.

### Les secteurs intensifs en R&D

Les secteurs intensifs en R&D sont ceux où la productivité des connaissances, et donc de la R&D, est la plus élevée. Il s'agit de la chimie, des machines de bureau, des biens

électriques et des matériels de transport. Les autres services marchands, qui comptabilisent la R&D qui ne l'est pas dans les secteurs industriels (sous-traitance de services de recherche marchands), est un autre secteur intensif en R&D.

**Graphique 10 : Le secteur des biens électriques en Europe\***



Tous ces secteurs ont un taux de croissance de la production élevé : la production augmente en 2030 de 14,6 % pour les matériels de transport à 22,3 % pour les machines de bureau. Cette croissance est explicable par l'amélioration très importante du solde extérieur sur la période ; la forte hausse des exportations est en effet accompagnée d'une diminution également très importante des importations. Dans les secteurs des biens électriques (graphique 10), de la chimie et des matériels de transport, où la progression des exportations dépasse celle de la production, les gains en compétitivité-prix et en compétitivité structurelle expliquent ainsi l'essentiel des évolutions.

C'est ce que confirme encore l'évolution de la demande intérieure adressée à ces secteurs intensifs en R&D, qui est soutenue en dépit de ce qu'ils recouvrent partiellement des produits intermédiaires, comme la chimie, ou des produits d'équipement, comme les biens électriques et le matériel de transport ; la baisse de prix due à l'effet qualité et aux gains de productivité réalisés nourrit ainsi l'accroissement de la demande par des effets de substitution favorables aux biens produits par ces secteurs ; l'impact négatif sur cette demande lié aux progrès de productivité des secteurs clients s'en trouve ainsi amoindri.

Dans le secteur de biens électriques, par exemple, la demande pour des besoins de consommation, d'investissement et de consommation intermédiaire s'accroissent respectivement de 13,6 %, 9,5 % et 13,2 %.

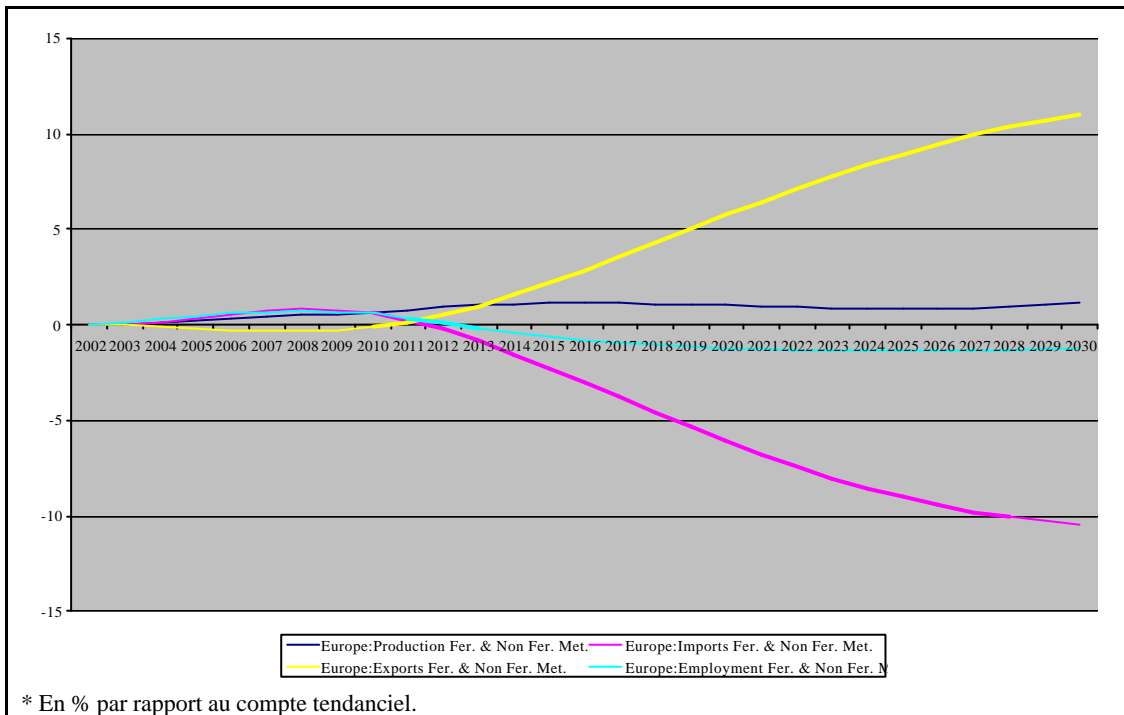
L'emploi des secteurs intensifs en R&D s'accroît beaucoup moins que la production en raison des forts gains de productivité engendrés par la R&D. Pour prendre un exemple, dans le secteur des biens électriques, la production croît de 16,8 % en 2030 alors que l'emploi ne progresse que de 10,5 % ; la réduction du contenu en emplois de la croissance de ce secteur s'explique ainsi par l'importance des gains de productivité totale, avec 12,2 % de progression en 2030. On peut alors imaginer, dans ce secteur à fort contenu technologique, un mode de développement où la production matérielle

requiert de moins en moins d'emplois, en raison des progrès de productivité et de qualité que permettent de réaliser des activités de recherche elles-mêmes très riches en emplois. On assiste ainsi à une substitution progressive des métiers de R&D à ceux de production.

### *Les secteurs des biens intermédiaires<sup>1</sup>*

Ce sont ceux qui pâtissent le plus de la politique de R&D : les progrès dans la productivité globale des facteurs vont diminuer la demande de ces produits. Comme, par ailleurs, le contenu de ces produits en R&D est relativement faible, les améliorations de qualité et les progrès réalisés dans leur fabrication ne sont pas de nature à beaucoup relancer la demande qui leur est adressée. L'emploi s'en trouve légèrement diminué (graphique 11).

**Graphique 51 : Le secteur des métaux ferreux et non ferreux en Europe\***



### *Les secteurs des autres biens d'investissement<sup>2</sup>*

Ces secteurs sont à distinguer des secteurs de biens d'investissement qui réalisent beaucoup de R&D et qui voient leurs débouchés s'accroître, en raison de l'effet qualité et de l'effet productivité, de telle sorte que l'emploi augmente ; ces derniers font partie des secteurs « intensifs en R&D ».

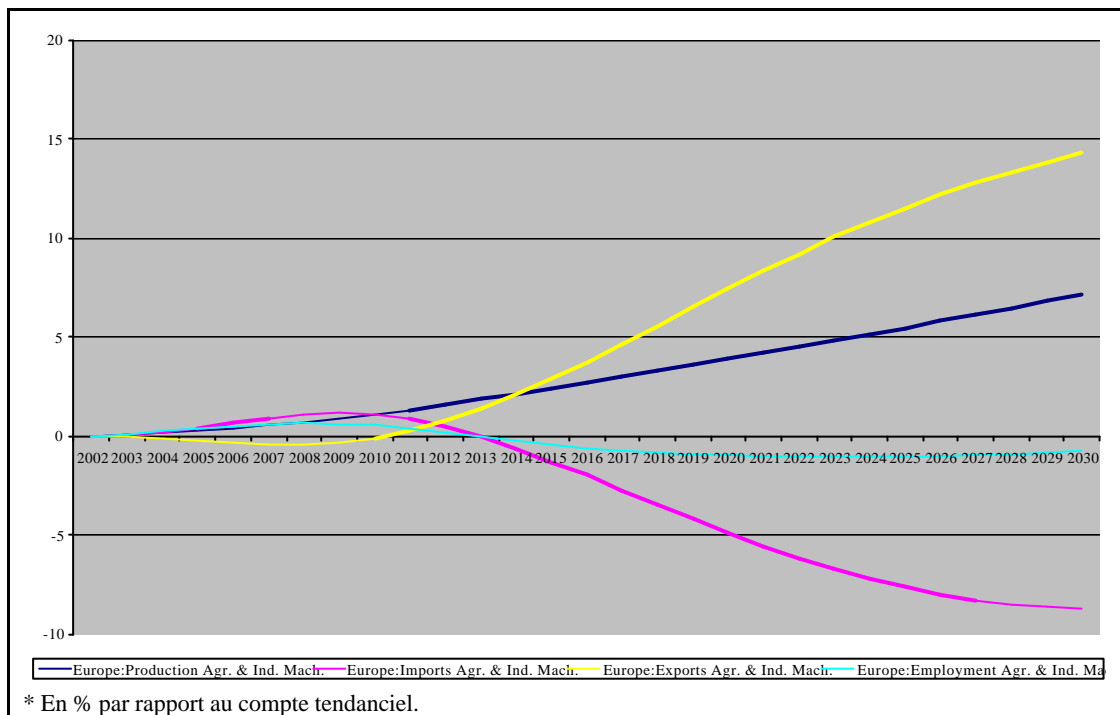
En revanche, les secteurs dont il s'agit ici, pâtissent de la faiblesse de leur intensité de R&D. Leurs gains limités de productivité et de qualité ne leur permettent pas d'accroître autant que la moyenne des autres secteurs le niveau de la demande qui leur est adressée, dans un contexte où, de surcroît, leurs clients réalisent eux-mêmes d'importants gains de productivité et réduisent leur taux d'investissement. C'est le cas notamment du secteur

<sup>1</sup> Il s'agit des secteurs des métaux ferreux et non ferreux, des produits minéraux non métalliques, des produits métalliques, et du caoutchouc et matières plastiques. La chimie, qui inclut la pharmacie est pour sa part comptée parmi les secteurs intensifs en R&D.

<sup>2</sup> Il s'agit des machines agricoles et industrielles, des équipements de transport, des autres industries et de la construction.

des machines agricoles et industrielles (graphique 12) dont la production n'augmente que de 7,2 % et qui enregistre une très légère décroissance de l'emploi (-0,8 % en 2030). Le secteur de la construction représente toutefois une exception dans la mesure où une part importante de la demande qui lui est adressée émane des ménages dont le pouvoir d'achat et l'épargne investie augmentent considérablement en Europe. Les évolutions dans ce secteur sont alors plutôt à rapprocher de ce qui passe dans les secteurs de biens de consommation et de services.

