



**CEPII**

**CENTRE  
D'ÉTUDES PROSPECTIVES  
ET D'INFORMATIONS  
INTERNATIONALES**

No 2003 – 03  
Mars

## L'investissement en TIC aux Etats-Unis et dans quelques pays européens

---

Gilbert Cette  
Pierre-Alexandre Noual

L'INVESTISSEMENT EN TIC AUX ÉTATS-UNIS  
ET DANS QUELQUES PAYS EUROPEENS

---

Gilbert Cette et Pierre-Alexandre Noual

N° 2003 – 03  
Mars

Avec le soutien du CIREM

---

**TABLE DES MATIERES**

<b>SUMMARY</b> .....	<b>3</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>3</b>
<b>RÉSUMÉ COURT</b> .....	<b>3</b>
<b>L'INVESTISSEMENT EN TIC AUX ÉTATS-UNIS ET DANS QUELQUES PAYS EUROPÉENS</b> .....	<b>3</b>
<b>I. INTRODUCTION</b> .....	<b>3</b>
<b>II. LA DIFFUSION DES TIC DANS LES DIFFÉRENTS PAYS</b> .....	<b>3</b>
II.1. L'importance des dépenses d'investissement en TIC est très inégale entre les pays .....	3
II.2. Une progression des dépenses d'investissement en TIC assez parallèle, en rapport avec l'évolution des prix relatifs .....	3
II.3. Un seuil de diffusion des TIC pourrait avoir été atteint juste avant la fin des années 1990 .....	3
<b>III. LE MODÈLE ESTIMÉ</b> .....	<b>3</b>
III.1. La spécification de base de la relation de long terme .....	3
III.2. Diverses difficultés liées à la mesure des variables et au phénomène de diffusion des TIC .....	3
A. La prise en compte des performances dans la mesure des prix .....	3
B. Les prix relatifs des TIC par rapport à la valeur ajoutée .....	3
C. La spécificité du phénomène de diffusion des TIC .....	3
III.3. La relation de long terme estimée .....	3
III.4. La relation de court terme estimée .....	3
<b>IV. LE COMPORTEMENT DE DEMANDE DE CAPITAL TIC</b> .....	<b>3</b>
IV.1. Test de stationnarité des variables mobilisées .....	3
IV.2. Les résultats des estimations par pays .....	3
IV.3. Résultats des estimations sur données empilées .....	3
<b>V. CONCLUSION</b> .....	<b>3</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>3</b>
<b>ANNEXE 1 : SOURCES ET CONSTRUCTION DES DONNÉES MOBILISÉES DANS L'ANALYSE</b> .....	<b>3</b>
<b>ANNEXE 2 : RÉSULTATS D'ESTIMATIONS SANS LA VARIABLE DE DIFFUSION</b> .....	<b>3</b>
<b>LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII</b> .....	<b>3</b>



## COMPARING US AND SOME EUROPEAN COUNTRIES INVESTMENT IN TIC

### SUMMARY

The purpose of this article is to investigate the causes of the European lag in ICT (information and communication technologies) investment, compared to the United States. Econometric estimations of investment behavior over the past 25 years are presented for France, Germany, the Netherlands, the United Kingdom and the United States. This empirical study uses annual macroeconomic data, based on a simple model for investment in ICT products; however it is heavily constrained by specification problems and imperfections of the data at hand.

The data first confirm that the diffusion of ICT equipments is more advanced in the United States than in European countries and, to a lesser extent, less advanced for France and Germany than for the United Kingdom and the Netherlands. The econometric estimations of our investment model suggest over-accumulation of ICTs in the United States at the end of the 1990's, as well as under-accumulation in France and Germany, the magnitude of both results depending on the chosen specification.

Based on the regressions, we find roughly the same cost-elasticity for the United States and European countries. Therefore, the European diffusion lag does not come from a different cost-elasticity. However, European countries have to import most of their hardware components – the component of ICTs whose price (quality) decreased (improved) the more over the last 30 years – from the United States, and the sharp appreciation of the dollar over the 1990's thus made investment in ICTs relatively less attractive in Europe : given the same strong cost-elasticity, the substitution effects between factors of production in favor of ICT may have been weaker in Europe, thus explaining part of the diffusion lag. Indeed the results of our ICT investment regression suggest that the exchange rate can explain part of the lag in the diffusion of ICTs in Europe relative to the United States.

### ABSTRACT

This article investigates the causes of the European (here France, Germany, the Netherlands and the United Kingdom) lag in ICT (information and communication technologies) investment, compared to the United States. This empirical study uses annual macroeconomic data. The econometric estimations of an investment model suggest over-accumulation of ICTs in the United States at the end of the 1990's, as well as under-accumulation in France and Germany. Based on the regressions, we find that the cost-elasticity is roughly the same for the United States and the European countries, and that the exchange rate can explain part of the lag in the diffusion of ICTs in Europe.

*JEL Classification:* E22, O47, O57, R34

*Key Words:* ICT, investment, factor demands, diffusion, over-accumulation



## L'INVESTISSEMENT EN TIC AUX ETATS-UNIS ET DANS QUELQUES PAYS EUROPEENS

### RESUME

L'objet de la présente étude est d'apporter une contribution au débat concernant le « retard d'investissement » en TIC (technologies de l'information et de la communication) des pays européens vis-à-vis des Etats-Unis, par l'estimation économétrique de comportements d'investissement sur le dernier quart de siècle. Les pays étudiés sont la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, le Royaume-Uni et les Etats-Unis. Cette investigation empirique est menée sur données annuelles au niveau macro-économique. Cependant, la modélisation très simplifiée du comportement d'investissement en TIC dans les différents pays est fortement contrainte par de multiples problèmes de spécification liés principalement aux incertitudes statistiques.

Les données mobilisées confirment tout d'abord l'avance des Etats-Unis par rapport aux pays européens et le retard de la France par rapport aux Etats-Unis, mais aussi, à une moindre échelle, aux autres pays européens, en ce qui concerne la diffusion des TIC. Les résultats obtenus grâce à la modélisation du comportement d'investissement suggèrent une suraccumulation en TIC aux Etats-Unis à la fin des années 1990, mais aussi une sous-accumulation en France et en Allemagne, l'ampleur de ces trois désajustements dépendant fortement de la spécification retenue. Pour les deux autres pays européens, le diagnostic est plus incertain.

Les résultats indiquent aussi que l'élasticité-prix des dépenses d'investissement en TIC ne différerait pas aux Etats-Unis et en Europe. L'écart de diffusion des TIC entre les deux groupes de pays ne pourrait donc s'expliquer par une différence de cette élasticité-prix. Pour autant, compte tenu de cette forte élasticité-prix et des positions respectivement importatrice des pays européens et exportatrice des Etats-Unis en ce qui concerne les micro-processeurs, c'est-à-dire la composante des TIC dont les performances (et les prix) augmentent (baissent) le plus rapidement, l'appréciation du dollar par rapport aux monnaies européennes du début de la décennie 1990 jusqu'à la fin 2001 a pu, sans expliquer totalement l'avance américaine, contribuer à freiner en Europe les effets de substitution entre facteurs favorables à la diffusion des TIC. Les résultats obtenus indiquent en effet que le taux de change peut contribuer à expliquer en partie la diffusion des TIC plus avancée aux Etats-Unis.

**RESUME COURT**

La présente étude porte sur les causes du « retard d'investissement » en TIC (technologies de l'information et de la communication) des pays européens (ici la France, l'Allemagne, les Pays-Bas et le Royaume-Uni) par rapport aux Etats-Unis. L'analyse est empirique et menée sur données annuelles au niveau macro-économique. Une modélisation du comportement d'investissement suggère une suraccumulation en TIC aux Etats-Unis à la fin des années 1990, mais aussi une sous-accumulation en France et en Allemagne. Elle indique aussi que l'élasticité-prix des dépenses d'investissement en TIC ne différerait pas aux Etats-Unis et en Europe, et que le taux de change peut contribuer à expliquer en partie la diffusion des TIC moins avancée en Europe.

*Classification JEL* : E22, O47, O57, R34

*Mots-clefs* : TIC, investissement, demande de facteurs, diffusion, suraccumulation



## L'INVESTISSEMENT EN TIC AUX ETATS-UNIS ET DANS QUELQUES PAYS EUROPEENS

Gilbert CETTE et Pierre-Alexandre NOUAL<sup>1</sup>

### I. INTRODUCTION

De nombreuses analyses (par exemple Jorgenson et Stiroh (2000), Jorgenson (2001), CEA (2001), ou Oliner et Sichel (2000 et 2002)) ont attribué une part importante de l'accélération de la productivité aux Etats-Unis à partir de la seconde moitié des années 1990 à l'augmentation continue et rapide des investissements en TIC (technologies de l'information et de la communication). Cet impact des investissements en TIC est cependant relativisé par quelques autres travaux (par exemple Gordon (2000 et 2002)) qui attribuent également une part importante de l'accélération de la productivité à des facteurs cycliques et à des changements de conventions comptables, ou bien limitent cette accélération aux seuls secteurs producteurs de TIC. Sans être complètement tranché, ce débat concernant l'économie américaine diffère de ceux portant sur les économies européennes dans lesquels les investissements en TIC, bien qu'également en forte progression, apparaissent sensiblement plus modérés (Cf. Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), OCDE (2002) ou van Ark et alii (2002)) et où la productivité du travail a généralement ralenti sur la décennie 1990. Le ralentissement de la productivité en Europe est souvent attribué à des facteurs cycliques ainsi qu'à la mise en œuvre de politiques diversifiées (allègements de charges ciblés sur les bas salaires, réduction du temps de travail, incitations au développement des emplois à domicile...) visant à « enrichir le contenu en emplois de la croissance » (voir par exemple Cette, Mairesse et Kocoglu (2002a et b) pour la France).

