

DOCUMENTS DE TRAVAIL

NUMERO 67 OCTOBRE 2004

LA PUBLICATION DU CENTRE D'OBSERVATION ECONOMIQUE



L'OBJECTIF DE BARCELONE, 3 % DU PIB POUR L'EFFORT DE RECHERCHE EN EUROPE : QUELLES CONSÉQUENCES POUR LA FRANCE ?

DOROTHÉE BRÉCARD
CAROLE CHEVALLIER
ARNAUD FOUGEYROLLAS
LIONEL LEMIALE
PIERRE LE MOUËL
PAUL ZAGAMÉ



CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE PARIS

**Les Documents de Travail reflètent l'opinion de leurs auteurs
et n'engagent pas la Chambre de Commerce et d'Industrie de Paris**

CENTRE D'OBSERVATION ECONOMIQUE

DOCUMENTS DE TRAVAIL

L'OBJECTIF DE BARCELONE, 3 % DU PIB POUR L'EFFORT DE RECHERCHE EN EUROPE : QUELLES CONSEQUENCES POUR LA FRANCE ?

DOROTHÉE BRÉCARD¹
CAROLE CHEVALLIER⁴
ARNAUD FOUGEYROLLAS²
LIONEL LEMIALE¹
PIERRE LE MOUËL²
PAUL ZAGAME³

Ce document 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.

¹ Université de Nantes, laboratoire LEN-C3E et laboratoire Erasme

² Ecole Centrale Paris, laboratoire Erasme

³ Université de Paris I, laboratoire Erasme, Commissariat Général du Plan

⁴ CCIP, COE

Les auteurs expriment leurs reconnaissances envers de nombreuses personnes : P. Waguët, D. Paoli et P. Daulouède tout d'abord, pour leurs commentaires sur une présentation antérieure de ces travaux, P. Valette et D. Rosetti qui ont permis l'élaboration du modèle Némésis et qui ont pris une part active au suivi de ces travaux ; J. Boulès qui a aidé à la définition des scénarios ; B. Bachelier, D. Besnainou, D. Duclos, G. Naja-Corbin et J.-F. Marchipont pour leurs commentaires sur les travaux européens, qu'ils trouvent ici l'expression de notre gratitude.

Résumé

Face au retard relatif de l'Europe par rapport aux Etats-Unis et au Japon en matière de dépenses de recherche et développement, le Conseil Européen de Barcelone, en mars 2002, s'est fixé comme objectif d'accroître les dépenses d'investissement en R&D pour atteindre une intensité de 3 % du PIB européen en 2010. L'objectif de ce document de travail est d'évaluer les conséquences macroéconomiques et sectorielles de sa réalisation pour la France, en comparaison avec l'ensemble des pays Européens, à l'aide du modèle macroéconométrique NEMESIS.

Les évolutions macroéconomiques mettent en évidence deux phases distinctes : une phase de multiplicateur keynésien, jusqu'en 2010, où la croissance est tirée par les dépenses d'investissement en R&D, suivie d'une phase de déploiement des effets de l'innovation durant laquelle la croissance provient des gains de productivité et de compétitivité. En 2010, un effort en R&D accru de l'ordre de 1.1 % du PIB (1.5 % en 2030) entraînerait un surplus de PIB de 1.2 % (7 % en 2030). La France se situant initialement dans le groupe de tête des pays européens pour son niveau d'intensité en R&D, les effets bénéfiques sont inférieurs à ceux obtenus pour l'ensemble de l'Europe. En outre, atteindre l'objectif des 3 % a des effets sectoriels contrastés, favorisant davantage les secteurs très intensifs en R&D.

Pour la France, le défi reste de pouvoir répondre à l'accroissement nécessaire d'emplois liés à la recherche, au nombre de 303 milliers en 2010 (949 milliers en 2030). Enfin, l'analyse des différentes variantes met en avant l'importance des commandes publiques pour atteindre l'objectif de Barcelone.

Abstract

In March 2002, acknowledging the weakness of R&D expenditure in Europe against the United States and Japan, Barcelona's European Council agreed to increase investment in R&D to 3% of GDP by 2010. The aim of this work is to evaluate macroeconomic and sectoral consequences of such a policy in France, in comparison with the whole European countries, using the macroeconomic model NEMESIS.

Results show that the macroeconomic trends can be split into two distinct phases. In the first one, growth is directly driven by R&D expenditure, while in the second phase, innovation is the engine of growth through productivity and competitiveness gains. By 2010, an increase in R&D of about 1.1% of GDP (1.5% in 2030) will lead to a GDP surplus of 1,2 % (7 % in 2030). Compared with Europe as a whole, positive effects are lightened because of a weaker intensity in France than the European average. Besides, reaching the 3% objective generates contrasting sectoral effects, sectors initially very intensive in R&D gain advantage over the others.

As regards France, the challenge is still to face the increasing demand of employment in research field, rising 303 thousands in 2010 (949 thousands in 2030). At the end, the different "variants" analysed underline the scenario of public orders to satisfy the Barcelona's objective.

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| INTRODUCTION..... | 4 |
| I L'ENDOGENÉISATION DU PROGRÈS TECHNIQUE DANS NÉMÉSIS | 5 |
| 1. Le stock de savoir | 6 |
| 2. Du stock de savoir à l'innovation | 7 |
| 3. De l'innovation à la performance économique..... | 7 |
| II. LES ÉVALUATIONS DES POLITIQUES D'EFFORT DE R&D..... | 10 |
| 1. Des scénarios de mécanismes et de mise en œuvre de la politique de R&D..... | 11 |
| 1.1. Un jeu d'hypothèses sur les mécanismes de Némésis..... | 12 |
| 1.2. Variantes de mise en œuvre de la politique de R&D..... | 13 |
| 2. Un scénario de référence pour l'effort de recherche en Europe..... | 14 |
| 2.1. Les résultats macro-économiques : une augmentation du PIB et de l'emploi en deux phases 14 | |
| 2.2. Les résultats sectoriels | 18 |
| 3. Que pouvons-nous apprendre des autres exercices variantiels ? | 25 |
| 3.1. Les variantes de sensibilité..... | 25 |
| 3.2. Variations sur la politique de R&D..... | 27 |
| CONCLUSION..... | 30 |
| RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 32 |
| ANNEXE A :LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR LA FRANCE...33 | |
| ANNEXE B :LES RÉSULTATS MACROÉCONOMIQUES ET QUELQUES RÉSULTATS SECTORIELS DU SCÉNARIO DE RÉFÉRENCE POUR L'UNION EUROPÉENNE.....36 | |
| ANNEXE C : LES RÉSULTATS PAR PAYS DE L'UE-15+ | 39 |

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)¹ 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).

Afin de cerner les conséquences macroéconomiques d'un surcroît de recherche dans les années à venir, nous utilisons le modèle macro-économétrique européen Némésis. Ce modèle 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 document de travail 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. En outre, 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).

La première partie de ce rapport explicite 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.

¹ 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. »

I L'endogénéisation 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 a 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 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.²

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 1) 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

² 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).

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.