**Graphique 62 : Le secteur des machines agricoles et industrielles en Europe\***



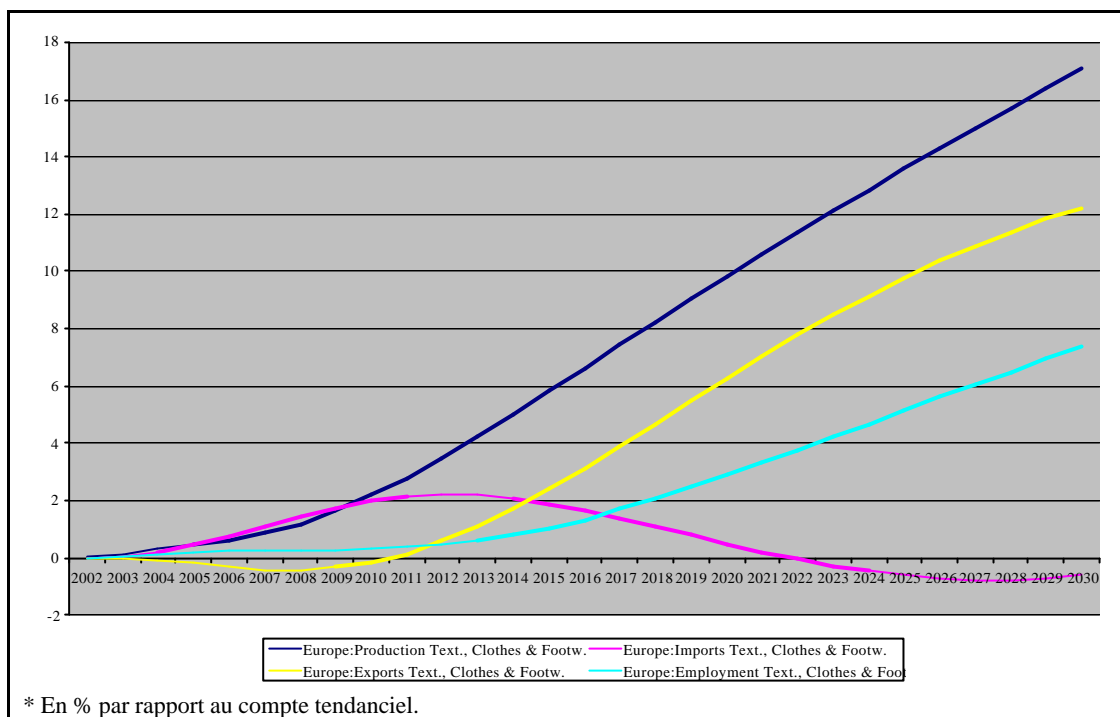
### *Les secteurs des biens de consommation et des services<sup>1</sup>*

Ces secteurs sont avantagés à la fois par le renforcement de leur effort de R&D, et par l'augmentation du salaire réel et plus généralement du pouvoir d'achat des ménages. La consommation finale des ménages est ainsi un moteur puissant de la croissance qui se met en place en Europe, et plusieurs secteurs de biens de consommation voient leur production augmenter de plus de 15 %, presque tous dépassant les 10 %.

La forte croissance de l'emploi dans l'ensemble des secteurs de consommation et de services aux particuliers participe ainsi d'un cercle vertueux, la croissance de ces secteurs se nourrissant d'elle-même et entraînant avec elle la croissance de l'ensemble des secteurs de l'économie.

**Graphique 73 : Le secteur des textiles, vêtements et chaussures en Europe\***

<sup>1</sup> Il s'agit des secteurs de l'alimentation, des boissons et du tabac, des textiles, vêtements et chaussures, de produits de papier et d'imprimerie, d'hébergement et restauration et des services de transport.



Nous voyons ainsi que la politique de 3% du PIB pour la recherche en Europe va modifier de façon importante la contribution à la croissance des différents secteurs de production composant l'économie européenne. Les secteurs à forte intensité technologique, avantagés par d'importantes améliorations de leur productivité et de la qualité de leurs produits, vont gagner les parts de marché les plus nombreuses, suivis par les secteurs fournissant les ménages en biens et services qui voient leur contribution à la croissance européenne se stabiliser ou progresser légèrement ; en revanche, les secteurs fournissant des biens intermédiaires ou des biens d'investissement au système productif, et qui sont en même temps faiblement intensif en R&D, vont, pour leur part, voir leur contribution à la croissance européenne se réduire.

### Les résultats pour la France

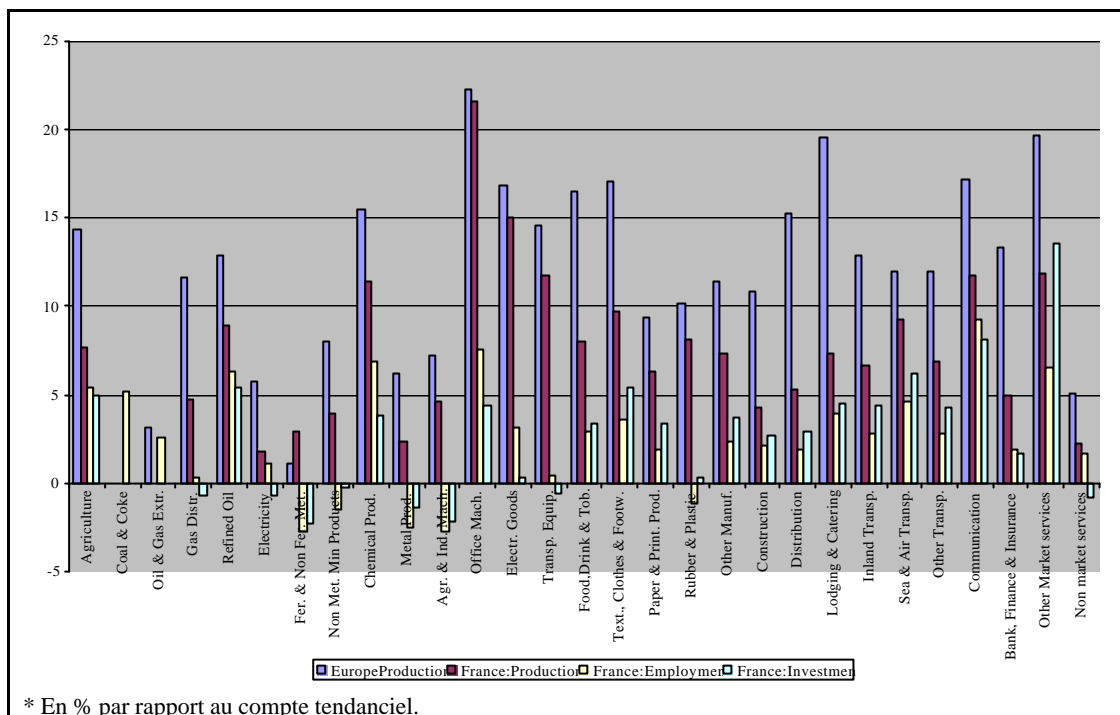
Au niveau national, chaque secteur va améliorer sa compétitivité vis-à-vis du reste du monde, tandis que les pays d'Europe effectuant un rattrapage de leur effort de R&D vont voir leur compétitivité relative s'améliorer au niveau européen ; il se produit l'inverse en France, qui se situe en 2002 dans le peloton de tête des pays européens pour le niveau de son effort de R&D (2,2 points de PIB contre 1,9 pour l'ensemble de l'Europe).

#### *Les secteurs intensifs en R&D*

Ce sont les secteurs dans lesquels l'évolution de la production, relativement aux autres pays européens, va le plus dépendre de l'évolution de l'effort de recherche ; la croissance de ces secteurs en France est ainsi légèrement inférieure à la moyenne européenne, comme l'illustre parfaitement l'exemple du secteur des biens électriques (graphique 15).

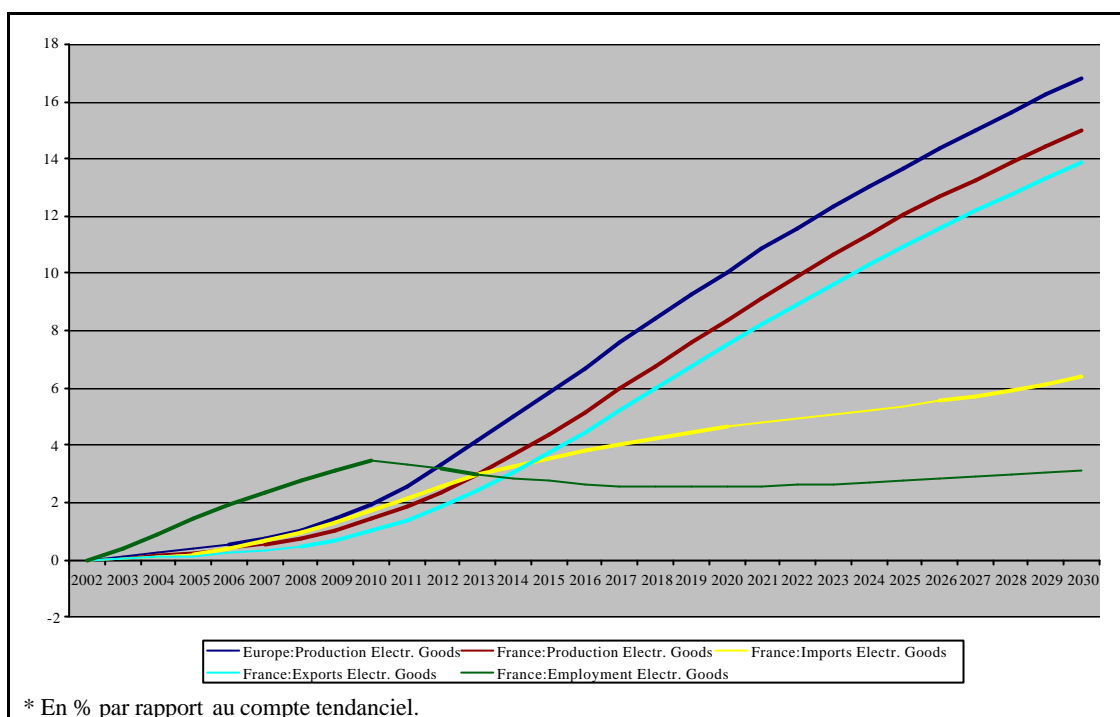
La production de ce secteur augmente de 15 % en 2030, contre 16,8 % pour l'ensemble de l'Europe, tandis que les pays les moins engagés dans la R&D en 2002 voient leur production augmenter beaucoup plus fortement (jusqu'à 28,7 % en Grèce) ; la situation relative de la France est similaire en ce qui concerne les autres secteurs intensifs en R&D (Cf. graphique 14).