Le contraste apparent entre Etats-Unis et Europe concernant l'importance des investissements en TIC relève sans doute pour une part de différences de conventions retenues par les comptes nationaux (Cf. Lequiller (2000)), mais sa dimension est telle que toutes les analyses s'accordent à considérer qu'il reflète également une réalité économique. De nombreuses interprétations ont été avancées pour expliquer le « sous-investissement » en TIC des pays européens et plus largement de tous les pays industrialisés par rapport aux Etats-Unis. Parmi ces interprétations, citons par exemple : l'effet d'un simple retard lié à des effets de *spillovers* qui permettraient aux Etats-Unis, fortement producteurs de TIC, de bénéficier d'une diffusion temporairement plus avancée de ces mêmes TIC (Gust et Marquez (2000)), une réglementation plus forte des marchés des biens et du travail qui freinerait tant le développement du secteur producteur que la diffusion des TIC (BCE (2001), Gust et Marquez (2002), OCDE (2002)), une moindre qualification moyenne de la population active, l'utilisation des TIC appelant généralement une main d'œuvre qualifiée (Gust et Marquez (2002))...

---

<sup>1</sup> Gilbert Cette est économiste à la Banque de France et professeur à l'Université de la Méditerranée (CEDERS) ; [gilbert.cette@banque-france.fr](mailto:gilbert.cette@banque-france.fr). Pierre-Alexandre Noual est inscrit à l'University de Chicago ; [noual@uchicago.edu](mailto:noual@uchicago.edu). Les analyses de cette étude n'engagent que ses auteurs et non les institutions qui les emploient.

L'objet de la présente étude est d'apporter une contribution à ce débat concernant le « retard d'investissement » en TIC des pays européens vis-à-vis des Etats-Unis, par l'estimation économétrique de comportements d'investissement sur le dernier quart de siècle. De façon standard, les TIC correspondent ici aux matériels informatiques, aux logiciels et aux matériels de communication. Les pays étudiés sont la France, l'Allemagne, les Pays-Bas, le Royaume et les Etats-Unis. Cette investigation empirique est menée au niveau macro-économique en mobilisant, entre autres informations, les données internationales construites par van Ark et alii (2002) avec une certaine homogénéisation entre pays. Cependant, malgré le lourd travail statistique déployé, les séries annuelles mobilisées concernant les volumes d'investissement et de capital en TIC présentent de grandes fragilités qui interdisent une approche statistique sophistiquée.

Le fort ralentissement conjoncturel observé en 2001 dans les pays industrialisés trouve une partie de son origine dans le retournement de l'investissement des entreprises, particulièrement en TIC. Ce constat amène à s'interroger sur un possible surinvestissement antérieur en produits TIC, qui aurait pu être en partie stimulé par les craintes associées au *bug* de l'an 2000 ainsi que par la bulle financière. L'estimation de comportements d'investissement dans les différents pays permettra d'apporter un éclairage sur ce possible surinvestissement. Une telle approche a déjà été proposée par Duval (2001) pour les matériels informatiques aux Etats-Unis, et elle concluait à un important surinvestissement à la fin des années 1990.

Après avoir comparé les évolutions de la diffusion des TIC dans les différents pays considérés (II), on propose une formalisation simple du comportement d'investissement (III) dont les résultats d'estimation sont ensuite commentés (IV).

## **II. LA DIFFUSION DES TIC DANS LES DIFFERENTS PAYS**

Un premier regard descriptif sur les dépenses d'investissement en TIC (Graphique 1 et Tableau 1) aboutit à trois principaux constats : ces dépenses, dont l'importance est inégale selon les pays (II.1.), progressent de façon assez parallèle dans les différents pays en rapport avec l'évolution des prix relatifs des TIC (II.2). Pour autant, la diffusion des TIC, globalement considérées (c'est-à-dire l'ensemble des investissements en logiciels, matériels informatiques et matériels de communication), semblait s'être stabilisée juste avant la fin des années 1990 (II.3). Les deux premiers constats ont déjà été faits par des travaux antérieurs, par exemple Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), OCDE (2002) et van Ark et alii (2002), et ils ne seront donc ici que brièvement rappelés.

### **II.1. L'importance des dépenses d'investissement en TIC est très inégale entre les pays**

Parmi les cinq pays ici considérés, une hiérarchie, stable sur toute la période, se dégage nettement concernant l'importance des dépenses d'investissement en TIC. Les Etats-Unis sont le pays dans lequel ces dépenses sont les plus importantes (ramenées en pourcentage du PIB ou du total des dépenses d'investissement) : les investissements en TIC y représentaient en 2000 environ 5,0 % du PIB et 31 % de l'ensemble des dépenses

d'investissement. A l'autre extrême, la France et l'Allemagne sont les pays où ces dépenses sont les moins importantes : en 2000 respectivement moins de 3 % et moins de 20 %. Les Pays-Bas et le Royaume-Uni occupent une position intermédiaire : respectivement environ 3,5 % et 22 %. Cette hiérarchie observée entre pays sur l'ensemble des dépenses d'investissement en TIC est la même pour chacun des trois produits TIC : les matériels informatiques, les logiciels et les matériels de communication.

La hiérarchie entre les pays qui vient d'être commentée concernant les dépenses d'investissement en TIC est cohérente avec celle d'études antérieures, comme Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), OCDE (2002) et van Ark et alii (2002), cette cohérence étant d'ailleurs assez logique pour la dernière étude mentionnée dont les données de base sont reprises dans la présente analyse. De façon plus générale, ces travaux antérieurs montrent que le groupe des grands pays industrialisés dans lesquels les dépenses d'investissement en TIC sont les plus faibles comprendrait, outre la France et l'Allemagne, l'Italie et le Japon. Par ailleurs, le groupe de pays intermédiaires en termes de dépenses d'investissement en TIC comprendrait, outre le Royaume-Uni et les Pays-Bas, le Canada et l'Australie.

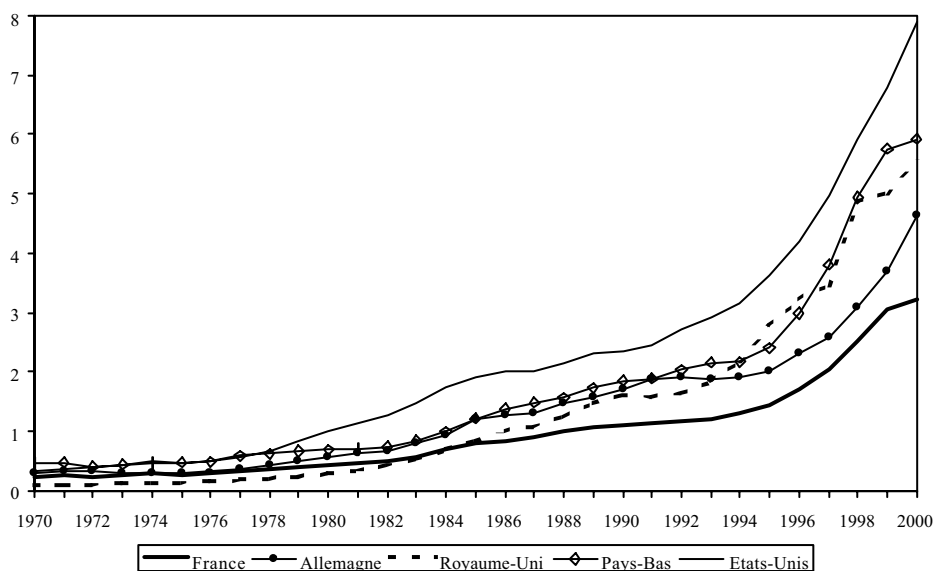
Les données mobilisées pour apprécier l'importance des dépenses d'investissement en TIC présentent de fortes incertitudes statistiques, qui obligent les comptables nationaux à faire des choix conventionnels qui peuvent largement différer selon les pays<sup>2</sup>. On peut fournir diverses illustrations de ces incertitudes :

- La décomposition des différents postes de dépenses en TIC est parfois difficile. Ainsi, par exemple, le partage entre dépenses en matériels informatiques ou en logiciels est en partie conventionnel ;
- L'évaluation des dépenses d'investissement en logiciels est inévitablement complexe. Lequiller (2000) a montré que, au sein des dépenses en services informatiques des entreprises, les parts correspondant à une utilisation finale (investissements) ou à une utilisation intermédiaire (consommations intermédiaires) diffèrent largement entre pays, selon les conventions comptables retenues. Ainsi, en 1995, la part de l'investissement serait faible au Royaume-Uni (environ 15 %) et en France (20 %), et forte aux Etats-Unis (plus de 50 %), les Pays-Bas, l'Italie et l'Allemagne se situant entre ces deux extrêmes. Ces écarts peuvent aboutir, dans une comparaison internationale de la diffusion des TIC, à une majoration relative pour les Etats-Unis et une minoration relative pour la France et le Royaume-Uni ;

---

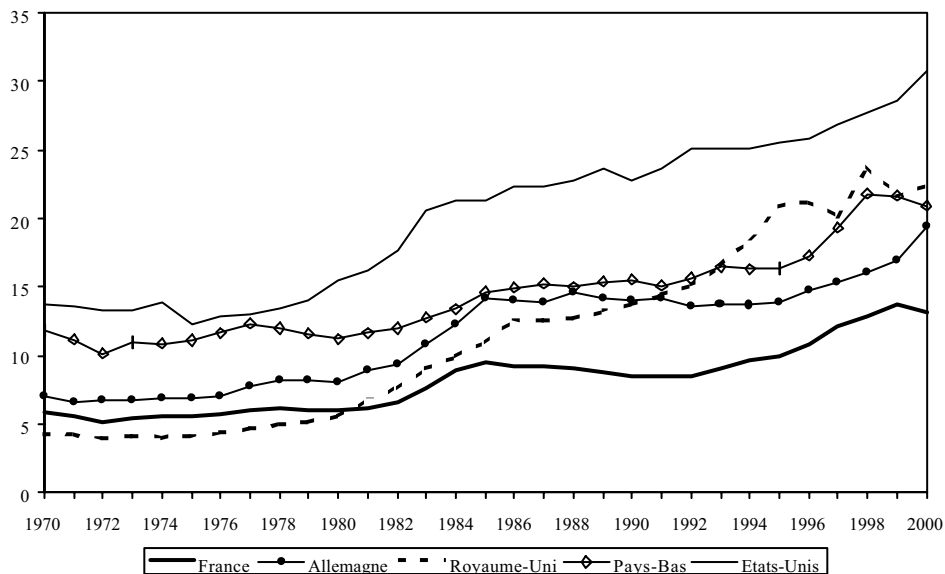
<sup>2</sup> Ces difficultés sont détaillées dans Cette, Mairesse et Kocoglu (2000).