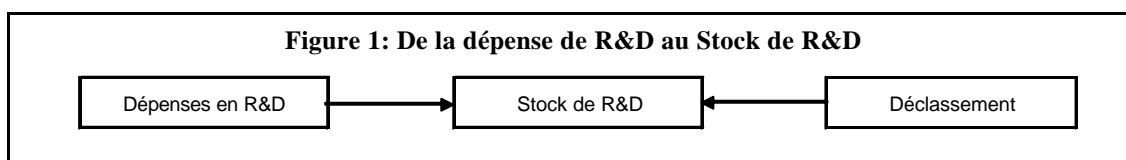
Tableau 1 : Les secteurs de Némésis

| | |
|---|--|
| 1. Agriculture | 16. Nourriture, Boissons et Tabac |
| 2. Charbon et coke | 17. Textile, Habillement et chaussures |
| 3. Extraction de pétrole et gaz | 18. Papier et Impressions |
| 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 |

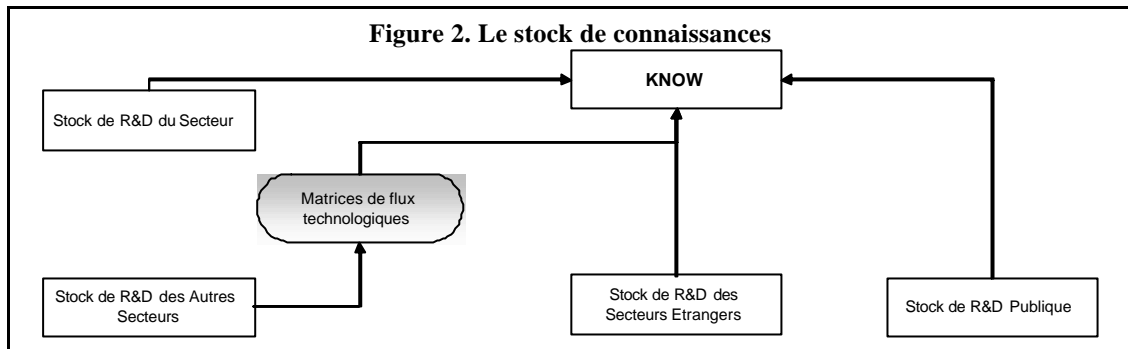
La spécificité de Némésis est l'endogénéisation du progrès technique à travers trois phases : de la R&D au stock de savoir, du stock de savoir à l'innovation et de l'innovation à la performance économique.

1. 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).



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 Johnson (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.

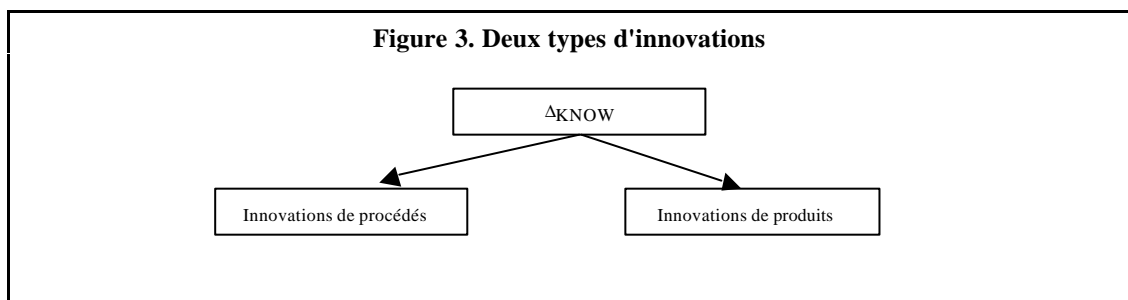


2. Du stock de savoir à l'innovation

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

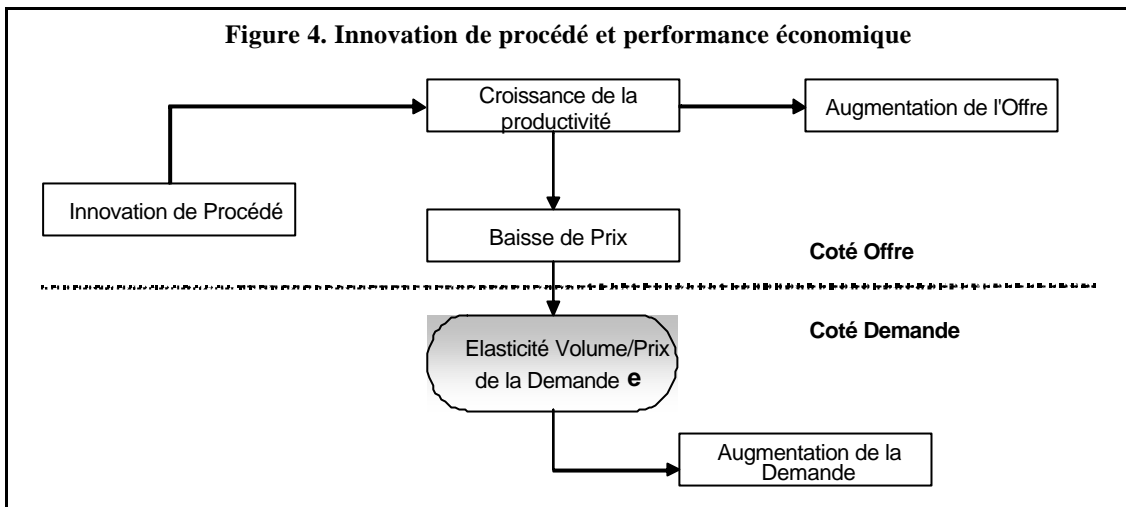
- les innovations de procédés qui augmentent la productivité globale des facteurs dans la spécification que nous avons retenue ;
- les innovations de produits qui se traduisent, dans la nomenclature fixe de la comptabilité nationale qui sous-tend Némésis, par des améliorations de qualité.

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



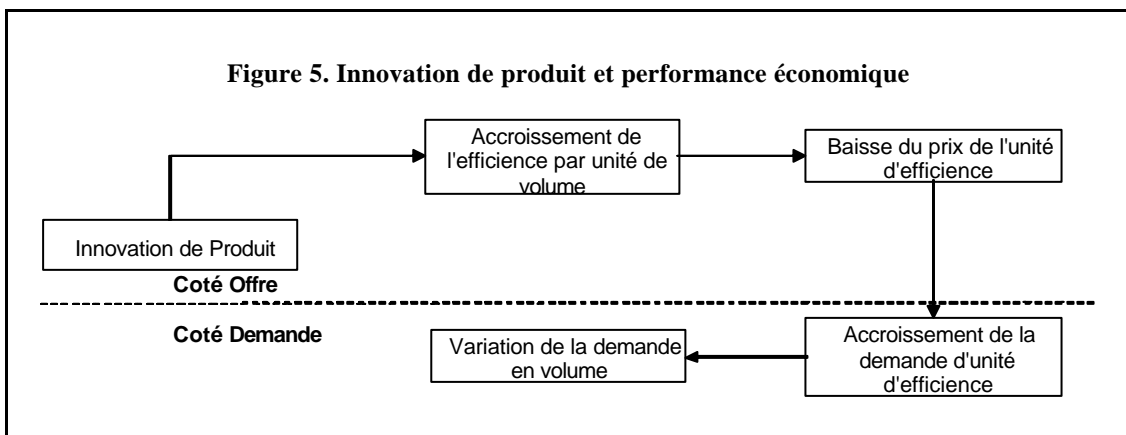
3. De l'innovation à la performance économique

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).



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 supérieure 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.



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.

$$\underbrace{\frac{\Delta Y}{Y}}_{\text{Accroissement de production}} = \underbrace{e \frac{\Delta TFP}{TFP}}_{\text{Accroissement de demande dû aux innovations de procédé}} + \underbrace{e' \frac{\Delta QUAL}{QUAL}}_{\text{Accroissement de demande dû aux innovations de produit}}$$

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

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 relie l'accroissement de la production à l'accroissement du stock de R&D (SRD) selon la formule³ :

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

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.

³ La formule qui sert à ces estimations est $\frac{\Delta Y}{Y} = A(SRD)^{\alpha} F(K, L, \dots)$. En principe, α est inférieur à β .

Tableau 2. L'impact de la R&D sur la productivité globale des facteurs

| Auteurs | Echantillon | Elasticité de la R&D |
|---------------------------------|--|----------------------|
| En coupe | | |
| 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 |
| En séries chronologiques | | |
| 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).

Les études économétriques (Mohnen (1990), Mairesse et Sassenou (1991), Griliches (1992), Nadiri (1993), Cameron (1998), ...) révèlent une fourchette assez large pour le paramètre β de 0.05 à 0.2. Les résultats sont indépendants des méthodes retenues. Cependant lorsque β est estimé à partir de séries de coupe instantanée (inter-entreprises), il est plus élevé qu'à partir d'estimations chronologiques (tableau 2). 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 β . La grande plage de variation de β 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.