**Graphique 84 : Production, emploi et investissement des secteurs en France en 2030\***



Ce résultat pour le secteur des biens électriques en France provient des progrès plus faibles de la productivité globale des facteurs et de l'indice de qualité qui y sont réalisés relativement au reste de l'Europe. La position compétitive de ce secteur sur le marché européen se détériore légèrement, la France connaissant en 2030 un accroissement de ses importations intra européennes de biens électriques de 13,9 % contre une progression de seulement 11,5 % de ses exportations intra européennes.

**Graphique 95 : Le secteur français des biens électriques\***



L'évolution du commerce extra européen est par contre très favorable à la France (comme à l'ensemble de l'Europe) avec une progression de 18,7 % des exportations de biens électriques et une diminution des importations de 7,1 % en 2030. Le solde extérieur du commerce de biens électriques s'améliore donc globalement très fortement en France, ce qui est vrai également pour les autres secteurs intensifs en R&D.

Concernant l'emploi, en France, comme en Europe, les forts gains de productivité réalisés dans les secteurs intensifs en R&D jusqu'en 2030 ne permettent qu'une progression limitée, très inférieure à celle de la production. La progression de l'emploi est par exemple limitée à 3 % dans le secteur des biens électrique (contre 15 % pour la production). L'emploi progresse par contre beaucoup plus rapidement que la production dans les secteurs intensifs en R&D jusqu'en 2010, qui correspond à la période de maturation des efforts de R&D ; le personnel de recherche augmente de façon très importante au cours de cette période, alors que les gains de productivité restent très limités en raison des délais de maturation importants de la R&D.

### *Les autres secteurs*

Les secteurs de biens intermédiaires<sup>1</sup> voient la demande qui leur est adressée se contracter sous l'effet des gains importants de productivité réalisés par l'ensemble des secteurs. De plus, la France subit des pertes de parts de marché en Europe, qui ne sont pas toujours compensées par des gains de parts de marché suffisamment importants en dehors de l'Europe ; la structure du commerce extérieur par zone (intra et extra européenne) va ainsi dicter l'évolution du solde extérieur de chaque secteur intermédiaire. On observe globalement pour ces secteurs une redistribution de la structure du commerce intra européen qui profite aux pays du sud de l'Europe, dont la compétitivité relative s'améliore.

Dans le secteur des métaux ferreux et non ferreux, par exemple, le prix de production diminue de 15,8 % en France alors qu'il est réduit de 17,9 % en moyenne en Europe et jusqu'à 35,1 % en Grèce. En revanche, la France gagne en compétitivité vis-à-vis du

<sup>1</sup> Hors le secteur de la Chimie, qui inclut également la Pharmacie.

reste du monde : ses importations extra européennes diminuent de 9,8 % et ses exportations extra européennes augmentent de 10,5 %. Les importations totales de la France diminuent de 2,1 % en 2030, et ses exportations totales augmentent de 4,7 %. Ce secteur est le seul secteur de biens intermédiaires pour lequel la production française croît davantage que la production européenne (2,9 % contre 1,1 %). Mais cette faible amélioration de la balance commerciale ne permet pas de maintenir l'emploi qui décline dans ce secteur de 2,8 %, en raison des effets positifs de la R&D sur la productivité globale des facteurs ; le déclin de l'emploi est également perceptible dans tous les autres secteurs intermédiaires en France.

L'exemple du secteur des métaux non ferreux pourrait permettre d'illustrer également ce qui se passe dans un secteur de biens d'investissement (non intensif en R&D) comme celui des machines agricoles et industrielles. L'effort d'innovation y est généralement insuffisant pour compenser les gains de productivité dans les secteurs clients et maintenir le niveau de la demande et donc de la production et de l'emploi ; ici encore, seuls les pays, comme la Grèce, qui améliorent leur compétitivité relative au niveau européen, parviennent à développer la production et à créer de l'emploi. L'emploi diminue ainsi de 2,8 % dans ce secteur en France en 2030

Parmi les secteurs peu intensifs en R&D, ce sont ainsi les secteurs de biens de consommation et de services aux particuliers qui améliorent le plus leur situation relative ; le bilan réalisé précédemment au niveau européen est ainsi valable également au niveau national. Ces secteurs bénéficient de la hausse de revenus des ménages résultant, d'une part, de la croissance économique, et, d'autre part, de la redistribution des gains de productivité aux salariés, à hauteur d'un tiers. L'exemple du secteur du textile et de l'habillement illustre parfaitement les retombées positives pour l'emploi et la production de ce contexte favorable qui se met en place pour ces secteurs ; pour la production, la progression en 2030 s'établit à près de 10 % en France, soit une progression reflétant davantage la mesure dans laquelle le pouvoir d'achat des ménages français est amélioré que l'évolution du niveau de compétitivité de ce secteur.

## QUE POUVONS-NOUS APPRENDRE DES AUTRES EXERCICES VARIANTIELS ?

Afin d'encadrer les résultats plausibles de notre scénario de référence, nous mettons en œuvre dans le modèle Némésis un jeu d'hypothèses portant sur les mécanismes du modèle ou sur la politique de R&D elle-même.

### I. LES VARIANTES DE SENSIBILITÉ

#### Sensibilité des résultats à l'égard de l'élasticité $b$

La valeur de l'élasticité du PIB au stock de savoir et son évolution entre 2002 et 2030 conditionnent les répercussions du renforcement de la R&D dans chaque secteur économique sur leur production, leurs gains de productivité, l'amélioration de la qualité de leurs produits et leurs créations d'emplois. C'est pourquoi, nous envisageons deux autres scénarios pour ce paramètre du modèle.

Tableau 7. Résultats des variantes sur l'élasticité du PIB au stock de savoir

	$V_{0,0}$ : $\beta = 0,124$ en 2030		$V_{1,0}$ : $\beta = 0,141$ en 2030		$V_{2,0}$ : $\beta = 0,10$	
	Europe	France	Europe	France	Europe	France
PIB <sup>1</sup>	12,1	7,1	16,3	9,8	10,9	6,1
Emploi total <sup>2</sup>	10 007	949	14 222	1 491	5 720	485
Emploi de recherche <sup>2</sup>	3 140	346	3 433	379	3 044	339
Solde budgétaire <sup>3</sup> 2010	0,13	0,07	0	0	0,41	0,19

<sup>1</sup> en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

<sup>2</sup> en écart au compte tendanciel, en milliers.

<sup>3</sup> en points de PIB

#### Modification de la loi d'évolution de l'élasticité

La variante  $V_{1,0}$  est réalisée avec les mêmes hypothèses que la variante  $V_{0,0}$ , si ce n'est que la loi d'évolution de  $\beta$  est modifiée.<sup>1</sup> Ici, elle accorde moins de poids à la partie fixe de  $\beta$ . Dans ce cas, les résultats sont un peu plus favorables, puisque l'accroissement de PIB est de 16,3 % pour l'Europe et de 9,8 % pour la France. Les résultats sur l'emploi sont également meilleurs avec 14,2 millions d'emplois supplémentaires en Europe, dont 1,5 millions en France. Trois raisons expliquent cela :

- Dans la variante  $V_{0,0}$ ,  $\beta$  varie de 0,075 en 2002 à 0,124 en 2030 alors que dans  $V_{1,0}$ ,  $\beta$  varie de 0,075 à 0,141, ce qui signifie que l'influence de la R&D sur la production est plus importante à long terme dans la variante  $V_{1,0}$  que dans la variante  $V_{0,0}$ .
- Dans  $V_{1,0}$ , comme le poids accordé à l'intensité de R&D dans la détermination de  $\beta$  est plus élevé, les élasticité sectorielles sont d'autant plus importantes et augmentent d'autant plus que les secteurs réalisent une part importante de la R&D. Les secteurs intensifs en R&D gagnent ainsi plus en compétitivité dans la variante  $V_{1,0}$  que dans  $V_{0,0}$ .
- Enfin, l'écart de PIB entre les deux variantes  $V_{0,0}$  et  $V_{1,0}$ , couplé avec le fait que l'accroissement de la productivité du travail dans les secteurs riches en main d'œuvre est relativement plus élevé dans  $V_{1,0}$  expliquent les meilleurs résultats sur l'emploi dans cette variante.