**Graphiques 1 : Investissements en TIC – Champ : ensemble de l'économie – En %**  
**A – Taux d'investissement en TIC (investissement rapporté au PIB) – En valeur**



Source : Calculs des auteurs à partir des données de base fournies par van Ark et alii (2002). Cf. Annexe 1.

**B – Part des TIC dans l'investissement total – En valeur**



Source : Calculs des auteurs à partir des données de base fournies par van Ark et alii (2002). Cf. Annexe 1.

**Tableaux 1 : Investissements en TIC – Champ : ensemble de l'économie – En %****A – Taux d'investissement en TIC – En valeur - Rapport de l'investissement en TIC au PIB**

		1980	1985	1990	1995	2000
<b>France</b>	<i>Matériels informatiques</i>	0,4	0,5	0,6	0,5	0,6
	<i>Logiciels</i>	0,2	0,4	0,4	0,5	0,9
	<i>Matériels de communication</i>	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
	<i>Total</i>	1,0	1,4	1,5	1,5	2,0
<b>Allemagne</b>	<i>Matériels informatiques</i>	0,5	0,9	0,9	0,7	1,0
	<i>Logiciels</i>	0,2	0,5	0,7	0,7	1,1
	<i>Matériels de communication</i>	0,6	0,7	0,8	0,6	0,8
	<i>Total</i>	1,3	2,1	2,4	2,0	2,9
<b>Pays-Bas</b>	<i>Matériels informatiques</i>	0,9	1,0	1,1	1,0	1,2
	<i>Logiciels</i>	0,4	0,5	0,8	0,8	1,5
	<i>Matériels de communication</i>	0,5	0,7	0,7	0,6	0,8
	<i>Total</i>	1,8	2,2	2,6	2,4	3,5
<b>Royaume-Uni</b>	<i>Matériels informatiques</i>	0,5	0,8	1,1	1,1	1,4
	<i>Logiciels</i>	0,1	0,5	0,9	1,2	1,4
	<i>Matériels de communication</i>	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5
	<i>Total</i>	0,8	1,6	2,3	2,7	3,3
<b>Etats-Unis</b>	<i>Matériels informatiques</i>	1,0	1,5	1,2	1,4	1,5
	<i>Logiciels</i>	0,4	0,8	1,1	1,3	2,1
	<i>Matériels de communication</i>	1,1	1,2	1,0	0,9	1,4
	<i>Total</i>	2,5	3,5	3,3	3,6	5,0

**B – Part des TIC dans l'investissement – En valeur**  
**Rapport de l'investissement en TIC aux dépenses d'investissement**

		1980	1985	1990	1995	2000
<b>France</b>	<i>Matériels informatiques</i>	2,3	3,7	3,2	3,5	4,0
	<i>Logiciels</i>	1,2	2,7	2,4	3,2	5,7
	<i>Matériels de communication</i>	2,6	3,2	2,9	3,2	3,5
	<i>Total</i>	6,1	9,6	8,5	9,9	13,2
<b>Allemagne</b>	<i>Matériels informatiques</i>	3,1	6,0	5,4	4,6	6,6
	<i>Logiciels</i>	1,2	3,1	3,9	5,0	7,4
	<i>Matériels de communication</i>	3,7	4,9	4,6	4,2	5,4
	<i>Total</i>	8,0	14,0	13,9	13,8	19,4
<b>Pays-Bas</b>	<i>Matériels informatiques</i>	5,3	6,8	6,5	7,1	7,1
	<i>Logiciels</i>	2,7	3,4	4,9	5,3	8,8
	<i>Matériels de communication</i>	3,3	4,4	4,1	4,0	5,0
	<i>Total</i>	11,3	14,6	15,5	16,4	20,9
<b>Royaume-Uni</b>	<i>Matériels informatiques</i>	3,2	5,7	6,7	8,2	9,6
	<i>Logiciels</i>	0,9	3,5	5,5	9,3	9,3
	<i>Matériels de communication</i>	1,5	1,9	1,6	3,4	3,5
	<i>Total</i>	5,6	11,1	13,8	20,9	22,4
<b>Etats-Unis</b>	<i>Matériels informatiques</i>	6,2	9,3	8,2	9,6	9,1
	<i>Logiciels</i>	2,7	4,7	7,5	9,3	13,2
	<i>Matériels de communication</i>	6,6	7,3	7,1	6,7	8,4
	<i>Total</i>	15,5	21,3	22,8	25,6	30,7

Source : Calculs des auteurs à partir des données de base fournies par van Ark et alii (2002). Cf. Annexe 1.

- Les dépenses d'investissement en matériels informatiques et en logiciels sont statistiquement mieux identifiées pour les activités de services que pour les activités industrielles, dans lesquelles ces produits sont souvent intégrés à des équipements productifs et apparaissent de ce fait comme consommations intermédiaires des secteurs producteurs de biens d'équipements. De ce fait, au niveau global, les mêmes dépenses globales en matériels informatiques sont d'autant plus classées comme des dépenses d'investissement que les activités de services représentent une part relativement importante de l'activité économique du pays considéré.

Ces quelques illustrations de difficultés de mesure doivent amener à considérer avec prudence les comparaisons entre pays de l'effort d'investissement en TIC. Pour autant, les hiérarchies précédemment dégagées en trois groupes de pays semblent suffisamment tranchées pour être robustes aux difficultés statistiques évoquées.

## **II.2. Une progression des dépenses d'investissement en TIC assez parallèle, en rapport avec l'évolution des prix relatifs**

Dans les cinq pays considérés, les dépenses d'investissement en TIC ont fortement et continûment progressé sur les dernières décennies. Non seulement le taux d'investissement en TIC a augmenté (il a au moins doublé dans tous les pays de 1980 à 2000), mais aussi la part des TIC dans les dépenses d'investissement (elle a presque doublé dans tous les pays sur la même période). Ce constat a également été fait dans les précédentes analyses évoquées (Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), OCDE (2002) et van Ark et alii (2002)) et peut d'ailleurs être élargi à tous les pays industrialisés.

Une telle augmentation de l'effort d'investissement en TIC peut trouver deux explications principales : un effet de diffusion progressive et l'évolution du prix de ces biens et services. L'évaluation de cette seconde explication se heurte à la difficulté de la mesure du prix des investissements TIC dans une approche s'efforçant d'approcher une logique « aux services producteurs » : la prise en compte des évolutions des performances productives des TIC est délicate et très inégale<sup>3</sup>. Parker et Grimm (2000), ou Grimm, Moulton et Wasshausen (2002) indiquent qu'aux Etats-Unis, où elle est la plus poussée, cette prise en compte est très avancée pour les matériels informatiques, partielle pour les logiciels (elle n'y concerne que les achats de logiciels *prepackaged*, et la partie *prepackaged* des logiciels améliorés – *custom* –, soit un tiers à la moitié environ des dépenses d'investissement en logiciels) et marginale pour les matériels de communication (elle n'y concerne que les centraux téléphoniques, soit moins de 10 % des dépenses d'investissement). Malgré ces limites, qui amènent à sur-estimer largement l'évolution du prix des TIC, au moins en ce qui concerne les logiciels et les matériels de communication, il apparaît que le prix relatif des investissements TIC par rapport au déflateur du PIB aurait, aux Etats-Unis, fortement et continûment diminué sur la période (voir Graphique A1-1 de l'Annexe 1). Ainsi, sur les trois décennies 1970-2000, par rapport au déflateur du PIB, l'évolution annuelle moyenne du prix relatif des investissements TIC aurait été de -13 % pour les matériels informatiques

---

<sup>3</sup> Sur ces aspects, voir Cette, Mairesse et Kocoglu (2000).

(soit une division par plus de 55 sur cette période), -3 % pour les logiciels (3,5), et -2,5 % (3) pour les matériels de communication. Sur la même période, le prix relatif (toujours par rapport aux PIB) des autres dépenses d'investissement aurait augmenté en moyenne de 0,2 % par an.

Une telle baisse (par ailleurs sous-évaluée pour les raisons mentionnées), du prix relatif des investissements TIC peut expliquer la forte croissance des dépenses d'investissements en TIC.

### **II.3. Un seuil de diffusion des TIC pourrait avoir été atteint juste avant la fin des années 1990**

Les dépenses d'investissement en TIC ne renseignent pas exactement sur la diffusion des TIC. En effet, cette dernière est mieux appréhendée par l'importance du capital TIC installé. L'évaluation du capital à partir des données d'investissement appelle des hypothèses conventionnelles concernant la dépréciation et la durée de vie des équipements concernés. Les hypothèses ici retenues sont conformes aux choix d'autres analyses sur les TIC (par exemple Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), Jorgenson (2001), Cette, Mairesse et Kocoglu (2002a et b), Oliner et Sichel (2002) et van Ark et alii (2002)) et proches également des hypothèses retenues par les comptes nationaux en France ou aux Etats-Unis (par exemple, pour la France, cf. Brilhault (2002)). Elles supposent un déclassement proportionnel et une durée de vie moyenne d'environ quatre ans pour les matériels informatiques, trois ans pour les logiciels et sept ans pour les matériels de communication (ces hypothèses sont détaillées en Annexe 1).