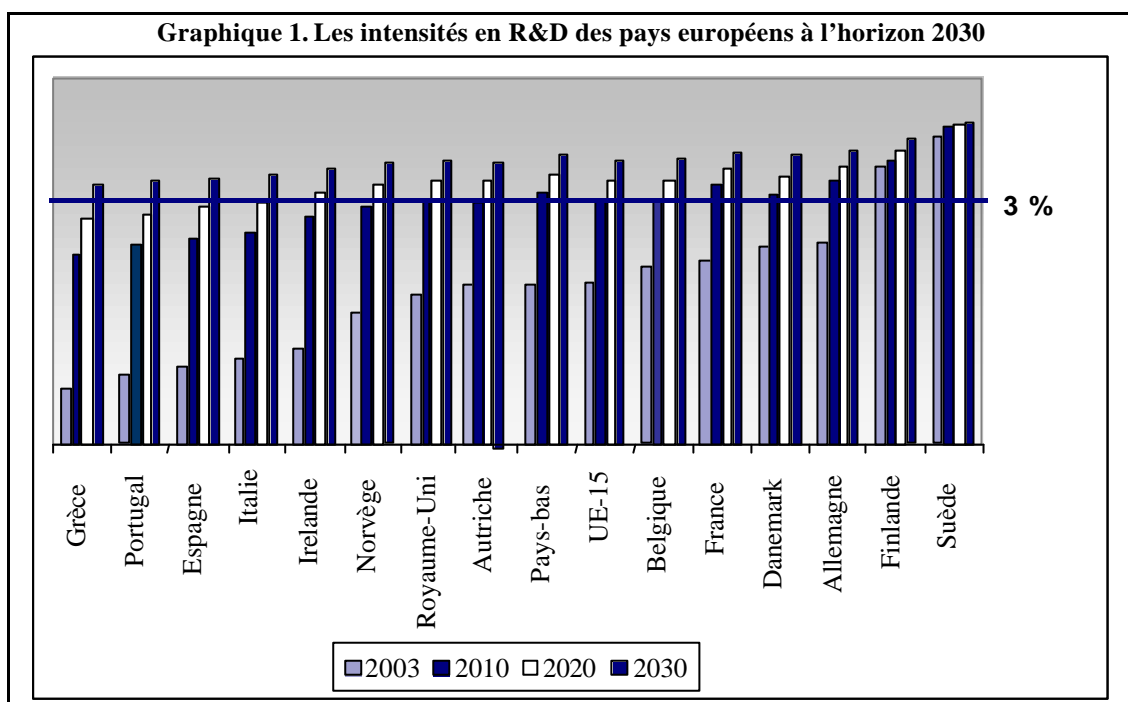
II. Les évaluations des politiques d'effort de R&D

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 1), 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.



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.

1. 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.⁴ 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.

1.1. 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 ? de la performance économique à l'égard du stock de connaissance.*

L'élasticité 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 b' varie entre 0,02 et 0,26). Nous supposons que b' est la somme pondérée d'une constante b'_0 et d'une fonction de l'intensité de R&D de chaque secteur, cette intensité augmentant entre 2002 et 2030.⁵ 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 y est donc plus faible en 2030 que dans le scénario alternatif (tableau 3). Dans une troisième variante $V_{2,j}$, nous supposons que l'élasticité b' est identique dans tous les secteurs et tous les pays, et égale à 10 %.

Tableau 3. Evolution de b'

| | 2002 | 2030 |
|-----------|-------|-------|
| $V_{0,j}$ | 0,075 | 0,124 |
| $V_{1,j}$ | 0,075 | 0,141 |
| $V_{2,j}$ | 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 compétitivité de l'Europe et donc par le solde extérieur

⁴ Les variantes sont notées $V_{i,j}$ avec i l'indice relatif aux hypothèses sur les paramètres du modèle et j l'indice relatif à la mise en œuvre de la politique de R&D

⁵ L'équation déterminant b' est $b' = a \cdot b_0 + (1-a) f\left(\frac{RD}{Y}\right)$

- 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*⁶ 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.

1.2. 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 le 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, 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

⁶ 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.

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 %.

2. Un scénario de référence pour l'effort de recherche en Europe

Les hypothèses retenues pour le scénario central sont les suivantes⁷ :

- H1. Elasticité b du stock de connaissance dans la performance économique : de 0,075 en 2002 à 0,124 en 2030.
- 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.⁸ 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.

2.1. Les résultats macro-économiques : une augmentation du PIB et de l'emploi en deux phases

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

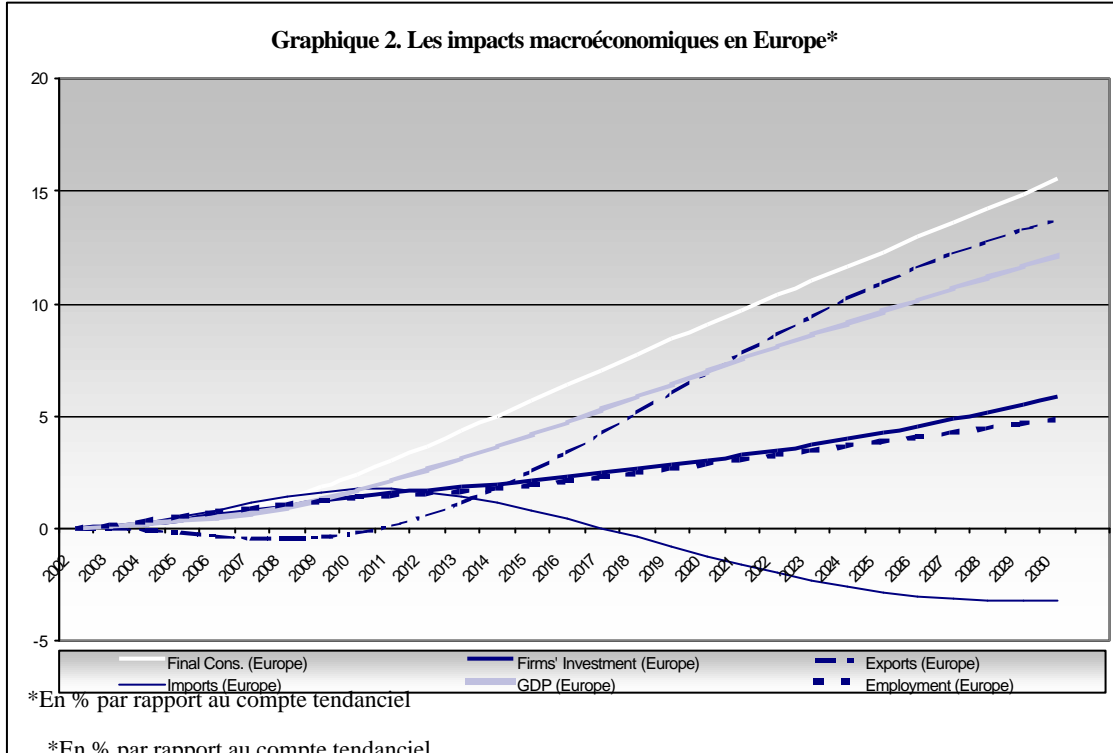
→ *La phase de « multiplicateur » avec déficit extérieur*

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.

⁷ 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.

⁸ 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.

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.



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 2), 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 6).

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 plus tard, 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).