<sup>1</sup> On modifie les coefficients  $a$  et  $a'$  et  $b$  s'en déduit ex post. Le réglage de  $b$  ne peut donc être obtenu que par tâtonnement

### Maintien d'une élasticité constante et identique dans tous les secteurs et les pays

Dans le scénario  $V_{2,0}$ , nous supposons  $\beta$  identique dans tous les secteurs afin de tester la sensibilité des résultats à l'hypothèse de dépendance de  $\beta$  à l'égard de l'effort de R&D. La valeur moyenne de  $\beta$  dans cette variante  $V_{2,0}$  supposée égale à 0,1, ce qui nous rapproche de la moyenne des valeurs de  $V_{0,0}$ . On observe que cette hypothèse est plus défavorable à la croissance et à l'emploi en raison, d'abord, de la plus faible productivité de la R&D dans les secteurs intensifs en R&D et, ensuite, de la plus grande productivité du travail dans les secteurs riches en main d'œuvre, ce qui tend à diminuer relativement l'emploi. Ainsi l'accroissement de PIB n'est plus que de 10,9 % en Europe et de 6,1 % en France. Les créations d'emploi sont près de trois fois inférieures à celles obtenues dans le scénario de référence  $V_{0,0}$ .

### Variations sur la partage de la valeur ajoutée

Dans le scénario de référence  $V_{0,0}$ , les progrès de productivité sont répercutés pour un tiers sur les salaires, le reste étant conservé par les entreprises. Les salaires évoluent également en fonction de l'effet Phillips qui fait dépendre le salaire réel des tensions sur le marché du travail, de sorte que le salaire réel augmente de plus de 33 % en période de réduction du chômage. Deux autres variantes sur la répartition de la valeur ajoutée sont examinées : l'une, nommée  $V_{4,0}$ , dans laquelle les salaires ne bénéficient pas du tout des gains de productivité et ne dépendent donc que de l'effet Phillips ; l'autre, notée  $V_{5,0}$ , dans laquelle tous les gains de productivité du travail sont redistribués aux salariés.

**Tableau 8 : Résultats des variantes sur le partage de la valeur ajoutée**

	$V_{0,0}$		$V_{4,0}$ : 0% des gains de productivité aux salariés		$V_{5,0}$ : 100% des gains de productivité aux salariés	
	Europe	France	Europe	France	Europe	France
PIB <sup>1</sup>	12,1	7,1	12,7	7,3	11,1	6,5
Emploi total <sup>2</sup>	10 007	949	11 077	1 035	7 971	791
Emploi de recherche <sup>2</sup>	3 140	346	3 174	348	3 073	342
Solde budgétaire <sup>3</sup> 2010	0,13	0,07	0	0	0,38	0,30

<sup>1</sup> en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

<sup>2</sup> en écart au compte tendanciel, en milliers.

<sup>3</sup> en pourcentage du PIB

De l'examen de ces variantes (tableau 8), il apparaît que les meilleurs résultats en termes de PIB et, surtout, d'emplois sont obtenus avec la plus grande modération salariale. Si les écarts de PIB sont faibles entre les scénarios, ils sont importants pour l'emploi. Ces résultats s'expliquent par la plus grande compétitivité de l'Europe et de la France dans le scénario  $V_{4,0}$  et la substitution plus favorable à l'emploi lorsque le coût du travail est plus faible. La proximité des effets en termes de PIB recouvre en fait des croissances assez différentes en contenu. Dans le scénario avec modération salariale ( $V_{4,0}$ ) la croissance est davantage tirée par les secteurs exportateurs, comme celui des biens d'équipements. Néanmoins, aucune hypothèse n'a été faite concernant l'utilisation du supplément d'excédent brut d'exploitation. Les entreprises peuvent en effet utiliser cette déformation du partage de la valeur ajoutée de deux manières : d'une part en baisses de prix supplémentaires de manière à accroître leur compétitivité, d'autre part en investissement<sup>1</sup>. Dans le scénario avec forte hausse des salaires ( $V_{5,0}$ ), la croissance est davantage expliquée par la consommation des ménages.

<sup>1</sup> Le modèle Némésis n'incorpore cependant pas d'accélérateur profit.

## I. VARIATIONS SUR LA POLITIQUE DE R&D

Les variantes de mise en œuvre de la politique d'accroissement de l'effort de R&D sont appréhendées dans l'hypothèse des mécanismes médians du modèle et donc notées  $V_{0,i}$ .

### Le financement public de la R&D

L'exercice avec financement public de l'accroissement de R&D ( $V_{0,1}$ ) conduit à de meilleures performances aussi bien dans la phase de multiplicateur que dans la phase où se développent les effets d'offre. En effet, l'accroissement de PIB est en 2030 de 15,2 % en Europe contre 12,1 % dans le scénario de référence  $V_{0,0}$  où le financement est privé. En France, le PIB augmente respectivement de 8,8 % et de 7,1 %. Si l'on rapporte le surplus de croissance au déficit *ex ante*, c'est-à-dire dû au seul accroissement des dépenses liées au soutien de la R&D par l'Etat, le multiplicateur est de 8,1 en Europe et de 6,4 en France.

**Tableau 9: Résultats des variantes de mise en oeuvre de la politique**

	$V_{0,0}$		$V_{0,1}$ financement public		$V_{0,4}$ commandes publiques	
	Europe	France	Europe	France	Europe	France
PIB <sup>1</sup>	12,1	7,1	15,2	8,8	15,8	9,5
Emploi total <sup>2</sup>	10 007	949	13 867	1 321	17 104	1 867
Emploi de recherche <sup>2</sup>	3 140	346	3 273	359	3 298	364
Solde budgétaire <sup>3</sup> 2010	0,13	0,07	- 0,81	- 0,57	- 1,9	- 1,07

<sup>1</sup> en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

<sup>2</sup> en écart au compte tendanciel, en milliers.

<sup>3</sup> en points de PIB

Cela s'explique par l'accroissement du déficit de l'Etat qui permet d'éviter les tensions inflationnistes dues au financement de la R&D par l'augmentation des prix des entreprises dans  $V_{0,0}$ . Ainsi, les pertes de compétitivité des entreprises sont limitées dans la première période. L'accroissement des importations et la diminution relative des exportations s'en trouvent dès lors réduits dans ce scénario. Cet avantage de compétitivité se retrouve encore à long terme, ce qui explique, en 2030, la plus forte croissance du PIB. Cela se traduit également par des créations d'emplois plus importantes : 13,9 millions d'emplois supplémentaires sont créés en Europe, dont 3,3 millions en France.

Il apparaît ainsi que ce type de relance publique, axé sur les investissements en R&D, n'est pas défavorable à la compétitivité du pays, et ce, même à un horizon de 30 ans. Les tensions inflationnistes engendrées par le surcroît de demande sont réduites par les gains de productivité provenant des investissements en R&D. Néanmoins, on ne saurait trop exagérer la portée de ce résultat. En effet, le modèle n'étant pas intégré financièrement, il n'y a aucun retour des déficits publics sur les taux d'intérêt et les comportements financiers et économiques en général. En revanche, on peut constater que les finances publiques demeurent excédentaires (à partir de 2017 pour l'Europe). En 2030 cet excédent est de 2 % du PIB en Europe. Ces résultats, bien qu'optimistes, incitent à réfléchir au caractère particulier des déficits liés à la R&D en raison de leur durée limitée et même des surcroîts de PIB et de solde des finances publiques qu'ils engendrent à long terme.

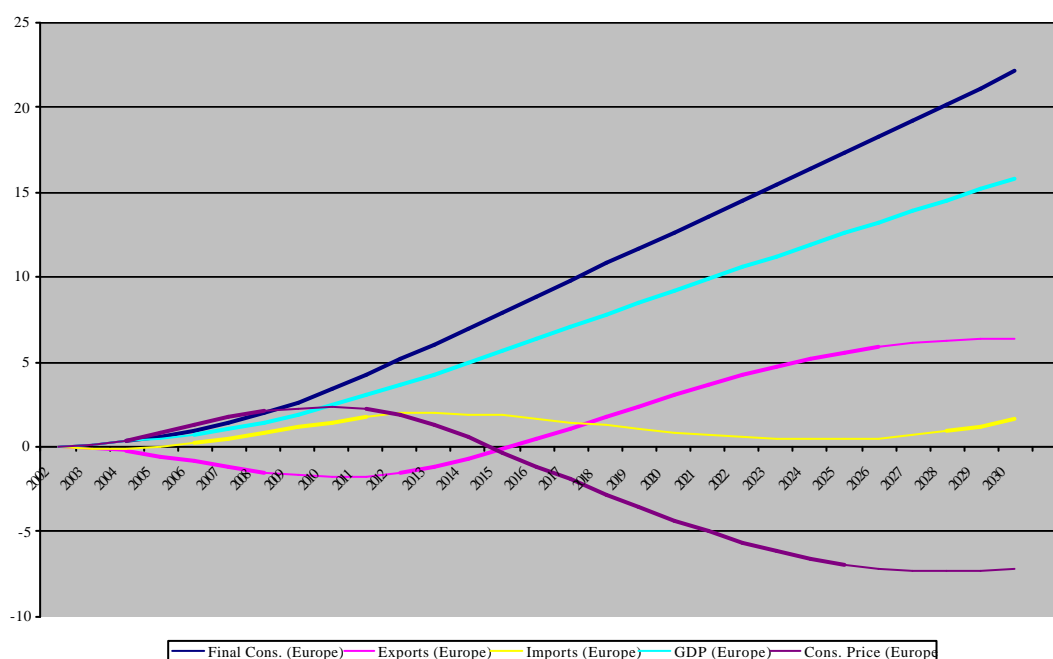
### Marchés et commandes publiques

L'augmentation de l'effort de R&D provient ici en partie de commandes adressées à des secteurs intensifs en R&D (chimie, machines de bureau, biens électriques et

matériels de transports). Les commandes représentent 2,5 % du PIB en 2010. Ceci correspond à une croissance de la production en 2010 de 8,9 % pour la chimie, de 12,1 % pour les machines de bureau, de 18 % pour les biens électriques et de 9,4 % pour les matériels de transports. Ces chiffres sont donc très élevés. Malgré cela, l'accroissement de R&D est insuffisant pour atteindre les objectifs de Barcelone et donc il est nécessaire d'ajouter un effort supplémentaire de toutes les entreprises. En fait, les commandes publiques adressées aux secteurs intensifs accroissent l'intensité de R&D du tiers de l'effort nécessaire en 2010. Les deux tiers restants sont mis en œuvre de la même manière que dans la variante  $V_{0,0}$ .