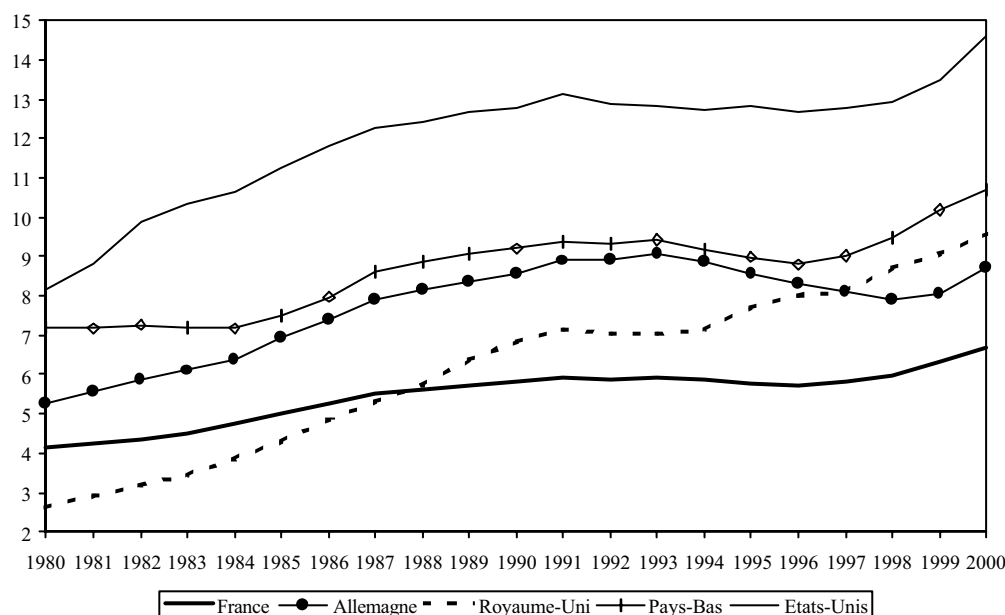
La hiérarchie entre les pays pour le coefficient de capital TIC en valeur (évalué avec les hypothèses de calcul qui viennent d'être évoquées) est semblable à celle du taux d'investissement commentée plus haut (Graphique 2). Par ailleurs, les évolutions sont assez parallèles dans les différents pays, et se caractérisent par une augmentation jusqu'au début des années 1990 puis une stabilité et à nouveau une augmentation à la fin des années 1990. Plus précisément :

- L'augmentation de la première sous-période peut correspondre à une diffusion croissante des TIC, conforme à un taux d'investissement croissant en valeur ;
- La stabilité qui suit peut surprendre, compte tenu de la croissance toujours observée du taux d'investissement en TIC. Elle recouvre en fait un effet de structure : la part des matériels de communication se réduit sensiblement au sein des dépenses d'investissement en TIC. Par exemple, aux Etats-Unis, cette part passe d'environ un tiers en 1985 et 1990 à environ un quart en 2000. Les matériels de communication étant, au sein des TIC, la composante à durée de vie la plus longue, ce changement de structure aboutit à stabiliser le coefficient de capital en valeur alors même que le taux d'investissement en TIC continue d'augmenter. Du fait des difficultés de mesure évoquées plus haut pour la ventilation des dépenses d'investissement en TIC dans leurs trois composantes (matériels informatiques, logiciels et matériels de communication), il ne peut être exclu que la stabilité observée du coefficient de capital en valeur résulte

d'un artefact statistique. Mais la même stabilité s'observe, certes à des niveaux différents, dans les cinq pays considérés (environ 6% pour la France, 7% pour le Royaume-Uni, 8% pour l'Allemagne, 9% pour les Pays-Bas contre 13% aux Etats-Unis), ce qui contribue à conforter l'hypothèse d'une certaine stabilisation de la diffusion des TIC. Cette dernière hypothèse serait inquiétante pour les pays européens puisqu'elle indiquerait une stabilisation de la diffusion des TIC à un niveau sensiblement inférieur à celui des Etats-Unis ;

- L'augmentation observée sur les dernières années de la décennie s'explique par une accélération des dépenses d'investissement en TIC aux Etats-Unis et en Allemagne, mais aussi dans l'ensemble des pays, par l'arrêt de l'effet de structure qui vient d'être commenté. Elle peut aussi ne pas correspondre complètement à une réalité économique pour autant que nos évaluations ignorent certains éléments très particuliers à la fin de la précédente décennie, des déclassements accélérés liés aux craintes associées au *bug* 2000.

**Graphique 2 :**  
**Coefficient de capital en TIC – Rapport du stock de capital TIC au PIB – En valeur**



Source : Calculs des auteurs à partir des données de base fournies par van Ark et alii (2002). Cf. Annexe 1.

### III. LE MODELE ESTIME

Le capital est une variable de stock qui s'ajuste avec inertie de sorte que des écarts au niveau d'équilibre peuvent persister durablement. On suppose pour simplifier que l'évolution à chaque période du capital installé correspond simultanément à un ajustement



partiel aux variations éventuelles de la « cible » et à une correction de l'écart constatée entre le stock installé et sa « cible » à la période précédente. La formalisation simple appropriée dans ce cadre est alors un modèle à correction d'erreurs (MCE) qui suppose dans un premier temps la définition d'une « cible ».

Les données dont nous disposons pour les différents pays considérés sont annuelles et, en conséquence, la dimension des échantillons nationaux est réduite. De plus, sur des données temporelles de ce type, les diverses variables potentiellement candidates à expliquer la demande de capital sont très corrélées entre elles. Pour ces raisons, la spécification de la relation statique de long terme retenue pour représenter la demande de chaque facteur est très simplifiée et fortement calibrée. La relation de court terme est un simple modèle à correction d'erreur appliqué sur la cible de long terme ainsi définie.

Sont successivement présentées la spécification de base retenue pour la relation de long terme (III.1), diverses difficultés liées à la mesure des variables et au phénomène de diffusion des TIC (III.2), la spécification de long terme finalement adoptée (III.3), et la relation de court terme estimée (III.4).

### III.1. La spécification de base de la relation de long terme

On part d'une spécification très générale de la fonction de production :

$$(1) \quad Q = A \cdot e^{\gamma T} \cdot G[F_1, F_2, F_3, \dots, F_N]$$

Où Q représente le volume de l'output,  $F_i$  le volume du facteur i, N étant le nombre de facteurs,  $\gamma$  correspond aux effets du progrès technique autonome, T est le temps et G est une fonction dérivable. On suppose qu'en tout point, cette fonction peut par approximation se log-linéariser sous la forme :

$$(2) \quad q \approx \gamma \cdot T + \sum_i \alpha_i \cdot f_i + cte$$

A l'équilibre du producteur, on a :

$$(3) \quad F_i / F_j = (C_j / C_i)^{\sigma_{i,j}} \quad \forall i, j$$

Où  $C_i$  représente le coût du facteur i et  $\sigma_{i,j}$  l'élasticité de substitution partielle entre les deux facteurs i et j.

Enfin, l'approche est supposée menée comptablement aux coûts des facteurs, et en chaque point :

$$(4) \quad P_Q \cdot Q = \sum_i C_i \cdot F_i$$

Les rendements d'échelle sont supposés constants :

$$(5) \quad \sum_i \alpha_i = 1$$

Pour simplifier les notations, on écrit :

$$(6) \quad \beta_{i,j} = \alpha_i \cdot \sigma_{i,j} \quad \text{et} \quad \beta_j = \sum_i \acute{\alpha}_i \cdot \acute{\sigma}_{i,j}$$

Enfin, il est supposé que :

$$(7) \quad p_q \approx (\sum_i \beta_{i,j} \cdot c_i) / \beta_j$$

Sous l'ensemble de ces hypothèses, la demande de facteur j s'écrit :

$$(8) \quad f_j = q - \gamma \cdot T - \beta_j \cdot (c_j - p_q) + cte \quad \text{soit encore :} \quad f_j - q = -\gamma \cdot T - \beta_j \cdot (c_j - p_q) + cte$$

avec :  $\gamma, \beta_j \geq 0$

Dans le cas où la fonction de production est une fonction de Cobb-Douglas à N facteurs, alors  $\beta_j = 1, \forall j$  et la relation (7) est toujours vérifiée. Plus on s'éloigne de cette situation et plus la relation (7) est une hypothèse forte.

### **III.2. Diverses difficultés liées à la mesure des variables et au phénomène de diffusion des TIC**

L'estimation de la relation (8) peut se heurter à divers types d'erreurs de spécification, dont les principales sont une prise en compte insuffisante, par les prix d'investissement, de l'évolution des performances du capital et principalement des TIC, une mauvaise mesure des prix relatifs des TIC par rapport au PIB et enfin la spécificité du phénomène de diffusion des technologies TIC dans les entreprises.

#### *A. La prise en compte des performances dans la mesure des prix*

La prise en compte de l'évolution des performances de diverses composantes du capital productif fixe est incomplète, y compris pour les TIC (Cf. supra). En conséquence, la mesure du volume des investissements et donc du capital est sans doute erronée. Supposons pour simplifier que cette erreur de mesure du volume des investissements évolue à un taux constant  $\epsilon_j$ , spécifique à chaque composante j du capital. Alors, le volume  $F^*_j$  bien mesuré de cette composante du capital s'écrit :

$$(9) \quad F^*_j = \sum_v [(1 + \epsilon_j)^v \cdot (1 - \delta_j)^{T-v} \cdot I_{j,v}]$$

Par ailleurs, les deux relations comptables définissant le volume et l'âge moyen de la composante  $j$  de capital productif s'écrivent :

$$(10) \quad F_j = \sum_v [(1 - \delta_j)^{T-v} \cdot I_{j,v}]$$

$$(11) \quad AGE_j = \sum_v [(T - v) \cdot (1 - \delta_j)^{T-v} \cdot I_{j,v}] / F_j$$

Des relations précédentes, il vient, après diverses simplifications et approximations au premier ordre :

$$(12) \quad F^*_j \approx F_j \cdot e^{\varepsilon_j \cdot (T - AGE_j)} \quad \text{soit en log : } f^*_j \approx f_j + \varepsilon_j \cdot (T - AGE_j)$$

#### B. Les prix relatifs des TIC par rapport à la valeur ajoutée

Dans la construction des variables ici mobilisées, il a été supposé que le prix relatif des différentes composantes de l'investissement par rapport au prix du PIB est identique dans tous les pays à celui observé aux Etats-Unis. Ce choix a été retenu du fait d'une méthodologie plus avancée aux Etats-Unis dans la prise en compte de l'amélioration des performances de certaines composantes du capital, particulièrement les composantes TIC et, au sein de ces dernières, des matériels informatiques (Cf. Annexe 1).