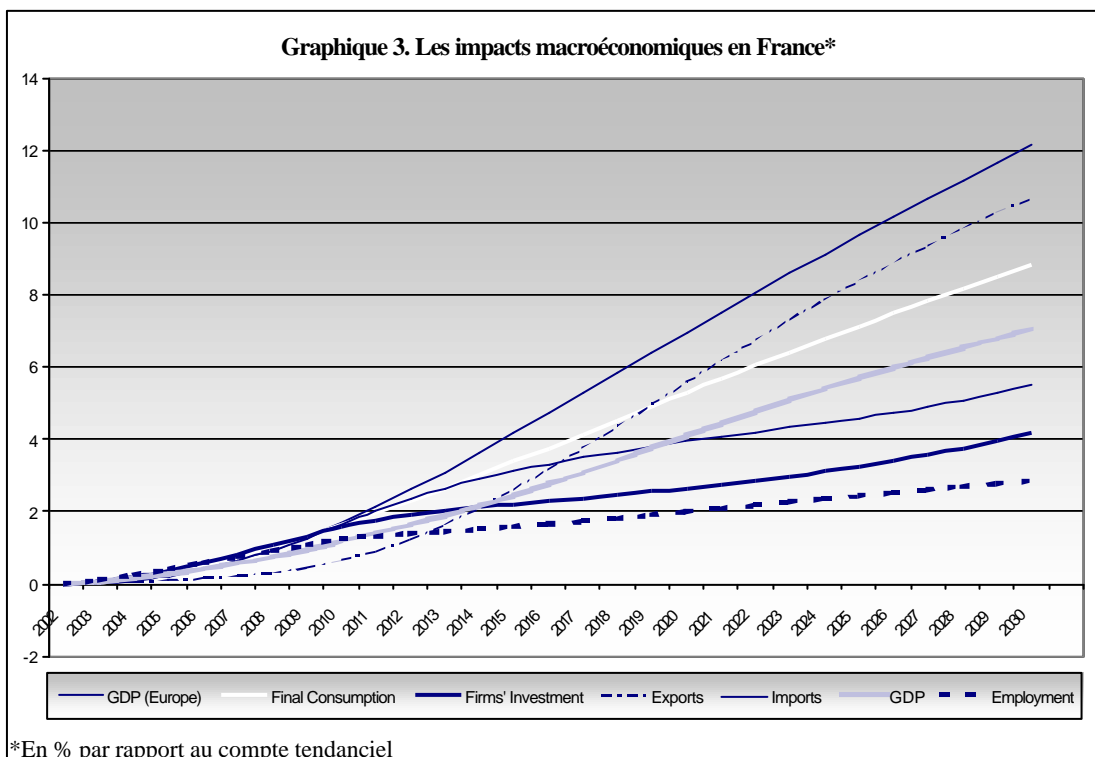
Enfin, bien sûr, le mode de financement des efforts de R&D n'accroît pas la charge du budget et donc le déficit des administrations publiques.

— *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 β 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 %.



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 :

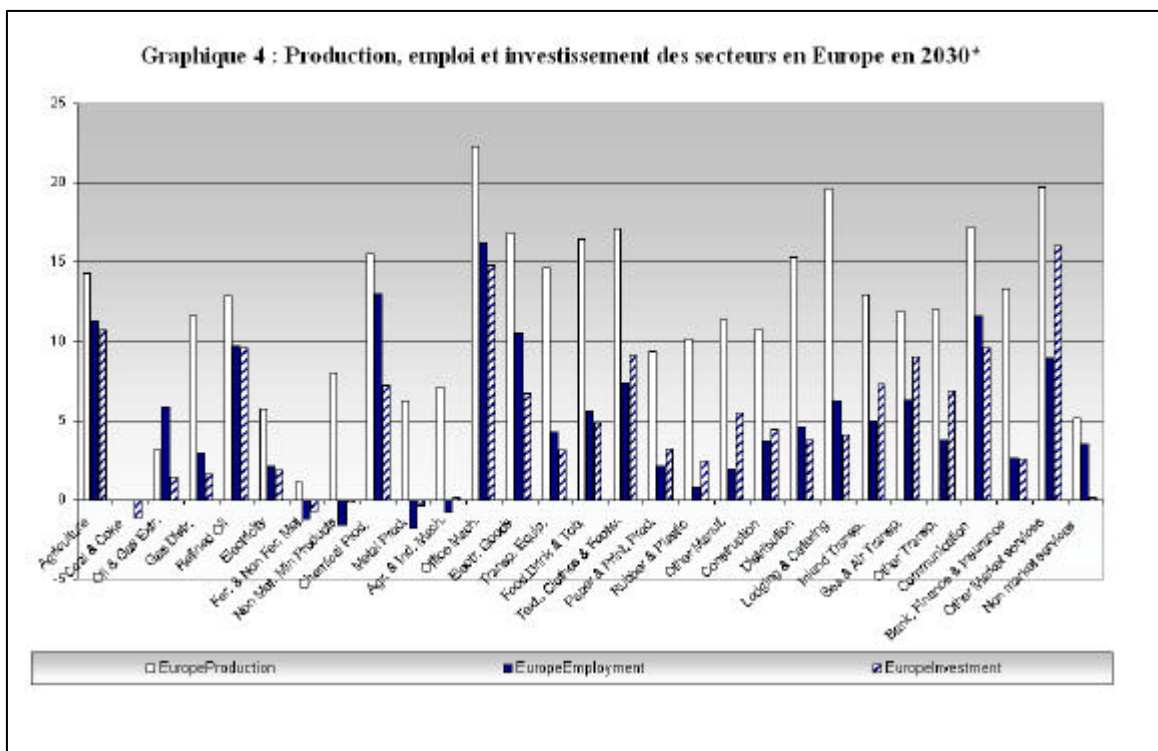
- un effet volume positif sur le commerce intra-européen : la croissance soutenue des partenaires commerciaux de la France entraîne ses exportations ;
- un effet prix négatif sur le commerce extérieur intra-européen : la France perd en compétitivité vis-à-vis de la plupart de ses partenaires, exceptés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

2.2. 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 4) : 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.

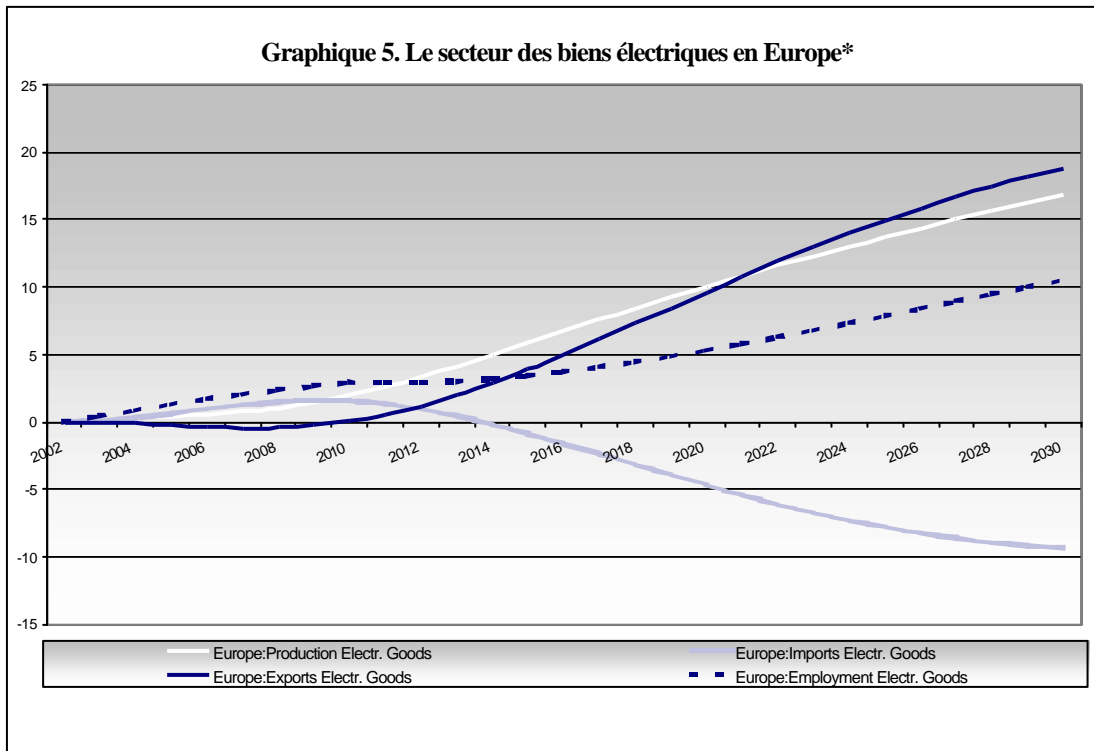


Dans l'ensemble des secteurs, on peut observer que l'évolution sectorielle est conforme à celle de la macroéconomie (voir, à titre illustratif, le graphique 5 pour le secteur des biens électriques) : les premières années de maturation sont marquées par une croissance plus lente et un creusement du déficit 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.