Les résultats de la variante  $V_{0,4}$  sont plus favorables que ceux obtenus avec le scénario  $V_{0,0}$ , à la fois en termes de PIB et d'emploi, tout au long de la période. Le PIB européen s'accroît de 2,5 % en 2010 et 15,8 % en 2030, alors que l'emploi augmente de 3,5 millions en 2010 et de 17,1 millions en 2030. Cela est dû à l'effet d'entraînement créé par les commandes publiques financées par déficit public. Néanmoins, durant la première phase, l'économie européenne est moins compétitive que dans la variante  $V_{0,0}$ . En effet, le surcroît de demande entraîne des tensions inflationnistes qui ne sont pas compensées par les effets de la R&D. Les fortes créations d'emplois dans les secteurs intensifs en R&D favorisent, d'une part, la consommation et, d'autre part, l'accroissement des salaires *via* l'effet Phillips, ce qui en retour soutient la demande. Par exemple, en 2010, le salaire réel augmente de 2,7 % dans  $V_{0,4}$  en 2010 et de 1,4 % dans  $V_{0,0}$ . Durant la deuxième phase, après 2010, la croissance des prix est limitée par les effets bénéfiques de la R&D. Mais, comparativement au scénario central, le déflateur du PIB européen est deux fois moins réduit en 2030. Les bénéfices de la politique en terme de compétitivité sont donc amoindris par la relance budgétaire. Il apparaît ainsi que la croissance est ici davantage tirée par la demande. Les effets bénéfiques de la R&D ne sont pas suffisants pour annuler les tensions inflationnistes de la relance keynésienne, dont ils permettent néanmoins de retarder les effets négatifs.

**Graphique 106 : Impacts macroéconomiques des commandes publiques\***



\* En % par rapport au compte tendanciel.

La concentration, dans ce scénario, de l'effort de R&D sur les secteurs technologiquement avancés procure ainsi trois types d'avantages par rapport au scénario de référence  $V_{0,0}$  :

- la productivité de la R&D augmente de façon plus importante ;
- le rôle des externalités technologiques est renforcé ;
- les gains de productivité sont limités dans les secteurs intensifs en main d'œuvre ce qui y est très favorable à la progression de l'emploi.

## CONCLUSION

La politique européenne d'augmentation de l'effort de R&D conduit l'économie française à une évolution en deux phases. De 2002 à 2010, la France bénéficie de l'accroissement des dépenses de R&D, par le jeu du multiplicateur keynésien, mais la relance creuse son déficit extérieur vis-à-vis des pays non européens. Cette phase de maturation de la R&D est suivie d'une période de déploiement des effets de l'innovation qui se traduit par une demande soutenue et une meilleure compétitivité vis-à-vis des pays extérieurs à l'Union Européenne. Au sein de l'Union, la compétitivité de la France est d'abord améliorée, car elle réalise moins d'effort de recherche que la plupart de ses partenaires européens. Cependant, au cours de la seconde période, les pays les moins intensifs en R&D en 2002 ont rattrapé leur retard. Cela se traduit, dans ces pays, par des gains de productivité et de qualité des produits nettement supérieurs à ceux de la France. La France perd alors en compétitivité après 2010. La prépondérance des échanges intra européens sur les échanges extra européens explique que cette moindre compétitivité ne puisse être compensée par les gains réalisés hors de l'Europe. Les performances économiques françaises sont dès lors moins élevées que celles de ses partenaires européens.

Selon le scénario envisagé, la croissance du PIB français devrait se situer entre 6,1 et 11,1 % en 2030, soit 9 % en moyenne. Le surplus de croissance serait donc de l'ordre de 0,3 % par an en France, inférieur à la moyenne européenne de 0,5 % par an. Sur les dix millions d'emplois créés en Europe, un million le serait en France. Parmi eux, trois millions sont des emplois dans le domaine de la recherche en Europe et 350 000 le sont en France.

L'accroissement du PIB et de l'emploi est plus élevé lorsque le financement de la R&D est public, mais la portée de ce résultat est limitée puisque le modèle ne tient pas compte des effets négatifs des déficits publics sur les taux d'intérêt et sur les comportements des agents économiques.

Les hypothèses de modération salariale, concernant le partage des gains de productivité, sont favorables au PIB et à l'emploi. Cela est dû à de plus grands gains de compétitivité et à un effet de substitution favorable au travail.

Les résultats sectoriels sont contrastés. Ils dépendent essentiellement de l'intensité de R&D des secteurs. Ainsi, les secteurs des biens d'équipement et de la chimie sont très avantagés par leur fort contenu en R&D et l'importance de leurs exportations. Les secteurs des biens de consommation sont, quant à eux, tirés par la demande interne. En revanche, les secteurs des biens intermédiaires pâtissent des gains de productivité.

Les commandes publiques ont un rôle important à jouer pour mener l'Europe vers son objectif « d'économie de la connaissance la plus compétitive et la plus dynamique du monde ». Si elles engendrent un accroissement initial des déficits public et extérieur, elles permettent une forte croissance accompagnée de créations d'emplois importantes, et ce en raison de multiplicateurs élevés. Outre l'effet de relance dû à l'accroissement des dépenses publiques, l'économie bénéficie de la concentration de l'effort supplémentaire de R&D sur des secteurs à haute technologie. En effet, ces secteurs profitent d'une meilleure productivité de la R&D tout en étant de gros émetteurs d'externalités de connaissance (*knowledge spillovers*) et de transferts de surplus (*rent spillovers*). De plus, une moindre croissance de la productivité dans les secteurs à forte intensité de main d'œuvre, contrepartie de cette concentration sur les secteurs déjà très intensifs en R&D, permet une forte croissance de l'emploi.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Aghion P. and P. Howitt (1992), « A model of growth through creative destruction », *Econometrica*, 51, pp. 323-351.
- Aghion P. and P. Howitt (1998), *Endogenous growth theory*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Arrow K. (1962), « The economic implications of learning-by-doing », *Review of Economic Studies*, vol. 26, pp. 155-73.
- Askenazy P. (2000), « Le développement des pratiques flexibles du travail », in Cohen, Debonneuil (2000), *Nouvelle économie*, Rapport du CAE, La documentation Française.
- Bagnoli P. (2002), « Developments in growth literature and its relevance for simulation models : annex 1 », Working Party on Global and Structural policies, OCDE, ENV/EPOC/GSP(2002)7/ANN1.
- Baldwin R. and R. Forslid, (1999) « Putting growth effects in computable equilibrium trade models ».
- Barro R. J., Sala-I-Martin X. (1995), *Economic Growth*, McGraw-Hill, inc.
- Bean C. (1990), « Endogenous growth and the procyclical behaviour of productivity », *European Economic Review*, 34, pp. 355-363.
- Boyer R., M. Didier (1998), *Innovation et croissance*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française.
- Cameron G. (1998), « Innovation and Growth: a survey of the empirical evidence », mimeo.
- Cohen D., Debonneuil M. (2000), *Nouvelle économie*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française.
- Dasgupta, P. and Maskin, E. (1987), « The Simple Economics of Research Portfolios », *The Economic Journal*, vol. 97, pp. 581-95.
- David, P. (1985), « Clio and the Economics of QWERTY », *American Economic Review*, vol. 75, pp. 332-7.
- Debonneuil M., Fontagné L. (2003), *Compétitivité*, rapport du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française.
- Fougeyrollas A., P. Le Mouël and P. Zagame (2001), « Semi-endogenous growth in a computable equilibrium approach », Conference « Computing in Economics and Finance ».
- Gordon R. J. (2002), « Deux siècles de croissance économique : l'Europe à la poursuite des États-Unis », *Revue de l'OFCE*, n°84, pp. 9-45.
- Goulder L. and K. Mathai (2000), « Optimal CO2 abatement in the presence of induced technical change », *Journal of Environmental Economics and Management*, 39, pp. 1-38.
- Griliches Z. (1992), « The search for R&D spillovers », *Scandinavian Journal of Economics*, Supplement, 94, S29-47.
- Grubb M. (2000), « Economics dimensions of technological and global responses to the Kyoto Protocol », *Journal of Economic Studies*, 27, pp. 111-125.
- Guellec D. (1999), *Economie de l'innovation*, La Découverte, collection « Repères ».
- Guellec D., Ralle P. (1995), *Les nouvelles théories de la croissance*, La Découverte, collection « Repères ».
- Guellec D., van Pottelsberg de la Potterie B. (2001), « Recherche-développement et croissance de la productivité : analyse des données d'un panel de 16 pays de l'OCDE », *Revue Economique de l'OCDE*, n°33, pp. 111-136.