Pour autant, la formation des prix dépend aussi, dans les pays hors Etats-Unis, de déterminants habituels comme par exemple le taux de change et les comportements de marges à l'importation et à l'exportation. Signalons d'ailleurs que le contenu en importations des diverses composantes de l'investissement est généralement, tout particulièrement pour les matériels informatiques et les matériels de communication, plus élevé que celui de l'ensemble de la production. Pour cette raison, il est supposé que la bonne mesure  $C_j^*$  du coût relatif (par rapport au prix de PIB) du facteur  $j$  intègre un effet du taux de change, avec une élasticité constante, soit en logarithme :

$$(13) \quad c_j^* = c_j + \lambda_j \cdot chg + cte \quad \text{avec } \lambda_j \geq 0$$

Le coefficient  $\lambda$  intègre des effets de taux d'importation pour l'investissement en facteur  $j$  considéré, et de comportement de marges.

Pour les mêmes raisons, un effet de change peut également influencer le calcul du volume du stock de capital, le partage volume-prix ici effectué sur les séries d'investissement en valeur ne le prenant pas en compte. Mais, compte tenu de la structure de retard intervenant dans le calcul du capital, il est ici plus complexe. On suppose ici simplement que :

$$(14) \quad f^*_j \approx f_j - \lambda'_j \cdot chg \quad \text{avec } \lambda'_j \geq 0$$

**Notations :**

Q : Volume de l'output, ici le Produit Intérieur Brut ;  
F<sub>i</sub> : Volume du facteur de production i, i : 1 à N ;  
I<sub>i,v</sub> : Volume de l'investissement en produits i installés l'année v ;  
AGE<sub>i</sub> : Age moyen des équipements en produits i ;  
DIFF : Exponentielle de l'écart entre le coefficient de capital TIC moyen aux Etats-Unis sur la période 1990-1998 et le coefficient de capital TIC courant du pays considéré ;  
ec : Ecart (en logarithme) entre la cible de coefficient de capital et son niveau observé ;  
P<sub>Q</sub> : Prix de l'output ;  
C<sub>i</sub> : Coût du facteur i ;  
CHG : Taux de change (exprimé en termes : un dollar égal une quantité CHG de monnaie nationale) ;  
v : Année d'installation de la génération d'équipements considérée ;  
δ<sub>i</sub> : Taux de déclasserment annuel du capital en produits i ;  
ε<sub>i</sub> : Taux d'évolution de l'erreur de mesure du volume de l'investissement en produit i ;  
α<sub>i</sub> : Elasticité de l'output par rapport au facteur i ;  
α<sub>i,j</sub> : Elasticité de substitution entre les deux facteurs i et j ;  
 $\beta_{i,j} = \alpha_i \cdot \sigma_{i,j}$  ;  $\beta_j = \sum_i \alpha_i \cdot \sigma_{i,j}$  ; Il est supposé que  $p_q \approx (\sum_i \beta_{i,j} \cdot c_i) / \beta_j$   
λ<sub>i</sub>, λ<sub>i</sub>' : Effet d'erreurs de mesures sur le volume ou le prix du facteur i, liées au change ;  
γ : Progrès technique autonome, autrement dit gains de PGF ;  
T : Variable temporelle ;  
a<sub>1i</sub> à a<sub>5i</sub> : coefficients estimés de la relation de long terme (14) ;  
b<sub>1i</sub> à b<sub>5i</sub> : coefficients estimés de la relation de court terme (15) ;  
Un « \* » à côté d'une variable indique son niveau hors erreur de mesure ;  
Un « Δ » devant une variable indique une différence première de cette variable ;  
Les variables en minuscules correspondent à leur logarithme ;  
« -1 » en indice signale une variable retardée d'une période.  
La construction des variables mobilisées ici est détaillée en Annexe 1.

*C. La spécificité du phénomène de diffusion des TIC*

Les dernières décennies se caractérisent, dans tous les pays considérés, par une augmentation continue du taux d'investissement en TIC, de la part de l'investissement en TIC dans l'investissement total, et d'une augmentation du coefficient de capital TIC en valeur sauf, sans doute du fait d'un effet de structure, durant la décennie 1990 (Cf. supra). Par ailleurs, la diffusion des TIC est toujours plus avancée aux Etats-Unis que dans les autres pays.

Dans le cas d'une élasticité de substitution unitaire entre tous les couples de facteurs de production, le taux d'investissement TIC devrait être constant ainsi que le coefficient de capital TIC en valeur. L'augmentation précédemment rappelée suggère ou une élasticité de substitution supérieure à l'unité pour ces composantes du capital par rapport aux autres, ou encore un processus de diffusion en cours. Pour appréhender partiellement ce dernier phénomène, on ajoute à la liste des variables explicative de la demande de capital TIC, pour chaque pays  $i$ , un effet de rattrapage par rapport au niveau du coefficient de capital en valeur observé aux Etats-Unis sur la période 1989-1998. Cette variable de diffusion (*diff*) est définie comme l'exponentielle de cet écart.

### III.3. La relation de long terme estimée

La relation de long terme finalement estimée correspond à la précédente relation (8), modifiée par les éléments de corrections qui viennent d'être présentés :

(15)  $f_j - q = -a1_j \cdot T + a2_j \cdot AGE_j - a3_j \cdot (c_j - p_q) + a4_j \cdot chg + a5_j \cdot diff + cte$  Les signes théoriquement attendus pour les coefficients  $a_{ij}$  sont les suivants :  $a1_j = (\gamma + \varepsilon_j) \geq 0$  ;  $a2_j = \varepsilon_j \geq 0$  ;  $a3_j = \beta_j \geq 0$  ;  $a4_j = \lambda'_j - \beta_j \cdot \lambda_j$  de signe incertain ;  $a5_j \geq 0$  dans le cas d'un comportement de rattrapage.

Pour autant, divers problèmes de spécification s'ajoutent à ceux déjà évoqués :

- La variable 'diff', qui correspond en fait à un effet de rattrapage, peut être insuffisante à prendre en compte l'effet de diffusion de facteurs de production récents. Dans ce cas, l'effet peut être partiellement capté dans la variable temporelle, dont le signe du coefficient  $a1_j$  devient alors incertain ;
- La variable 'AGE' peut capter des effets de progrès technique non neutre, influençant de façon différente la productivité partielle de chaque facteur (par exemple, déséconomisant le capital et économisant le travail). Dans ce cas, le signe du coefficient  $a2_j$  de cette variable est incertain.

En conséquence, seul le coefficient  $-a3_j$  de la variable ' $c_j - p_q$ ' a un signe attendu ( $a3_j \geq 0$ ). Le signe de tous les autres coefficients est incertain en toute généralité.

Dans le cas des données impilées sur l'ensemble des pays, des estimations de la relation (15) seront également réalisées en y ajoutant un effet fixe par pays, via des constantes par pays (relation (15)'), ou en enlevant la variable de diffusion (relation (15)'') :

$$(15)' \quad f_j - q = -a1_j \cdot T + a2_j \cdot AGE_j - a3_j \cdot (c_j - p_q) + a4_j \cdot chg + a5_j \cdot diff + cte_{pays} + cte$$

$$(15)'' \quad f_j - q = -a1_j \cdot T + a2_j \cdot AGE_j - a3_j \cdot (c_j - p_q) + a4_j \cdot chg + cte$$

Cette équation de long terme est sensiblement différente de celle retenue par Duval (2001) pour les seuls matériels informatiques, dans laquelle les rendements d'échelle ne sont pas

supposés unitaires et qui ne prend en compte pour expliquer l'accumulation du capital, outre le terme de rendement d'échelle, que le coût relatif du capital. La relation estimée par Duval (2001) s'écrit donc :  $f_j = d1_j \cdot q - d2_j \cdot (c_j - p_q) + cte$ . Compte tenu des résultats obtenus, la relation ici retenue paraît plus riche pour rendre compte de la demande de capital TIC.

### **III.4. La relation de court terme estimée**

La relation de court terme estimée est un simple modèle à correction d'erreur d'ordre unitaire dans lequel interviennent un terme autorégressif et quelques variables présentes dans la relation de long terme différenciées :

$$(16) \quad \Delta(f_j - q) = -b1_j \cdot ec_{-1} + b2_j \cdot \Delta(f_j - q)_{-1} - b3_j \cdot \Delta(c_j - p_q) - b4_j \cdot \Delta chg + cte \text{ où 'ec}_{-1}$$

représente l'écart à la cible de long terme observé la période précédente, avec  $b1_j \geq 0$  et  $b2_j$ ,  $b3_j$  et  $b4_j$  de signe incertain.

## **IV. LE COMPORTEMENT DE DEMANDE DE CAPITAL TIC**

Les estimations sont réalisées sur données annuelles sur la période 1975-2000. Compte tenu de cette dimension temporelle très limitée, les tests effectués sont assez simples. La démarche retenue correspond à une procédure en deux étapes d'Engel et Granger (1987) : estimation d'une relation statique pour chaque pays puis estimation de la dynamique de court terme pour chaque pays.

On présente successivement les tests d'intégration sur les variables mobilisées (III.1.), puis les résultats d'estimation des relations de long terme et de court terme par pays (III.2) et les résultats d'estimation des données empilées sur l'ensemble des cinq pays (III.3).