* En % par rapport au compte tendanciel.

→ *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.



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 5), 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.

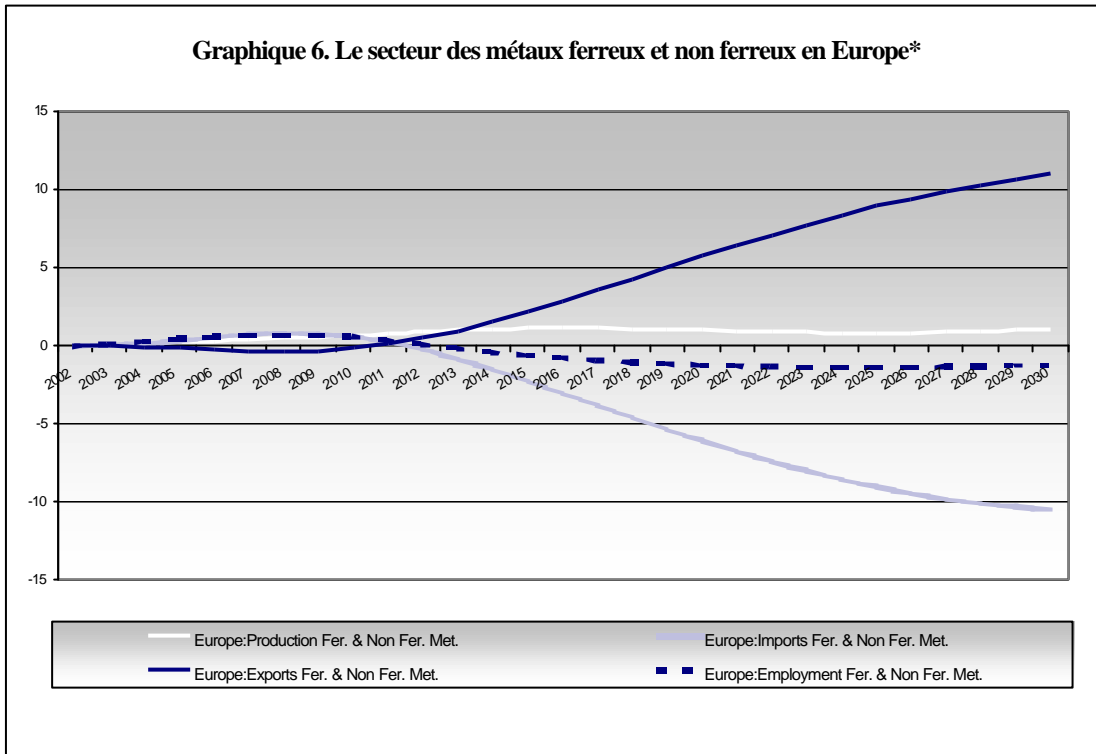
Dans le secteur de biens électriques, par exemple, la demande pour des besoins de consommation, d'investissement et de consommation intermédiaire s'accroissent respectivement de 13,6 %, 9,5 % et 13,2 %.

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*⁹

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 6).

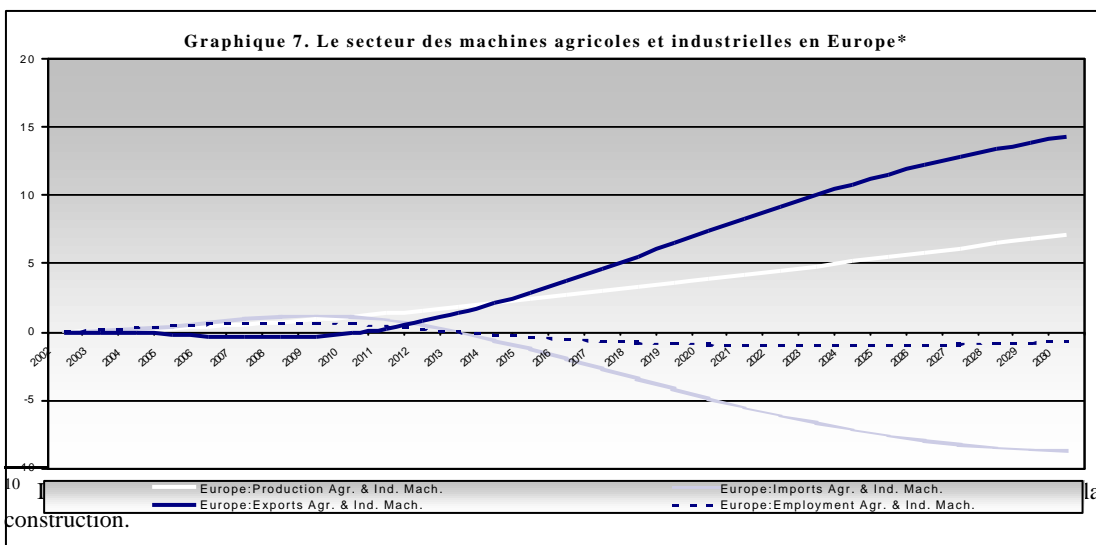
⁹ Il s'agit des secteurs des métaux ferreux et non ferreux, des produits minéraux non métalliques, des produits métalliques, et du caoutchouc et matières plastiques. La chimie, qui inclut la pharmacie est pour sa part comptée parmi les secteurs intensifs en R&D.



→ Les secteurs des autres biens d'investissement¹⁰

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 des machines agricoles et industrielles (graphique 7) dont la production n'augmente que de



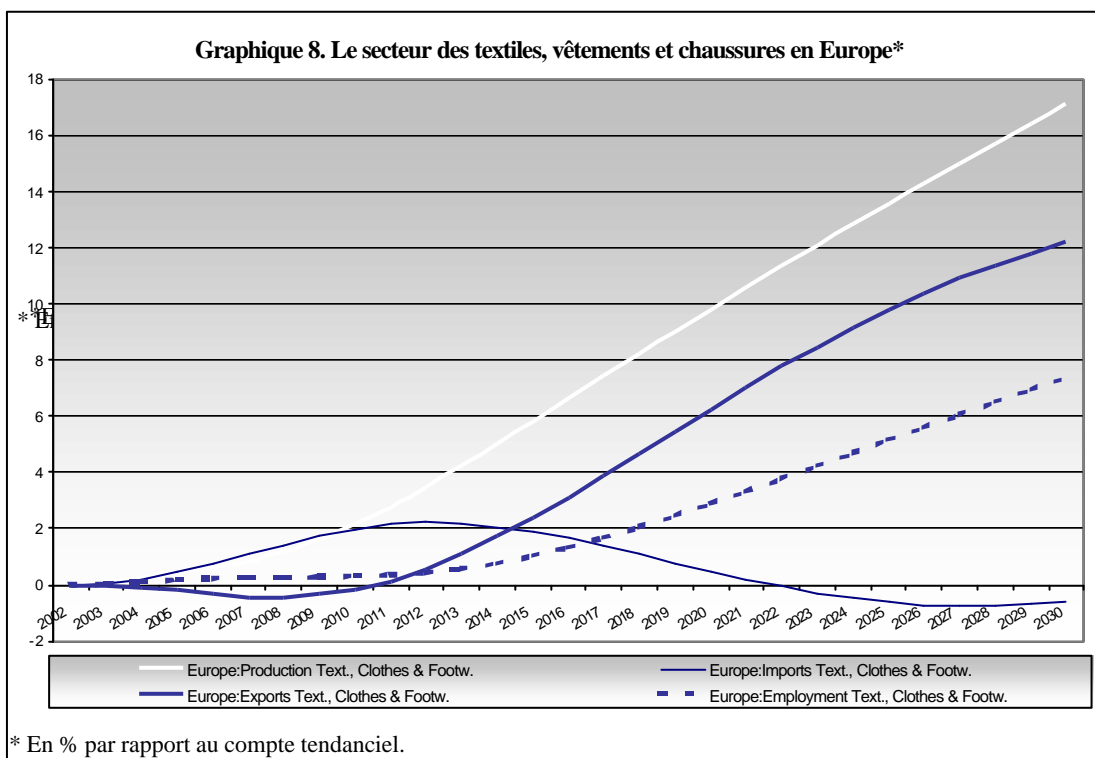
construction.