- Ireland (1992), «Product differentiations and quality », The new industrial economics: recent developments in industrial organisation, oligopoly and game theory, pp. 84-106.
- Joly P. (1993), « Le ralentissement de la productivité, faits et causes », in Guellec coordinateur, Innovation et compétitivité, Collection INSEE-Méthodes n°37/38, novembre.
- Jones C. I. (2000), *Théorie de la croissance endogène*, De Boeck University.
- Jones C.I. (1995a), «R&D based models of economic growth », *Journal of Political Economy*, 103, pp. 759-84.
- Jones C.I. (1995b), «Times series tests of endogenous growth models », *Quarterly Journal of Economics*, 110, pp. 495-527.
- Jones C.I. and C. Williams (1998), « Measuring the social return to R&D », *Quarterly Journal of Economics*, November, pp. 1119-35.
- Jorgenson D. W., Ho M. S., Stroh K. J. (2002), « Growth of US Industries and Investments in Information Technology and Higher Education », Disponible sur <http://post.economics.harvard.edu>
- Kaldor, N. and Mirrlees, J. (1962) « A New Model of Economic Growth », *Review of Economic Studies*, pp.174-245.
- Katz M., Shapiro C. (1985), « Network Externalities, Competition and Compatibility », *American Economic Review*, 75, pp. 424-440
- Katz M., Shapiro C. (1986), « Technology Adoption in the Presence of Network Externalities », *Journal of Political Economy*, 94, pp. 822-841.
- Kocherlakota N.R. and K. Yi, (1996), « Can convergence regressions distinguish between exogenous and endogenous growth models », *Economic Letters*, 49, pp. 211-15.
- Kortum S. (1997), « Research, Patenting and Technological change », *Econometrica*, 65, pp. 1389-1419.
- Kremer (1993), « Population growth and technological change: one million B.C. to 1990 », *Quarterly Journal of Economics*, 108, pp. 681-716.
- Mairesse J., Sassenou M. (1991), « recherche-Développement et productivité, un panorama des études économétriques sur données d'entreprises », *STI Revue*, n°8, pp. 9-45.
- McGrattan E. (1998), «A defense of AK growth models », *Federal Reserve Bank of Minneapolis Quarterly Review*, Vol. 22, pp. 13-27.
- Melka J., Nayman L., Zignago S., Mulder M. (2002), «Skills, Technology and growth. Is ICT the key to Success ? », miméo CEPII.
- Mohnen P. (1990), «R&D and productivity growth: a survey of the literature », Université du Québec, Cahier de recherche n.57.
- Nadiri M.I. (1993), «Innovations and Technological Spillovers », NBER Working Paper, n°4423.
- Nordhaus W.D. (1999),« Modeling induced innovation in climate policy change in a putty-semi-putty vintage world », GEM-E3 Working Paper.
- OCDE (2001), *La nouvelle économie : mythe ou réalité ?*, Paris.
- OCDE (2003a), *The sources of economic growth in OECD Countries*, Paris.
- OCDE (2003b), *Les TIC et la croissance économique. Panorama des industries, des entreprises et des pays de l'OCDE*, Paris.
- Romer P.M. (1986), «Increasing Returns and long-run growth », *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.

Romer P.M. (1990), «Endogenous technical change », *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. 71-102.

Segestrom P. (1998), «Endogenous growth without scale effects », *American Economic Review*, 88, pp. 1290-1311.

Solow R. M. (1956), «A contribution to the theory of Economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, 70, pp. 65-94.

Swan T.W. (1956), «Economic growth and capital accumulation », *Economic Record*, 32, pp. 334-361.

Temple J.R.W. (1998), «Robustness test of the augmented Solow model », *Journal of Applied Econometrics*, 13, pp. 361-375.

## ANNEXE A : LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR LA FRANCE

<b>Résultats macroéconomiques pour la France</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
<b>Demand.</b>						
- Final Consumption	0,31	1,62	3,39	5,30	7,13	8,85
- Public Consumption	0,19	0,53	0,56	0,58	0,59	0,62
- Total Investment	0,57	2,23	3,20	4,00	4,89	5,91
- <i>Firms' Investment</i>	0,37	1,58	2,22	2,66	3,26	4,18
- Total Exports	0,10	0,65	2,61	5,58	8,39	10,70
- Total Imports	0,22	1,64	3,12	3,94	4,59	5,51
- Gross Domestic Product	0,28	1,18	2,45	4,11	5,70	7,06
- Corrected GDP by Efficiency Indicator	0,34	2,53	5,96	9,62	12,75	15,26
<b>External Trade.</b>						
- Total Exports	0,10	0,65	2,61	5,58	8,39	10,70
- <i>Intra European Exports</i>	0,26	1,20	2,83	5,04	7,23	9,39
- <i>Extra European Exports</i>	-0,19	-0,34	2,24	6,55	10,51	13,12
- Total Imports	0,22	1,64	3,12	3,94	4,59	5,51
- <i>Intra European Imports</i>	0,13	1,51	3,85	6,00	7,94	9,83
- <i>Extra European Imports</i>	0,45	1,98	1,33	-0,88	-2,82	-3,62
<b>Employment and costs.</b>						
- Employment	0,41	1,25	1,58	2,00	2,44	2,86
- Nominal Wage	0,64	2,11	0,07	-4,06	-7,26	-8,43
- Unit Labour Cost	0,58	0,43	-4,47	-10,99	-15,82	-18,23
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	16,69	47,69	57,72	65,24	69,31	75,76
- <i>private sector</i>	21,06	60,91	75,64	86,06	90,58	98,84
- Research Intensity**	2,55	3,16	3,26	3,37	3,47	3,58
- <i>private sector**</i>	1,48	1,91	1,97	2,07	2,16	2,26
- Total Factor Productivity	0,16	0,63	1,33	2,16	2,91	3,53
- Quality Indicator	0,06	1,34	3,42	5,30	6,68	7,66
- Knowledge Indicator	0,62	12,90	34,95	56,07	72,28	83,76
<b>Energy Consumption.</b>						
- Total Energy Consumption	0,24	1,27	2,51	3,81	5,05	6,22
- <i>Firms' Final Energy Demand</i>	0,15	0,39	0,17	0,00	-0,02	0,16
- <i>Firms' Intermediate Energy Demand</i>	0,23	1,88	4,42	6,80	8,69	10,20
- <i>Households' Energy Consumption</i>	0,31	1,63	3,30	5,11	6,86	8,52
<b>Other.</b>						
- Real Disposable Income	0,45	1,97	3,75	5,68	7,49	9,19
- EBE	1,84	9,91	14,36	14,98	14,76	15,38

<b>Résultats pour le secteur des métaux ferreux et non ferreux en France</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Production	0,19	0,31	0,47	1,26	2,14	2,90
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,32	1,76	3,87	6,19	8,35	10,31
- Investment	-	-	-	-	-	-
- Intermediate Consumption	0,24	0,68	0,38	-0,02	-0,28	-0,29
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Total Imports	0,15	0,87	0,57	-0,56	-1,60	-2,06
- <i>Intra European</i>	0,11	0,85	1,26	1,12	0,95	1,06
- <i>Extra European</i>	0,30	0,93	-1,34	-5,07	-8,12	-9,79
- Total Exports	0,05	0,08	0,74	2,19	3,61	4,69
- <i>Intra European</i>	0,14	0,25	0,15	0,49	1,00	1,63
- <i>Extra European</i>	-0,14	-0,26	1,88	5,42	8,57	10,53
<b>Factors Demand.</b>						
- Labour	0,38	0,47	-0,99	-1,98	-2,51	-2,82
- Intermediate Consumption	0,07	-0,01	-0,40	-0,38	-0,26	-0,14
- Final Energy	0,04	-0,24	-1,01	-1,64	-2,23	-2,63
- Investment	0,10	0,00	-1,09	-1,98	-2,34	-2,30
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	21,63	62,14	71,49	77,17	77,81	82,93
- Total Factor Productivity	0,12	0,41	1,23	2,39	3,46	4,33

<b>Résultats pour le secteur des machines agricoles et industrielles en France</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Production	0,25	0,52	0,85	2,08	3,43	4,61
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,32	1,83	4,27	7,03	9,59	11,82
- Investment	0,27	1,23	1,31	0,99	1,02	1,57
- Intermediate Consumption	0,29	1,24	1,80	2,16	2,45	2,85
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Total Imports	0,14	1,29	2,29	2,52	2,76	3,38
- <i>Intra European</i>	0,11	1,28	2,62	3,35	4,06	5,02
- <i>Extra European</i>	0,37	1,38	-0,70	-4,59	-7,71	-9,22
- Total Exports	0,08	0,43	1,52	3,25	4,97	6,46
- <i>Intra European</i>	0,19	0,72	1,15	1,81	2,69	3,86
- <i>Extra European</i>	-0,18	-0,26	2,37	6,62	10,43	12,83
<b>Factors Demand.</b>						
- Labour	0,37	0,41	-1,17	-2,19	-2,61	-2,76
- Intermediate Consumption	0,11	0,05	-0,45	-0,30	0,18	0,69
- Final Energy	0,05	-0,30	-0,78	-0,57	-0,34	-0,21
- Investment	0,14	0,03	-1,14	-2,00	-2,27	-2,15
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	21,05	59,98	71,78	78,44	79,93	85,66
- Total Factor Productivity	0,13	0,58	1,79	3,32	4,56	5,50

<b>Résultats pour le secteur des biens électriques en France</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Production	0,26	1,41	4,37	8,38	12,03	14,99
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,32	1,77	4,00	6,49	8,80	10,87
- Investment	0,41	2,56	5,22	7,50	9,44	11,37
- Intermediate Consumption	0,25	1,84	4,71	7,57	9,70	11,36
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Total Imports	0,18	1,73	3,56	4,63	5,38	6,41
- <i>Intra European</i>	0,09	1,80	5,09	8,23	10,99	13,54
- <i>Extra European</i>	0,40	1,59	0,13	-3,03	-5,72	-7,11
- Total Exports	0,15	1,01	3,72	7,48	10,97	13,87
- <i>Intra European</i>	0,33	1,53	3,66	6,36	8,93	11,46
- <i>Extra European</i>	-0,21	-0,02	3,82	9,69	15,02	18,71
<b>Factors Demand.</b>						
- Labour	1,43	3,46	2,74	2,57	2,76	3,12
- Intermediate Consumption	0,11	0,16	0,52	1,71	3,00	4,08
- Final Energy	0,10	0,04	0,04	0,57	1,10	1,62
- Investment	0,15	0,36	0,04	-0,13	-0,06	0,27
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	21,08	61,11	77,00	88,64	94,26	103,65
- Total Factor Productivity	0,16	1,33	4,26	7,47	10,08	12,13