### **IV.1. Test de stationnarité des variables mobilisées**

L'ordre d'intégration des différentes variables a été déterminé au moyen d'un test de Dickey-Fuller augmenté (ADF). Le retard optimal retenu pour le test de racine unitaire est celui correspondant au retard significatif le plus élevé à partir d'un nombre maximal de 3 retards. Plusieurs spécifications ont été testées : sans composante déterministe et sans constante, avec la constante seule, avec constante et tendance. Seule la spécification ayant permis de déterminer l'ordre d'intégration est présentée. Il convient de souligner la faible puissance de ces tests qui, sur de petits échantillons, présentent un fort risque de seconde espèce : celui de rejeter à tort l'hypothèse alternative de stationnarité. Les résultats des tests sont généralement, pour une même variable, cohérents entre pays. Aussi, le Tableau 2 ne signale que les quelques différences remarquées. Il apparaît que les variables mobilisées dans l'analyse sont généralement (sauf quelques rares exceptions signalées) intégrées d'ordre 1 (Tableau 2). Concernant les ratios de coefficient de capital ( $f_j - q$  en logarithme), la non stationnarité toujours obtenue pour les produits TIC reflète sans doute en partie un phénomène de diffusion de nouveaux produits.

**Tableau 2 : Tests de stationnarité (Dickey-Fuller augmentés)  
Période d'estimation : 1975-2000 :**

Variable	Stationnaire : I(0), ou intégré d'ordre 1 : I(1)	Modèle retenu pour le test	Nombre de retards conservés
Ensemble TIC	I(1)		
Matériels informatiques	I(1)		
$f_j - q$ Logiciels	I(1)	Avec constante et tendance	1
Matériels de communication	I(1)		
Autres équipements	I(1) Sauf Royaume-Uni : I(0)		
Ensemble TIC	I(1)		
Matériels informatiques	I(1)		
$c_j - p_i$ Logiciels	I(1)	Avec constante et tendance	1
Matériels de Communication	I(1) Sauf Royaume-Uni et Pays Bas :		
Autres équipements	I(0) I(1) Sauf Etats-Unis : I(0)		
Ensemble TIC	I(1)		
Matériels informatiques	I(1)		
$AGE_j$ Logiciels	I(1)	Avec constante	0
Matériels de communication	I(1)		
Autres équipements	I(1) Sauf Etats-Unis et France : I(0)		
Q	I(1) Sauf Royaume-Uni : I(0)	Avec constante et tendance	1
Chg	I(1) Sauf Royaume-Uni : I(0)	Avec constante	1

#### IV.2 Les résultats des estimations par pays<sup>4</sup>

Concernant la relation (15) de long terme, les résultats des estimations sont les suivants (Tableaux 3-A à 7-A) :

- Le coefficient de la variable de diffusion est généralement négatif et significatif, signalant une absence de rattrapage de l'écart de diffusion par rapport aux Etats-Unis. Signalons que les résultats d'estimations obtenus sans cette variable de diffusion sont généralement moins satisfaisants (Cf. Annexe 2), le coefficient du coût relatif du capital prenant fréquemment le signe contraire du signe (négatif) attendu ;

<sup>4</sup> Seules sont présentées ici les estimations les plus pertinentes, tant pour la relation de long terme que pour la relation dynamique de court terme.

- Le coefficient de la variable temporelle est toujours positif, ce qui signale sans doute un effet de diffusion croissante des TIC. Il est intéressant de remarquer que ce coefficient est négatif (et également significatif) pour les équipements non TIC (Tableau 7) pour lesquels il prendrait donc en compte un effet de progrès technique neutre économisant les facteurs, ce qui semble bien témoigner par contraste de l'effet de diffusion spécifique aux TIC ;
- Le coefficient de l'âge, qui intègre des effets de sens contraire, est généralement négatif et significatif, ce résultat ne pouvant s'interpréter simplement ;
- Le coefficient du taux de change, qui intègre également des effets de sens contraire, est variable selon les produits et les pays. Ce résultat ne peut également s'interpréter simplement ;
- A une exception près (le capital en logiciel pour la France), le coefficient du coût relatif du capital est toujours du signe négatif attendu, et généralement significatif. Par ailleurs, cette élasticité-prix de la demande de capital TIC est semblable aux Etats-Unis et dans les pays européens.

Pour chaque pays, les coefficients estimés de l'équation de long terme diffèrent, parfois assez nettement, entre produits TIC. Par ailleurs, pour chaque produit TIC (ou pour le bien composite TIC), à l'exception de celui du coût relatif du capital, les coefficients estimés de l'équation de long terme diffèrent également entre pays. Ces derniers écarts peuvent témoigner, pour leur plus grande part, de problèmes de spécification liées aux erreurs de mesure des variables mobilisées. En résumé, les trois principaux résultats de ces estimations de la relation (15) de long terme sont :

- L'influence très nette du coût d'usage des TIC sur l'accumulation en produits TIC ;
- L'absence d'effets de rattrapage de l'écart de diffusion des TIC dans les pays européens par rapport aux Etats-Unis. On observe au contraire un effet d'amplification de l'écart sur la période ;
- La similitude de l'effet du coût relatif des TIC sur la demande de TIC aux Etats-Unis par rapport aux pays européens. Cette similitude amène à considérer que le retard d'investissement en TIC des pays européens vis-à-vis des Etats-Unis ne relève pas d'une élasticité-prix plus forte (en valeur absolue) de la demande de capital TIC.

Concernant la relation dynamique de court terme (Tableau 3-B à 7-B) :

- Les coefficients des variations du change ou des variations du coût relatif du capital TIC sont de signe variable selon les produits et les pays ;
- Le coefficient du terme autorégressif est toujours positif, et généralement significatif, témoignant d'inerties dans le comportement d'accumulation ;



- Le coefficient du terme de correction d'erreur a toujours le signe négatif attendu. Il est parfois inférieur à -1, ce qui peut également résulter des problèmes de spécification signalés.

### **IV.3. Résultats des estimations sur données empilées**

Les estimations sur données empilées sur l'ensemble des pays présentent l'avantage d'élever le nombre d'observations disponibles pour chaque estimation. Elles contraignent le coefficient de chaque variable à être identique dans les différents pays. Cette hypothèse d'identité de coefficient paraît, concernant le coût relatif des TIC, validée par les résultats précédemment commentés. Elle revient à supposer des comportements d'accumulation totalement semblables dans les différents pays, ce qui serait plus facilement acceptable si les variables mobilisées n'étaient pas entachées de problèmes de mesure variant selon les pays et dans le temps.

Afin de prendre en compte l'effet de variables spécifiques sur les écarts de diffusion des TIC entre les pays, les résultats d'estimation de trois relations de long terme différentes sont présentés (Tableau 8). Les écarts entre pays sont appréhendés dans la première à la fois par des constantes par pays et par la présence de la variable de diffusion ; dans la seconde par les seules constantes par pays et par aucune variable dans la troisième. Les résultats d'estimations obtenus indiquent que :

- Les coefficients des constantes par pays et de la variable de diffusion sont simultanément négatifs, ce qui signifie que les effets de ces deux types de variables s'ajoutent pour expliquer l'écart de diffusion des TIC par rapport aux Etats-Unis, insuffisamment pris en compte par la variable de change. Dans les deux estimations où les constantes par pays sont présentes, il apparaît que l'effet est le plus important pour la France, ce qui témoigne ou d'erreurs de mesure spécifiques ou de comportements d'investissement particulièrement défavorables aux TIC dans ce pays ;
- En l'absence des constantes par pays et de la variable de diffusion, tous les coefficients (sauf celui de la variable temporelle qui n'est pas significatif) ont le signe attendu dans l'hypothèse d'absence d'erreur de spécification liés par exemple au problèmes de mesure des variables. Ainsi, les coefficients des variables de change et de coût relatif sont négatifs, témoignant d'une forte sensibilité du comportement d'accumulation en TIC au coût de ces produits.

**Tableau 3 : Bien composite TIC**

**A – Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-125 (-35,2)	-119 (-17,7)	-107 (-14,2)	-196 (-14,0)	-113 (-14,1)
T	0,062 (33,1)	0,059 (17,2)	0,053 (13,7)	0,097 (14,2)	0,056 (14,7)
$c_j - p_q$	-0,25 (-7,5)	-0,33 (-5,1)	-0,40 (-5,7)	-0,21 (-2,5)	-0,23 (-3,9)
AGE	-0,25 (-10,2)	-0,21 (-11,2)	-0,33 (-9,7)	-0,27 (-5,6)	-0,37 (-14,2)
chg	-0,009 (-0,5)	-0,01 (-0,5)	-0,05 (-1,2)	0,01 (0,21)	--
diff	-0,14 (-8,8)	-0,22 (-11,7)	-0,06 (-1,0)	-0,15 (-12,2)	-0,56 (-21,1)
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
AEG*	-3,8	-4,1	-2,1	-4,6	-3,0

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,02 (3,0)	0,02 (3,4)	0,02 (1,6)	0,05 (2,8)	0,01 (0,6)
AR1	0,65 (6,5)	0,55 (4,9)	0,73 (2,9)	0,53 (4,9)	0,96 (7,4)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,18 (-2,9)	-0,34 (-3,9)	-0,02 (-0,12)	-0,16 (-1,6)	0,02 (0,24)
$\Delta(\text{chg})$	0,03 (1,7)	0,05 (2,2)	0,03 (0,7)	0,19 (3,1)	--
cc <sub>-1</sub>	-1,37 (-7,0)	-1,40 (-7,8)	-0,75 (-1,9)	-1,07 (-4,5)	-0,73 (-3,2)
R <sup>2</sup>	0,89	0,89	0,61	0,64	0,76
DW	1,1	1,3	1,1	1,9	1,3