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.

→ *Les secteurs des biens de consommation et des services*¹¹

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.



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

¹¹ 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.

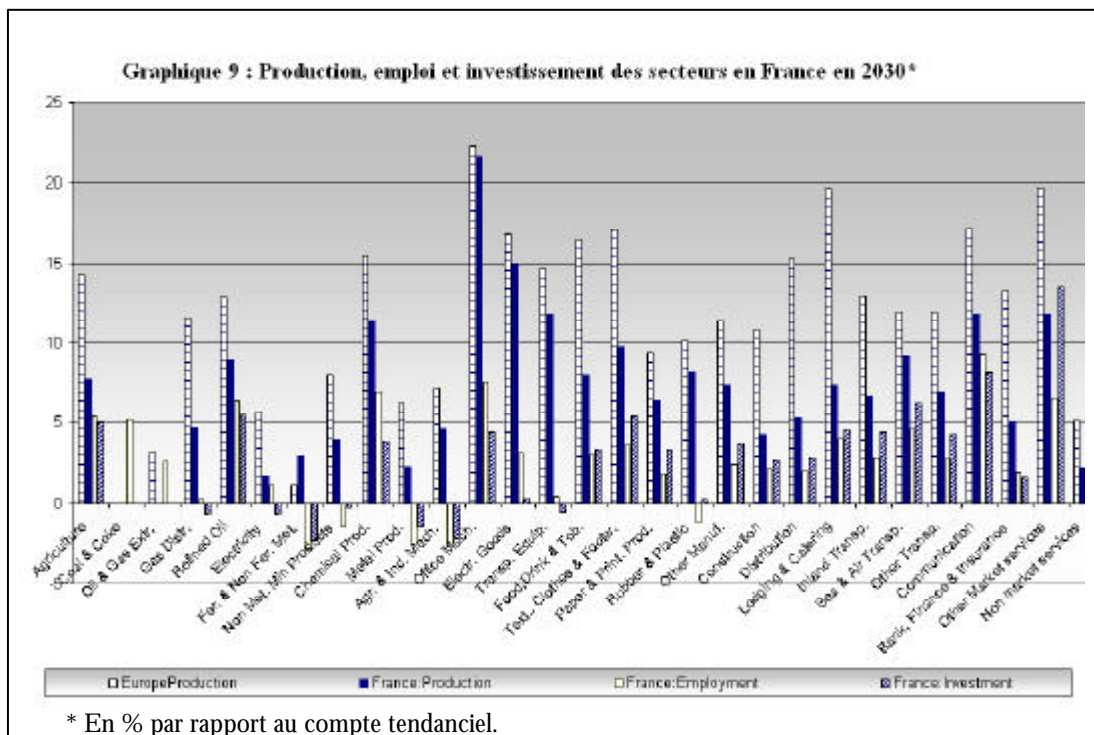
biens intermédiaires ou des biens d'investissement au système productif, et qui sont en même temps faiblement intensif en R&D, vont, pour leur part, voir leur contribution à la croissance européenne se réduire.

— 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).

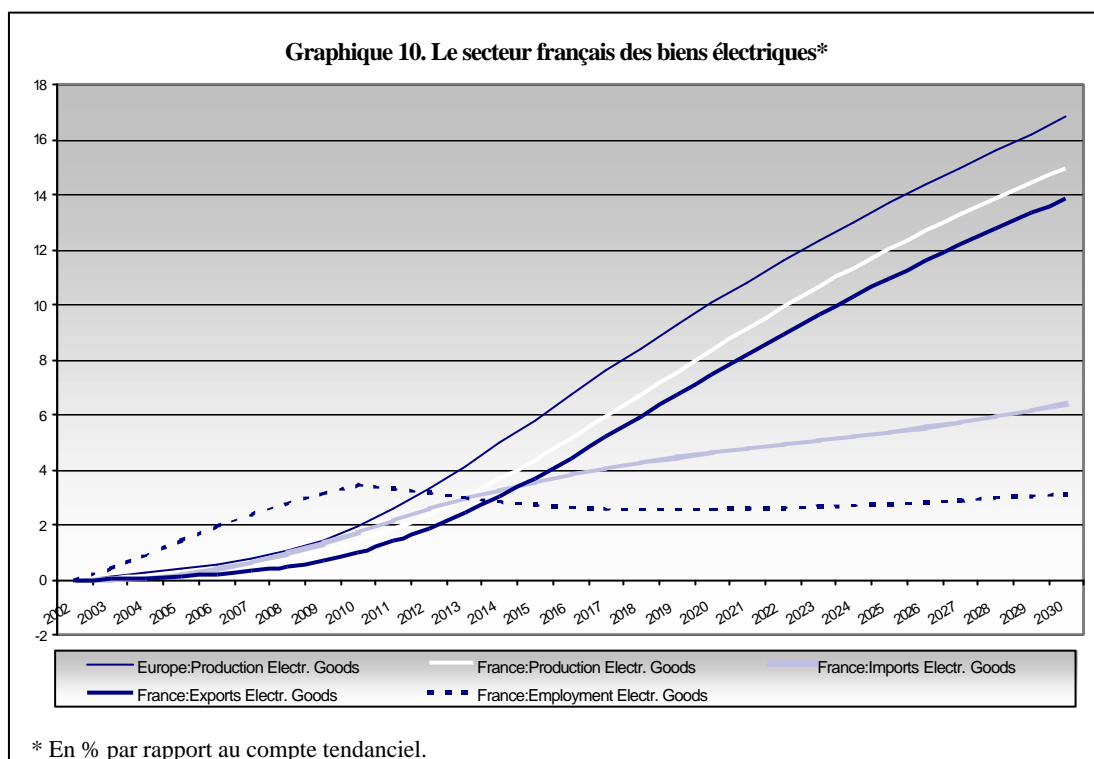
→ Les secteurs intensifs en R&D

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 10). 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 9).



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.



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 intermédiaires¹² 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

¹² Hors le secteur de la Chimie, qui inclut également la Pharmacie.

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 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.

3. 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.

3.1. Les variantes de sensibilité

— Sensibilité des résultats à l'égard de l'élasticité β ? ?

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 4. 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 ¹ | 12,1 | 7,1 | 16,3 | 9,8 | 10,9 | 6,1 |
| Emploi total ² | 10 007 | 949 | 14 222 | 1 491 | 5 720 | 485 |
| Emploi de recherche ² | 3 140 | 346 | 3 433 | 379 | 3 044 | 339 |
| Solde budgétaire ³ 2010 | 0,13 | 0,07 | 0 | 0 | 0,41 | 0,19 |

¹ en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

² en écart au compte tendanciel, en milliers.

³ 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 β est modifiée.¹³ Ici, elle accorde moins de poids à la partie fixe de β . 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}, β varie de 0,075 en 2002 à 0,124 en 2030 alors que dans V_{1,0}, β 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 β 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.