<b>Résultats pour le secteur des textiles, vêtements et chaussures en France</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
Production	0,27	1,30	3,12	5,48	7,76	9,76
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,33	1,76	3,42	4,82	6,01	7,25
- Investment	-	-	-	-	-	-
- Intermediate Consumption	0,38	1,60	1,93	1,82	1,86	2,34
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Total Imports	0,28	1,88	2,70	2,09	1,33	1,29
- <i>Intra European</i>	0,15	1,65	3,94	5,64	7,02	8,46
- <i>Extra European</i>	0,39	2,04	1,94	0,02	-1,75	-2,38
- Total Exports	0,08	0,42	2,10	4,84	7,45	9,52
- <i>Intra European</i>	0,28	1,29	2,93	5,04	7,17	9,33
- <i>Extra European</i>	-0,17	-0,48	1,31	4,64	7,74	9,71
<b>Factors Demand.</b>						
- Labour	0,15	0,47	0,79	1,60	2,62	3,58
- Intermediate Consumption	0,11	0,66	1,91	3,62	5,24	6,64
- Final Energy	0,09	0,53	1,61	3,03	4,27	5,37
- Investment	0,14	0,72	1,48	2,54	3,86	5,35
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	22,26	64,38	75,67	84,11	86,88	94,10
- Total Factor Productivity	0,17	0,75	1,67	2,65	3,49	4,18

## ANNEXE B : LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR L'UNION EUROPÉENNE

<b>Résultats macroéconomiques pour l'Europe</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
<b>Demand.</b>						
- Final Consumption	0,42	2,44	5,69	9,08	12,30	15,53
- Public Consumption	0,21	0,57	0,60	0,63	0,67	0,73
- Total Investment	0,54	1,83	2,76	3,87	5,19	6,87
- <i>Firms' Investment</i>	0,38	1,42	2,13	3,03	4,25	5,88
- Intra European Trade	0,22	1,31	3,08	5,13	7,17	9,30
- Extra European Imports	0,51	1,74	0,81	-1,21	-2,81	-3,22
- Extra European Exports	-0,21	-0,20	2,58	6,92	10,93	13,72
- Gross Domestic Product	0,32	1,70	4,17	6,97	9,65	12,14
- Corrected GDP by Efficiency Indicator	0,43	3,81	9,33	15,00	20,06	24,62
<b>Employment and costs.</b>						
- Employment	0,54	1,39	1,94	2,87	3,86	4,87
- Nominal Wage	0,74	2,59	0,82	-3,18	-6,28	-7,32
- Unit Labour Cost	0,77	-0,04	-6,09	-13,34	-18,73	-21,71
<b>Research and Productivity.</b>						
- Research and Development	24,48	67,30	82,97	96,77	108,12	122,97
- <i>private sector</i>	28,83	80,07	101,22	119,42	133,50	153,16
- Research Intensity**	2,29	3,00	3,12	3,25	3,38	3,51
- <i>private sector**</i>	1,42	1,92	2,00	2,11	2,23	2,33
- Total Factor Productivity	0,18	0,80	1,92	3,11	4,14	5,00
<b>Résultats pour le secteur des métaux ferreux et non ferreux en Europe</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
- Production	0,25	0,69	1,13	1,02	0,85	1,12
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,32	1,78	3,93	6,25	8,42	10,45
- Investment	0,25	0,91	1,34	2,15	3,68	5,91
- Intermediate Consumption	0,24	0,51	0,42	0,48	0,76	1,42
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Intra-European Trade	0,14	0,48	0,41	0,37	0,49	0,93
- Extra European Exports	-0,15	-0,13	2,18	5,74	8,94	11,05
- Extra European Imports	0,35	0,59	-2,26	-6,07	-9,02	-10,49
<b>Factors Demand.</b>						
- Employment	0,46	0,61	-0,60	-1,23	-1,37	-1,23
- Intermediate Consumption	0,06	0,05	0,11	0,55	1,07	1,67
- Final Energy Consumption	0,08	-0,07	-1,20	-2,81	-4,30	-5,15
- Investment	0,11	-0,06	-0,99	-1,53	-1,42	-0,74
<b>Research And Productivity.</b>						
- Research	29,06	81,05	96,31	106,84	113,71	126,39
- Total Factor Productivity	0,12	0,42	1,35	2,54	3,66	4,57

<b>Résultats pour le secteur des machines agricoles et industrielles en Europe</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
- Production	0,30	1,11	2,39	3,89	5,47	7,17
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,49	2,87	6,87	11,04	14,97	18,89
- Investment	0,33	1,09	1,40	1,88	2,81	4,30
- Intermediate Consumption	0,25	0,94	1,88	3,00	4,04	5,21
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
-Intra-European Trade	0,18	0,95	1,75	2,55	3,54	4,86
-Extra European Exports	-0,19	-0,10	2,88	7,43	11,55	14,30
-Extra European Imports	0,42	1,11	-1,28	-4,90	-7,63	-8,73
<b>Factors Demand.</b>						
- Employment	0,40	0,57	-0,41	-0,96	-1,02	-0,76
- Intermediate Consumption	0,08	0,26	0,79	1,78	2,94	4,18
- Final Energy Consumption	0,05	0,01	-0,05	-0,20	-0,37	-0,21
- Investment	0,11	0,10	-0,48	-0,77	-0,54	0,16
<b>Research And Productivity.</b>						
- Research	22,92	61,67	75,87	85,20	90,78	101,13
- Total Factor Productivity	0,11	0,65	1,80	3,13	4,26	5,16

<b>Résultats pour le secteur des biens électriques en Europe</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
- Production	0,40	1,97	5,82	10,06	13,70	16,83
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,37	2,12	4,91	7,94	10,84	13,65
- Investment	0,65	2,57	4,20	5,65	7,27	9,50
- Intermediate Consumption	0,32	1,58	4,25	7,45	10,35	13,23
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
-Intra-European Trade	0,26	1,59	3,85	6,37	8,79	11,30
-Extra European Exports	-0,25	0,04	3,89	9,63	14,94	18,86
-Extra European Imports	0,61	1,54	-0,86	-4,70	-7,82	-9,34
<b>Factors Demand.</b>						
- Employment	1,30	2,95	3,40	5,32	7,87	10,52
- Intermediate Consumption	0,12	0,41	1,75	3,92	6,09	8,14
- Final Energy Consumption	0,14	0,43	1,34	2,58	3,73	5,01
- Investment	0,10	0,22	0,80	2,31	4,36	6,72
<b>Research And Productivity.</b>						
- Research	26,17	72,12	93,42	113,84	131,34	154,12
- Total Factor Productivity	0,14	1,33	4,26	7,44	10,11	12,18

<b>Résultats pour le secteur des textiles, vêtements et chaussures en Europe</b>						
	<b>2005</b>	<b>2010</b>	<b>2015</b>	<b>2020</b>	<b>2025</b>	<b>2030</b>
- Production	0,44	2,18	5,82	9,82	13,58	17,10
<b>Addressed Demand.</b>						
- Final Consumption	0,44	2,57	5,87	9,10	12,07	15,06
- Investment	0,63	2,00	1,37	0,39	0,16	1,05
- Intermediate Consumption	0,34	1,24	2,35	3,68	5,07	6,75
- Government	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>External Trade.</b>						
- Intra-European Trade	0,23	1,56	3,70	5,85	7,90	10,06
- Extra European Exports	-0,20	-0,15	2,39	6,26	9,78	12,18
- Extra European Imports	0,45	1,98	1,88	0,48	-0,62	-0,59
<b>Factors Demand.</b>						
- Employment	0,18	0,32	1,04	2,90	5,15	7,39
- Intermediate Consumption	0,11	0,80	3,23	6,55	9,78	12,75
- Final Energy Consumption	0,10	0,44	2,05	4,26	6,42	8,60
- Investment	0,15	0,55	1,60	3,64	6,25	9,12
<b>Research And Productivity.</b>						
- Research	31,12	90,53	110,76	128,72	144,19	166,51
- Total Factor Productivity	0,18	1,23	2,93	4,32	5,37	6,16

## ANNEXE C : LES RÉSULTATS PAR PAYS DE L'UE-15+

Cette annexe présente les résultats en termes de PIB, d'emploi, d'emploi de recherche et de solde Budgétaire des administrations, pour chacun des pays de l'Union Européenne plus la Norvège (EU-15+), et l'ensemble des scénarios étudiés.

**Tableau 10 : Les résultats du scénario V<sub>0,0</sub> : scénario de référence, b = 0,124 en 2030\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	36	145	29	52	1,06	9,01	0	1,15
Belgique	41	155	34	59	1,17	7,52	0,13	0,70
Danemark	24	64	22	39	0,96	8,08	-0,07	0,71
Allemagne	366	1722	324	441	1,06	7,62	0,04	0,95
Finlande	17	63	16	35	0,88	5,85	0,08	-0,42
France	303	949	208	345	1,18	7,06	0,07	0,97
Grèce	102	781	80	199	6,26	49,84	0,26	11,45
Irlande	55	231	55	133	1,74	15,81	0,11	1,00
Italie	368	1728	332	627	2,98	19,82	0,59	5,44
Pays-Bas	75	384	58	124	0,95	8,05	0	1,05
Norvège	39	157	29	53	1,56	12,71	0,62	3,65
Portugal	39	221	57	119	4,37	24,71	0,45	5,01
Espagne	205	1008	219	402	3,19	22,62	0,18	6,28
Suède	13	62	9	9	0,79	3,67	0,19	-0,28
R.-Uni	400	2335	250	502	1,51	12,75	-0,03	3,16
<b>Europe</b>	<b>2084</b>	<b>10007</b>	<b>1634</b>	<b>3140</b>	<b>1,70</b>	<b>12,15</b>	<b>0,13</b>	<b>2,33</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 11 : Les résultats du scénario V<sub>1,0</sub> : b = 0,141 en 2030\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	37	206	29	54	1,15	11,45	-0,10	0,86
Belgique	42	210	34	63	1,26	9,65	-0,10	0,96
Danemark	24	100	23	41	1,17	11,89	-0,15	0,76
Allemagne	374	2689	235	492	1,13	10,93	-0,02	0,84
Finlande	17	96	16	38	0,96	7,74	0,04	-0,92
France	313	1491	208	379	1,24	9,79	0	0,78
Grèce	103	1239	80	242	7,12	79,81	0,04	17,61
Irlande	55	357	55	145	2,07	24,57	0,10	1,49
Italie	404	2488	331	652	2,94	23,44	0,37	5,81
Pays-Bas	79	556	58	135	0,98	10,25	-0,09	0,50
Norvège	40	206	29	57	1,71	16,84	0,54	4,04
Portugal	57	463	57	128	4,36	33,48	-0,14	4,87
Espagne	224	1402	220	423	3,18	27,34	-0,05	7,07
Suède	13	95	10	11	0,62	5,43	0,15	-0,36