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

Tableau 4 : Matériels informatiques

## A – Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-131 (-7,7)	-95 (-2,2)	-85 (-2,6)	-128 (-4,6)	-143 (-3,0)
T	0,063 (7,4)	0,046 (2,0)	0,040 (2,4)	0,063 (4,5)	0,070 (2,9)
$c_j - p_q$	-0,65 (-7,7)	-0,84 (-4,3)	-0,82 (-5,2)	-0,73 (-6,5)	-0,43 (-2,0)
AGE	--	--	--	--	--
chg	0,16 (3,2)	0,23 (1,5)	-0,13 (-0,8)	0,27 (2,2)	--
diff	-0,12 (-2,0)	-0,25 (-2,3)	0,25 (1,2)	-0,14 (-4,7)	-0,66 (-4,2)
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
AEG*	-4,6	-4,3	-3,5	-5,3	-3,0

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

## B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,01 (0,7)	-ε (-0,03)	0,01 (0,6)	0,01 (0,4)	-0,04 (-1,9)
ARI	0,82 (4,8)	1,23 (7,4)	1,09 (5,3)	0,71 (5,0)	1,3 (10,2)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,15 (-1,2)	0,20 (1,5)	0,16 (1,1)	-0,35 (-2,8)	-0,02 (-0,3)
$\Delta(\text{chg})$	0,07 (1,6)	0,16 (3,0)	0,06 (1,0)	0,22 (2,2)	--
ec-1	-0,52 (-3,5)	-0,34 (-4,2)	-0,15 (-1,2)	-0,42 (-2,2)	-0,29 (-3,6)
R <sup>2</sup>	0,81	0,85	0,72	0,67	0,87
DW	2,0	2,3	1,7	1,8	2,2

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

**Tableau 5 : Logiciels**

**A – Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-207 (-18,2)	-191 (-10,2)	-97 (-15,1)	-119 (-3,0)	-137 (-9,8)
T	0,103 (18,0)	0,095 (9,9)	0,047 (14,6)	0,058 (3,0)	0,067 (9,6)
$c_j - p_q$	0,43 (3,9)	-0,05 (-0,2)	-0,75 (-7,1)	-0,22 (-0,7)	-0,78 (-5,7)
AGE	-0,4 (-3,7)	-0,36 (-4,1)	-0,45 (-4,8)	0,13 (1,0)	-0,31 (-2,9)
chg	0,20 (3,0)	-0,05 (-1,1)	-0,17 (-2,3)	0,30 (1,9)	--
diff	-0,28 (-4,1)	-0,51 (-14,7)	-0,03 (-0,3)	-0,46 (-8,8)	-0,46 (-6,8)
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
AEG*	-4,9	-4,3	-2,8	-4,5	-2,2

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,04 (2,7)	0,02 (1,8)	0,04 (3,0)	0,06 (2,5)	0,04 (2,0)
AR1	0,60 (4,6)	0,85 (8,7)	0,42 (2,2)	0,61 (4,7)	0,59 (3,9)
$\Delta(c_j - p_q)$	0,12 (0,9)	0,09 (0,6)	-0,13 (-0,6)	0,14 (0,6)	-0,32 (-1,9)
$\Delta(\text{chg})$	0,11 (2,4)	0,08 (2,0)	-0,04 (-0,7)	0,12 (1,1)	--
ec <sub>-1</sub>	-0,24 (-1,6)	-0,66 (-3,9)	-0,70 (-3,1)	-0,78 (-4,2)	-0,90 (-3,5)
R <sup>2</sup>	0,70	0,81	0,59	0,76	0,54
DW	1,90	2,2	1,8	1,4	1,4

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

Tableau 6 : Matériels de communication

## A – Résultat d'estimation de la relation (15) de long terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-63 (-24,1)	-49 (-17,2)	-46 (-29,1)	-70 (-4,8)	-21 (-4,6)
T	0,030 (22,8)	0,021 (16,1)	0,021 (27,2)	0,030 (4,5)	0,009 (4,2)
$c_j - p_q$	-0,13 (-4,2)	-0,18 (-3,3)	-0,17 (-6,8)	-0,89 (-5,9)	-0,13 (-1,9)
AGE	-0,20 (-4,8)	-0,13 (-4,6)	-0,20 (-11,1)	-0,24 (-3,5)	-0,25 (-10,8)
chg	-0,03 (-1,6)	-0,001 (-0,0)	-0,002 (-0,1)	0,49 (5,2)	--
diff	0,04 (1,9)	-0,09 (-4,6)	-0,15 (-4,8)	-0,09 (-2,7)	-0,61 (-15,9)
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
AEG*	-3,5	-3,1	-4,4	-2,7	-2,7

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

## B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,021 (3,2)	0,011 (3,7)	0,010 (2,4)	0,040 (3,6)	0,007 (0,9)
AR1	0,33 (1,7)	0,37 (2,7)	0,49 (2,8)	0,40 (3,0)	0,87 (5,8)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,7 (-2,0)	-0,14 (-3,1)	-0,14 (-2,6)	-0,29 (-2,7)	-0,15 (-2,2)
$\Delta(\text{chg})$	-0,01 (-0,5)	0,01 (0,7)	-0,03 (-0,9)	0,17 (2,0)	--
cc. <sub>1</sub>	-0,18 (-0,8)	-0,92 (-4,9)	-0,83 (-2,1)	-0,36 (-2,1)	-0,70 (-3,2)
R <sup>2</sup>	0,30	0,70	0,55	0,53	0,67
DW	1,8	1,5	1,2	1,4	1,7

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

**Tableau 7 : Equipements non TIC**

**A – Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	9,9 (7,5)	8,8 (4,9)	6,7 (6,4)	20,0 (3,0)	13,8 (9,2)
T	-0,005 (-8,4)	-0,005 (-5,7)	-0,004 (-7,6)	-0,010 (-8,0)	-0,007 (-10,6)
$c_j - p_q$	0,02 (1,0)	-0,09 (-2,4)	-0,04 (-3,0)	0,19 (2,4)	0,09 (2,5)
AGE	-0,09 (-3,5)	-0,08 (-2,8)	-0,14 (-8,5)	-0,08 (-0,9)	-0,06 (-1,0)
chg	0,01 (0,03)	0,02 (0,6)	-0,05 (-2,6)	-0,18 (-2,6)	--
R <sup>2</sup>	0,88	0,87	0,88	0,89	0,85
AEG*	-3,0	-2,5	-2,9	-3,0	-3,9

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-0,003 (-1,5)	-0,005 (-1,8)	-0,003 (-1,1)	-0,04 (-1,3)	-0,005 (-1,4)
AR1	0,38 (2,6)	0,25 (1,5)	0,12 (0,6)	0,90 (2,0)	0,51 (2,7)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,02 (-1,2)	-0,05 (-1,1)	-0,05 (-1,3)	0,11 (1,6)	0,06 (1,5)
$\Delta(\text{chg})$	-0,02 (-0,14)	0,03 (1,2)	-0,05 (-1,9)	-0,04 (-0,8)	--
ec <sub>-1</sub>	-0,48 (-4,2)	-0,61 (-4,4)	-0,79 (-3,1)	-0,81 (-3,9)	-0,66 (-3,8)
R <sup>2</sup>	0,53	0,55	0,48	0,45	0,44
DW	2,0	1,4	1,3	1,1	2,0

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

**Tableau 8 : Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme en panel**  
**Estimations sur l'ensemble TIC**

	Avec effets fixes par pays et variable de diffusion	Avec effet fixes par pays et sans variable de diffusion	Sans effets fixes par pays et sans variable de diffusion
<i>cte</i>	-87,7 (-12,0)	-135,0 (-7,4)	-61,9 (-1,6)
T	0,042 (11,6)	0,066 (7,2)	0,029 (1,5)
$c_j - p_q$	-0,58 (-9,7)	-0,66 (-4,0)	-1,19 (-3,7)
AGE	-0,12 (-4,1)	0,02 (0,2)	0,44 (3,0)
chg	0,07 (2,3)	0,35 (3,6)	-0,23 (-5,0)
diff	-0,28 (-28,5)	-	-
cte	-0,25 (-9,3)	-0,57 (-6,9)	-
RU	-0,30 (-11,3)	-0,69 (-8,0)	-
cte <sub>A</sub>	-0,22 (-7,7)	-0,49 (-5,3)	-
LL	-0,50 (-8,3)	-1,39 (-7,6)	-
cte <sub>F</sub>	-	-	-
B	-	-	-
R	-	-	-
R <sup>2</sup>	0,99	0,96	0,83

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

Il paraît difficile de « choisir » à partir de ces résultats d'estimation la relation la plus pertinente pour décrire le comportement d'investissement en TIC. De fait, en l'absence d'erreurs de mesure des volumes de capital TIC et en supposant le comportement d'investissement totalement rationnel (ce qui implique une égalisation du rapport des productivités marginales au rapport des coûts), l'estimation sans variables de diffusion et d'effet fixe par pays serait la plus pertinente. Le fait que le coefficient de la variable de change soit négatif est très significatif en l'absence de ces variables de diffusion ou d'effet fixe par pays et qu'il devient positif en présence de la variable de diffusion et / ou d'effets fixes est important. Il montre qu'un effet change structurel (forte parité du dollar) en moyenne sur la période peut en partie expliquer le retard de diffusion des TIC dans les pays européens.

Ces résultats peuvent être mobilisés pour tenter d'appréhender l'existence d'une éventuelle suraccumulation en TIC sur la période récente. A cette fin, le niveau en 2000 du résidu d'estimation du comportement de long terme estimé sur l'ensemble de la période est reporté

dans le Tableau 9 pour les deux estimations « extrêmes » : l'une avec simultanément des constantes par pays et la variable de diffusion, l'autre sans ces deux types de variables<sup>5</sup>.