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

Dans le scénario V_{2,0}, nous supposons β identique dans tous les secteurs afin de tester la sensibilité des résultats à l'hypothèse de dépendance de β à l'égard de l'effort de R&D. La valeur moyenne de β 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

¹³ On modifie les coefficients α et α' et β s'en déduit *ex post*. Le réglage de β ne peut donc être obtenu que par tâtonnement.

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 5: 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 ¹ | 12,1 | 7,1 | 12,7 | 7,3 | 11,1 | 6,5 |
| Emploi total ² | 10 007 | 949 | 11 077 | 1 035 | 7 971 | 791 |
| Emploi de recherche ² | 3 140 | 346 | 3 174 | 348 | 3 073 | 342 |
| Solde budgétaire ³ 2010 | 0,13 | 0,07 | 0 | 0 | 0,38 | 0,30 |

¹ en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

² en écart au compte tendanciel, en milliers.

³ en pourcentage du PIB

De l'examen de ces variantes (tableau 5), 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 investissement¹⁴. Dans le scénario avec forte hausse des salaires ($V_{5,0}$), la croissance est davantage expliquée par la consommation des ménages.

3.2. 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 6: 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 ¹ | 12,1 | 7,1 | 15,2 | 8,8 | 15,8 | 9,5 |
| Emploi total ² | 10 007 | 949 | 13 867 | 1 321 | 17 104 | 1 867 |
| Emploi de recherche ² | 3 140 | 346 | 3 273 | 359 | 3 298 | 364 |
| Solde budgétaire ³ 2010 | 0,13 | 0,07 | - 0,81 | - 0,57 | - 1,9 | - 1,07 |

¹ en écart au compte tendanciel en 2030, en %.

² en écart au compte tendanciel, en milliers.

³ en points de PIB

¹⁴ Le modèle Némésis n'incorpore cependant pas d'accélérateur profit.

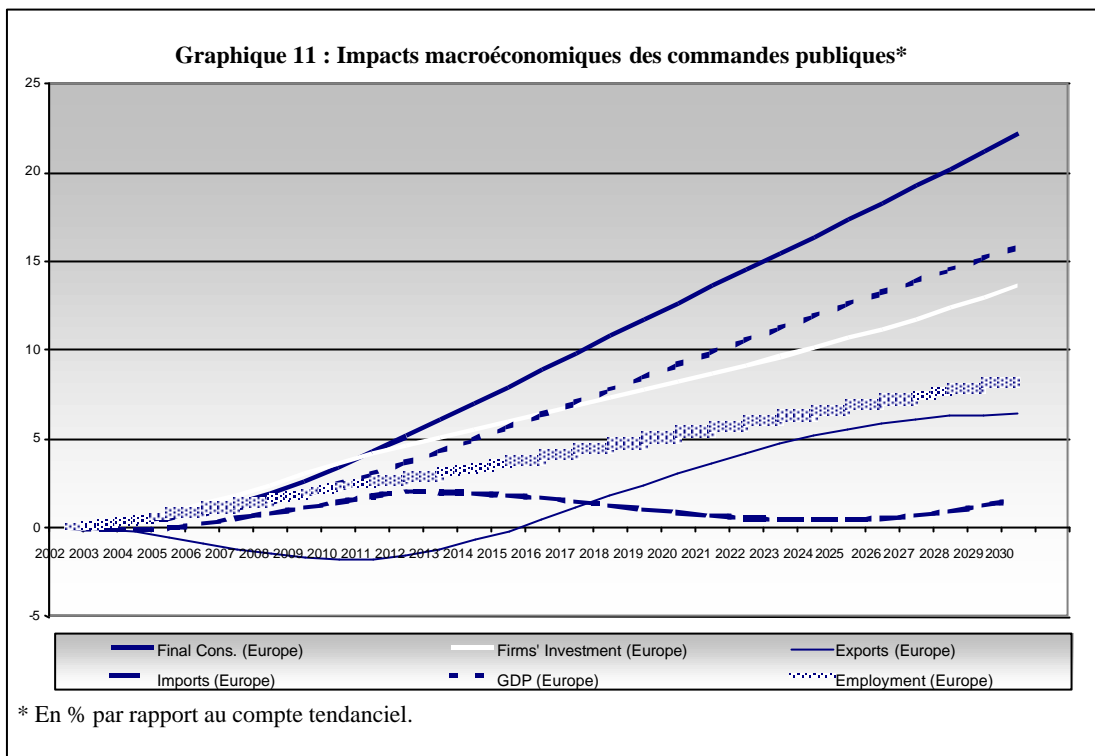
Cela s'explique par l'accroissement du déficit de l'Etat qui permet d'éviter les tensions inflationnistes dues au financement de la R&D par l'augmentation des prix des entreprises dans $V_{0,0}$. Ainsi, les pertes de compétitivité des entreprises sont limitées dans la première période. L'accroissement 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 surcroûts 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 taux de croissance 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.



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 9,5 % en 2030, soit 8 % 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.

Enfin, soulignons que les résultats de ces simulations ne sauraient 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. Il n'en demeure pas moins que l'ensemble des résultats quantitatifs que nous présentons ici constitue un élément susceptible d'amorcer les discussions sur les conséquences de la politique européenne définie à Barcelone.

Références bibliographiques

- Arrow K. (1962), « The economic implications of learning-by-doing », *Review of Economic Studies*, vol. 26, pp. 155-73.
- Baldwin R. and R. Forslid, (1999) « Putting growth effects in computable equilibrium trade models ».
- 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.
- Fougeyrollas A., P. Le Mouél and P. Zagame (2001), «Semi-dendogenous growth in a computable equilibrium approach », Conference «Computing in Economics and Finance ».
- 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.
- Jones C. I. (2000), *Théorie de la croissance endogène*, De Boeck University.
- 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.
- 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.

Site du modèle NEMESIS

<http://www.nemesis-model.net>

**Annexe A : Les résultats macroéconomiques et quelques résultats sectoriels
du scénario de référence pour la France**

| Résultats macroéconomiques pour la France | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Employment and costs. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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 |
| Energy Consumption. | | | | | | |
| - 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 |
| Other. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des métaux ferreux et non ferreux en France | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Production | 0,19 | 0,31 | 0,47 | 1,26 | 2,14 | 2,90 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des machines agricoles et industrielles en France | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Production | 0,25 | 0,52 | 0,85 | 2,08 | 3,43 | 4,61 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des biens électriques en France | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Production | 0,26 | 1,41 | 4,37 | 8,38 | 12,03 | 14,99 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des textiles, vêtements et chaussures en France | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Production | 0,27 | 1,30 | 3,12 | 5,48 | 7,76 | 9,76 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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

| Résultats macroéconomiques pour l'Europe | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Employment and costs. | | | | | | |
| - 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 |
| Research and Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des métaux ferreux et non ferreux en Europe | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| - Production | 0,25 | 0,69 | 1,13 | 1,02 | 0,85 | 1,12 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research And Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

Résultats pour le secteur des machines agricoles et industrielles en Europe

| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| - Production | 0,30 | 1,11 | 2,39 | 3,89 | 5,47 | 7,17 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| -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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research And Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des biens électriques en Europe | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| - Production | 0,40 | 1,97 | 5,82 | 10,06 | 13,70 | 16,83 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| -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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research And Productivity. | | | | | | |
| - 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 |

| Résultats pour le secteur des textiles, vêtements et chaussures en Europe | | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2025 | 2030 |
| - Production | 0,44 | 2,18 | 5,82 | 9,82 | 13,58 | 17,10 |
| Addressed Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| External Trade. | | | | | | |
| - 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 |
| Factors Demand. | | | | | | |
| - 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 |
| Research And Productivity. | | | | | | |
| - 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.