R.-Uni	416	3623	251	573	1,69	18,34	-0,14	3,43
<b>Europe</b>	<b>2197</b>	<b>15222</b>	<b>1637</b>	<b>3433</b>	<b>1,78</b>	<b>16,28</b>	<b>0</b>	<b>2,78</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 12 : Les résultats du scénario V<sub>2,0</sub> : b = 0,1\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	30	91	29	52	1,04	8,54	0,21	1,45
Belgique	37	105	34	57	1,11	6,64	0,20	-0,12
Danemark	23	22	22	37	0,79	5,57	0,08	0,48
Allemagne	327	1005	234	424	1,01	6,42	0,16	0,85
Finlande	15	36	16	34	0,80	5,29	0,14	-0,55
France	267	485	208	340	1,13	6,14	0,19	0,91
Grèce	87	480	80	178	6,46	34,68	1,28	10,40
Irlande	51	145	55	127	1,65	11,50	0,30	1,14
Italie	278	966	334	628	3,44	20	1,22	6,65
Pays-Bas	64	249	58	120	0,96	7,90	0,20	1,76
Norvège	35	111	29	51	1,53	10,52	0,83	3,31
Portugal	-3	-43	57	116	5,11	21,73	1,08	8,43
Espagne	141	631	221	405	3,69	23,14	0,89	7,60
Suède	11	35	10	9	0,65	2,36	0,24	-0,79
R.-Uni	349	1403	249	467	1,44	10,44	0,22	3,73
<b>Europe</b>	<b>1714</b>	<b>5720</b>	<b>1637</b>	<b>3044</b>	<b>1,77</b>	<b>10,89</b>	<b>0,41</b>	<b>2,90</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 13 : Les résultats du scénario V<sub>4,0</sub> : 0 % aux salariés\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	39	186	29	53	1,11	9,96	-0,1	0,61
Belgique	45	185	34	60	1,17	7,84	-0,02	-0,10
Danemark	26	85	22	39	1,01	8,72	-0,18	0,09
Allemagne	377	1878	234	446	1,02	7,98	-0,05	0,034
Finlande	18	72	16	35	0,83	5,99	-0,02	-1,07
France	315	1035	208	348	1,17	7,32	-0,03	0,45
Grèce	104	818	80	199	6,08	49,83	-0,04	9,60
Irlande	57	274	55	135	1,84	17,20	-0,03	0,18
Italie	384	1867	332	631	2,99	20,45	0,45	4,66
Pays-Bas	82	451	58	127	0,99	8,68	-0,11	0,48
Norvège	39	161	29	52	1,43	12,39	0,46	2,77
Portugal	43	265	57	120	4,37	25,38	0,23	3,84
Espagne	213	1117	220	407	3,20	23,54	0,03	5,58
Suède	14	63	10	9	0,72	3,48	0,11	-0,76

R.-Uni	428	2620	250	513	1,53	13,56	-0,15	2,68
<b>Europe</b>	<b>2185</b>	<b>11077</b>	<b>1633</b>	<b>3174</b>	<b>1,69</b>	<b>12,65</b>	<b>-0,01</b>	<b>1,88</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 14 : Les résultats du scénario V<sub>5,0</sub> : 100 % aux salariés\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	29	64	29	51	0,92	7,11	0,24	2,28
Belgique	32	94	34	58	1,14	6,82	0,47	2,38
Danemark	20	24	22	38	0,85	6,78	0,18	2,01
Allemagne	330	1447	235	430	1,11	6,97	0,27	2,23
Finlande	15	48	16	35	0,95	5,60	0,32	1,00
France	270	791	208	343	1,18	6,53	0,30	2,09
Grèce	95	709	80	199	6,57	49,74	0,93	15,52
Irlande	48	146	55	129	1,47	12,86	0,45	2,75
Italie	326	1457	331	617	2,90	18,52	0,89	7,10
Pays-Bas	59	256	58	119	0,81	6,78	0,26	2,26
Norvège	37	148	29	53	1,83	13,44	1,01	5,70
Portugal	30	134	57	117	4,30	23,23	0,93	7,46
Espagne	184	800	220	395	3,09	20,78	0,50	7,79
Suède	10	63	10	9	0,92	4,10	0,40	0,78
R.-Uni	325	1788	249	480	1,42	11,12	0,21	4,21
<b>Europe</b>	<b>1808</b>	<b>7971</b>	<b>1633</b>	<b>3073</b>	<b>1,67</b>	<b>11,14</b>	<b>0,38</b>	<b>3,92</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 15 : Les résultats du scénario V<sub>0,1</sub> : financement public\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	44	214	30	54	1,66	11,39	-0,79	0,77
Belgique	45	220	35	60	1,73	9,71	-0,64	0,23
Danemark	29	97	23	40	1,42	9,87	-0,80	0,13
Allemagne	346	1929	237	446	1,32	8,82	-0,53	0,46
Finlande	24	107	16	37	1,36	7,98	-0,38	-0,57
France	333	1321	210	359	1,56	8,80	-0,57	0,68
Grèce	124	1139	82	221	8,94	65,20	-2,55	8,71
Irlande	82	465	56	145	3,68	24,32	-1,05	0,76
Italie	403	2423	335	662	3,72	24,82	-0,69	4,86
Pays-Bas	85	499	59	123	1,42	9,80	-0,77	0,29

Norvège	38	182	29	55	2,25	15,69	-0,22	3,16
Portugal	67	465	58	128	6,08	32,98	-1,74	2,13
Espagne	291	1612	224	428	4,39	28,61	-1,39	5,36
Suède	24	92	10	10	1,04	4,54	-0,08	-0,24
R.-Uni	430	3102	253	503	2,11	15,62	-1,17	2,41
<b>Europe</b>	<b>2365</b>	<b>13867</b>	<b>1657</b>	<b>3273</b>	<b>2,29</b>	<b>15,20</b>	<b>-0,81</b>	<b>1,97</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**Tableau 16 : Les résultats du scénario V<sub>0,4</sub> : commandes publiques\***

	Emploi Total		Emploi Recherche		PIB		Solde Budgétaire	
	2010	2030	2010	2030	2010	2030	2010	2030
Autriche	66	225	29	52	0,99	9,05	-1,08	1,66
Belgique	65	263	35	61	1,58	9,84	-0,96	1,63
Danemark	37	122	22	39	0,58	8,64	-1,30	0,78
Allemagne	651	2939	242	460	1,99	10,30	-1,04	1,52
Finlande	43	163	16	36	1,19	7,34	-0,61	0,68
France	531	1867	212	364	1,83	9,48	-1,07	1,41
Grèce	111	1021	80	212	6,85	58,67	-2,01	11,25
Irlande	100	523	58	148	5,39	26,66	-1,84	1,90
Italie	501	2782	334	664	3,41	25,11	-1,15	5,87
Pays-Bas	136	634	59	121	1,27	8,41	-0,87	2,14
Norvège	47	221	30	57	2,75	17,54	-0,86	4,22
Portugal	86	532	58	128	5,92	33,41	-1,72	3,91
Espagne	388	1937	223	430	4,20	28,95	-1,54	6,69
Suède	47	159	10	12	0,96	4,64	-0,54	0,21
R.-Uni	639	3715	256	515	2,57	17,25	-1,42	3,48
<b>Europe</b>	<b>2867</b>	<b>17105</b>	<b>1622</b>	<b>3298</b>	<b>2,47</b>	<b>15,81</b>	<b>-1,19</b>	<b>3,05</b>

\* : Emploi et Emploi de Recherche en milliers, PIB en %, Solde Budgétaire en points de PIB.

**OBJECTIF 3 % DE R&D :  
PLUS DE RECHERCHE POUR PLUS DE  
CROISSANCE ?**

**Joël BOURDIN**  
**Sénateur**

**Délégation du Sénat pour la Planification**

## **OBJECTIF 3 % DE R&D : PLUS DE RECHERCHE POUR PLUS DE CROISSANCE ?**

Le Conseil européen de Barcelone de mars 2002 a fixé un objectif pour l'Union européenne : l'ensemble des dépenses en matière de recherche et développement doit augmenter pour « *approcher 3 % du PIB en 2010* ».

Quelle est l'incidence économique du succès de cet objectif ? Permettra-t-il de soutenir la croissance à long terme et la progression du niveau de vie, par ailleurs freinées par le vieillissement démographique ? Quelles politiques d'accompagnement les pays européens, et plus particulièrement la France, devront-ils privilégier pour renforcer l'efficacité d'une augmentation des dépenses de recherche ? Quelle stratégie économique l'Europe pourrait-elle mettre en œuvre à partir d'une augmentation des dépenses de recherche ?

Afin de répondre à ces questions, ce rapport présente et commente une simulation réalisée par le Laboratoire ERASME de l'École Centrale de Paris, à l'aide d'un modèle macroéconomique conçu pour évaluer l'impact d'une augmentation des dépenses de recherche.