| Les résultats du scénario V_{0,0} : scénario de référence, ? ± 0,124 en 2030* | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|
| | Emploi Total | | Emploi Recherche | | PIB | | Solde Budgétaire | |
| | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> |
| 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 |
| Europe | 2084 | 10007 | 1634 | 3140 | 1,70 | 12,15 | 0,13 | 2,33 |

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

| Les résultats du scénario V_{1,0} : ? ± 0,141 en 2030* | | | | | | | | |
|---|---------------------|--------------|-------------------------|-------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------|
| | Emploi Total | | Emploi Recherche | | PIB | | Solde Budgétaire | |
| | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> | <i>2010</i> | <i>2030</i> |
| 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 |
| Europe | 2197 | 15222 | 1637 | 3433 | 1,78 | 16,28 | 0 | 2,78 |

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

| Les résultats du scénario V _{2,0} : ? ± 0,1* en 2030 | | | | | | | | |
|---|--------------|-------------|------------------|-------------|-------------|--------------|------------------|-------------|
| | 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 |
| Europe | 1714 | 5720 | 1637 | 3044 | 1,77 | 10,89 | 0,41 | 2,90 |

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

| Les résultats du scénario V _{4,0} : 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 |
| Europe | 2185 | 11077 | 1633 | 3174 | 1,69 | 12,65 | -0,01 | 1,88 |

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

| Les résultats du scénario V _{5,0} : 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 |
| Europe | 1808 | 7971 | 1633 | 3073 | 1,67 | 11,14 | 0,38 | 3,92 |

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

Les résultats du scénario V_{0,1} : 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 |
| Europe | 2365 | 13867 | 1657 | 3273 | 2,29 | 15,20 | -0,81 | 1,97 |

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

Les résultats du scénario V_{0,4} : 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 |
| Europe | 2867 | 17105 | 1622 | 3298 | 2,47 | 15,81 | -1,19 | 3,05 |

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

LISTE DES 10 DERNIERS DOCUMENTS DE TRAVAIL publiés par le Centre d'Observation Economique

| | |
|------------------------------------|--|
| N° 57 - Juillet 2002 DT 03/02 | Un indicateur d'entrée et sortie de récession : application aux Etats-Unis par Jacques ANAS et Laurent FERRARA |
| N° 58 - Septembre 2002 DT 04/02 | Baisser les charges sociales : jusqu'où et comment ? par Pierre CAHUC |
| N° 59 - Septembre 2002 DT 05/02 | World Commodity Prices 2002-2003 par Emmanuel HACHE |
| N° 60 - Novembre 2002 DT 06/02 | Prospects for the Location of Industrial Activities after EU Enlargement par Alain HENRIOT |
| N° 61 - Janvier 2003 DT 01/03 | World Trade in 2003 and 2004 par Alain HENRIOT |
| N° 62 - Mai 2003 DT 02/03 | Pour une meilleure protection de l'emploi par Pierre CAHUC |
| N° 63 - Juin 2003 DT 03/03 | L'image des biens de consommation sur le marché européen en 2002 par Laurent FERRARA |
| N°64 - Juillet 2003 DT 05/03 | Le syndrome japonais est-il transmissible aux Etats-Unis et à l'Europe ? par Thierry COVILLE |
| N°65 - Novembre 2003 DT 06/03 | L'image des biens intermédiaires et d'équipement sur le marché européen en 2003 par Laurent FERRARA |
| N°66 - Juillet 2004 DT 01/40 | |

L'image des biens intermédiaires et d'équipement sur le marché européen en 2001 par Laurent FERRARA

POINTS DE VENTE DES PUBLICATIONS DE LA CHAMBRE DE COMMERCE ET D'INDUSTRIE DE PARIS

1) VENTE DIRECTE SUR PLACE

PARIS 1^{er}

- Accueil Bourse (bourse de Commerce)
2 rue de Viarmes, 75040 PARIS cedex 01 - Tél.: 01.53.40.39.27

PARIS 8^e

- Accueil information CCIP
27 avenue de Friedland, 75008 PARIS - Tél. 01.55.65.78.18

HAUTS-DE-SEINE

- Chambre de Commerce et d'industrie de Paris - Hauts de Seine
6/8 rue des Trois Fontanot, 92023 NANTERRE Cedex - Tél. 01.46.14.24.89
- Antenne d'Antony
7 rue du marché, 92160 ANTONY - Tél. : 01.42.37.07.07
- Antenne de Boulogne
39-41 rue de la Saussière, 92100 BOULOGNE BILLAN COURT
- Tél. : 01.46.04.66.44

SEINE-SAINT-DENIS

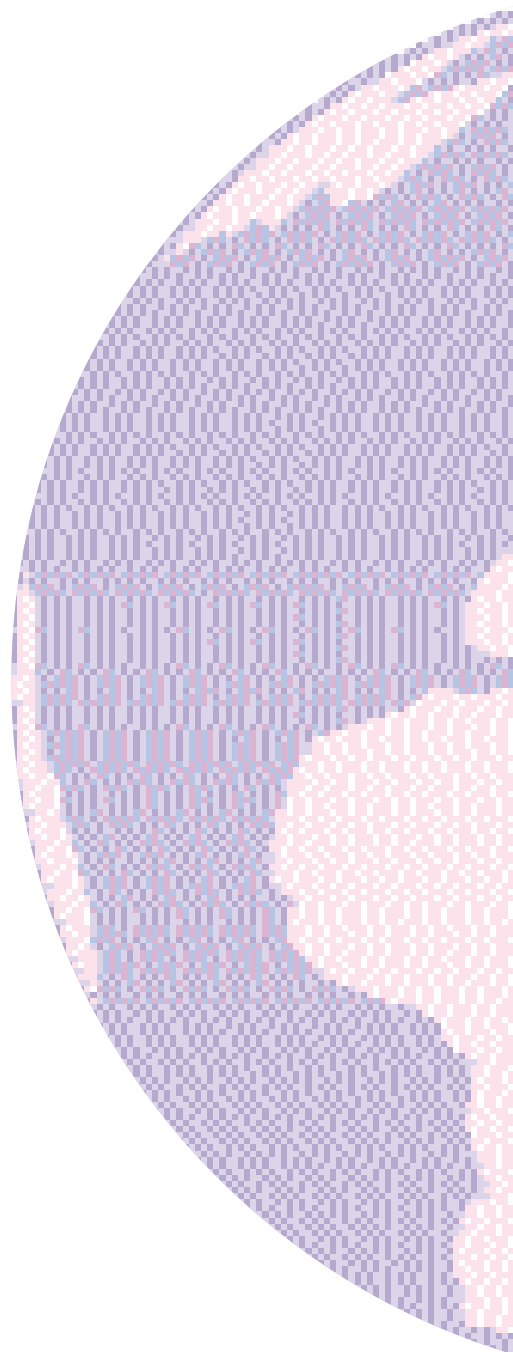
- Chambre de Commerce et d'industrie de Paris - Seine-Saint-Denis
191 avenue Paul Vaillant Couturier, 93000 BOBIGNY
Tél. : 01.48.95.10.39
- Antenne de Seine-Denis La Plaine
221 avenue du Président Wilson, 93210 SAINT-DENIS LA PLAINE
Tél : 01.48.95.10.39

VAL DE MARNE

- Chambre de Commerce et d'industrie de Paris - Val-de-Marne
8 place Salvador Allende, 94011 CRETEIL cedex - Tél. : 01.49.56.56.00

2) POUR LES REVUES DU CENTRE D'OBSERVATION ECONOMIQUE (COE)

- 27 avenue de Friedland, 75382 PARIS cedex 08 - Tél. : 01.55.65.70.77



COE - DT 02/04

Dépot légal : octobre 2004

Commission paritaire n° 838 ADEP - 29.01.75

ISSN - 0999-1174

ISBN - 2 - 85504 - 483 - 9



**CHAMBRE DE COMMERCE
ET D'INDUSTRIE DE PARIS**

Prix 11,00 euros