**Tableau 9 : Suraccumulation globale en TIC, en 2000, en %  
Résidu des estimations reportées dans le Tableau 8**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<b>Estimation avec effets fixes par pays et variable de diffusion</b>	-8,5	-0,5	-6,5	13,5	1,0
<b>Estimation sans effets fixes par pays et sans variable de diffusion</b>	-15,5	-12,0	8,5	-15,5	24,5

Il apparaît ainsi que :

- La France et l'Allemagne connaîtraient en 2000, avec les deux évaluations, une situation de sous-accumulation en TIC tandis que les Etats-Unis connaîtraient à l'inverse une situation de suraccumulation. Le diagnostic serait plus partagé pour les Pays-Bas et le Royaume-Uni ;
- Le diagnostic concernant l'ampleur de la suraccumulation aux Etats-Unis dépend ici essentiellement de l'estimation retenue : avec la présence de constante par pays et de la variable de diffusion, la suraccumulation apparaît réduite (1 %) ce qui signifie que le coefficient de capital TIC en 2000 est en phase avec le comportement d'accumulation estimé sur tous les pays et sur l'ensemble des deux dernières décennies. Sans la présence de constantes par pays et de la variable de diffusion, la suraccumulation apparaît forte (24,5 %), mais traduit aussi l'écart avec le comportement d'accumulation estimé sur l'ensemble des pays.

Comme indiqué plus haut, en l'absence d'erreur de mesure du volume du capital TIC, l'estimation de la relation sans variables de diffusion et d'effet fixe par pays serait la plus pertinente pour appréhender les situations de sur- et sous-accumulation en TIC. Les estimations avec des variables de diffusion et d'effet fixe par pays permettent une prise en compte des erreurs de mesure du volume des TIC mais aboutissent également à minorer de façon mécanique les évaluations des sur- ou sous-accumulation en capital TIC, en neutralisant de fait leur composante structurelle c'est-à-dire ici leur composante permanente moyenne sur la période. Mais la suraccumulation de 24 % évaluée pour les Etats-Unis à partir de l'estimation sans variables de diffusion et d'effet fixe par pays intègre aussi sans doute en partie l'effet des écarts d'évaluation mentionnés supra qui aboutissent à

<sup>5</sup> Les évaluations de la suraccumulation sont très proches, avec la présence de variables du seul effet fixe par pays de celles obtenues avec simultanément les variables de diffusion et d'effet fixe.



« majorer » l'investissement et le capital TIC aux Etats-Unis relativement aux autres pays<sup>6</sup>. Elle ignore également les déclassements accélérés qui ont pu être associés au *bug* 2000. Le résultat d'évaluation sans variables de diffusion et d'effet fixe par pays contraste d'ailleurs avec celui obtenu sur les Etats-Unis par Duval (2001) à partir d'une autre spécification (discutée supra) estimée sur les seuls matériels informatiques, qui faisait apparaître une suraccumulation de l'ordre de 10 % en 2000. Cependant, l'évaluation de Duval (2001) correspond à l'écart entre la simulation dynamique de la demande du capital informatique et le niveau observé de ce capital, et non comme ici et comme il est plus pertinent à l'écart entre le niveau de la cible et le niveau observé.

En bref, il apparaît raisonnable d'envisager que la réalité économique est encadrée par les résultats des estimations réalisées avec et sans variables de diffusion et d'effet fixe par pays. Cela signifie que les Etats-Unis ont bien connu une situation de suraccumulation en capital TIC à la fin de la précédente décennie, cette suraccumulation étant au maximum de 24 %. A l'opposé, la France et l'Allemagne auraient bien connu une situation de sous-accumulation dont l'ampleur serait au maximum de, respectivement, 15 % et 12 %.

## V. CONCLUSION

Les résultats de l'analyse sont à la fois riches et frustrants. Ils confirment tout d'abord l'avance des Etats-Unis par rapport aux pays européens en termes de diffusion des TIC, ainsi que le retard de la France par rapport aux Etats-Unis mais aussi, dans une moindre échelle, par rapport aux autres pays européens. Les incertitudes statistiques rencontrées pour comparer la diffusion des TIC sont réelles, mais ne semblent pas pouvoir remettre en cause cette forte hiérarchie de diffusion des TIC.

La modélisation très simplifiée du comportement d'investissement en TIC dans les différents pays est fortement contrainte par de multiples problèmes de spécifications liés entre autres aux incertitudes statistiques de mesure des dépenses d'investissement en TIC mais aussi du partage entre volume et prix de ces dépenses. Malgré ces fortes limites, la modélisation proposée aboutit à divers enseignements intéressants :

- Tout d'abord, elle permet de confirmer l'hypothèse d'une suraccumulation en TIC aux Etats-Unis à la fin des années 1990, mais elle indique aussi une sous-accumulation en France et en Allemagne, l'ampleur des désajustements dans les trois pays dépendant fortement de la spécification retenue. Pour les deux autres pays européens, le diagnostic est plus incertain et l'hypothèse d'une suraccumulation n'est pas nécessairement confirmée;
- Elle indique aussi que l'élasticité-prix des dépenses d'investissement en TIC ne différerait pas aux Etats-Unis et en Europe. L'écart de diffusion des TIC entre les deux groupes de pays ne pourrait donc s'expliquer par une différence de cette élasticité-prix.

---

<sup>6</sup> Par exemple l'écart d'évaluation aboutissant à une part des dépenses d'investissement (et une part de consommation intermédiaires) dans les dépenses en TIC des entreprises plus importante (plus faible) aux Etats-Unis que dans les autres pays.

Pour autant, soulignons que compte tenu des positions respectivement importatrice des pays européens et exportatrice des Etats-Unis en ce qui concerne les micro-processeurs, c'est-à-dire la composante des TIC dont les performances (et les prix) augmentent (baissent) le plus rapidement, l'appréciation du dollar par rapport aux monnaies européennes du début de la décennie 1990 jusqu'à la fin 2001 a pu, sans expliquer totalement l'avance américaine, contribuer à freiner en Europe les effets de substitution entre facteurs favorables à la diffusion des TIC. Les résultats d'estimation obtenus sur données empilées apportent une première confirmation de cela : la parité du dollar par rapport aux autres monnaies semble expliquer l'avance de diffusion des TIC aux Etats-Unis.

Au terme de cette analyse, la principale déception est que l'avance des Etats-Unis, concernant la diffusion des TIC, n'est pas réellement expliquée. Mais peut-être l'explication est-elle à rechercher non dans une cause unique, mais simultanément dans plusieurs facteurs. Parmi ces derniers, l'avance initiale vient sans doute en partie de l'importance relativement plus grande du secteur producteur de TIC aux Etats-Unis qui, par des effets de *spillover*, a pu contribuer à une diffusion plus précoce. Des facteurs supplémentaires sont avancés par Gust et Marquez (2002) : effets de qualification moyenne de la main d'œuvre encore moins élevée en Europe qu'aux Etats-Unis, impact de réglementations plus fortes sur les marchés des biens et du travail... Enfin, la présente analyse a confirmé la forte sensibilité de la demande d'investissement en TIC aux prix de ces produits, ce qui amène à considérer qu'un effet prix a pu (via l'évolution du change) prolonger le retard de diffusion des TIC en Europe.

Cette analyse confirme surtout que la disponibilité à venir de données plus homogènes entre pays est indispensable pour tester la validité des précédentes hypothèses ou pour apporter d'autres éléments d'explication à l'avance américaine.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- B. VAN ARK, J. MELKA, N. MULDER, M. TIMMER & G. YPMA (2002) : « ICT investment and Growth Accounts for the European Union, 1980-2000 », mimeo, juin.
- BCE (2000) : « Potential output growth and output gaps : concept, uses and estimates », Bulletin de la BCE, octobre.
- G. BRILHAULT (2002) : « Rétropolation des séries de FBCF et calcul du capital fixe en SEC-95 dans les Comptes Nationaux français », INSEE, DESE, Document de Travail, n° G2002/04.
- CEA (2001) : « Report of the President », Council of Economic Advisers, février.
- G. CETTE, J. MAIRESSE & Y. KOCOGLU (2000) : « La mesure de l'investissement en technologies de l'information et de la communication : quelques considérations méthodologiques », Economie et Statistique, n° 339-340, 2000 – 9/10.
- G. CETTE, J. MAIRESSE & Y. KOCOGLU (2002a) : « Croissance économique et diffusion des TIC : le cas de la France sur longue période (1980-2000) », Revue Française d'Economie, Vol. XVI, n° 3, janvier.
- G. CETTE, J. MAIRESSE & Y. KOCOGLU (2002b) : « Diffusion of ICTs and Growth of the French Economy over the Long-term, 1980-2000 », International Productivity Monitor, Number Four, Spring.
- A. COLECCHIA & P. SCHREYER (2001) : « ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? », OECD, DSTI/DOC(2001)7, 25 octobre.
- R. DUVAL (2001) : « A quelle vitesse se résorberait le surinvestissement américain ? », in Direction de la prévision, Note de Conjoncture Internationale, décembre.
- R. F. ENGLE & C. GRANGER (1987) : « Cointegration and error correction : representation, estimation and testing », *Econometrica*, n° 55.
- R. GORDON (2000) : « Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past ? », *Journal of Economic Perspectives*, 14(4), automne.
- R. GORDON (2002) : « Technology and Economic Performance in the American Economy », CEPR Discussion Paper, 3213, février.
- B. GRIMM, B. MOULTON & D. WASSHAUSEN (2002) : « Information Processing Equipment and Software in the National Accounts », Mimeo, paper for the conference Measuring Capital in the New Economy, 26 et 27 avril.

- C. GUST & J. MARQUEZ (2000) : « Productivity Developments Abroad », Federal Reserve Bulletin, Board of Governors of the Federal Reserve System, octobre.
- C. GUST & J. MARQUEZ (2002) : « International Comparisons of Productivity Growth: The Role of Information Technology and Regulation Practices », mimeo, Board of Governors of the Federal Reserve System, International Finance Discussion Papers, n° 727, mai.
- F. LEQUILLER (2000) : « La nouvelle économie et la mesure de la croissance », Economie et Statistique, n° 339-340.
- D. JORGENSON (1966) : « The embodiment Hypothesis », Journal of Political Economy, vol. LXXIV, n° 1.
- D. JORGENSON (2001) : « Information Technology and the US Economy », The American Economic Review, vol. 91, n°1, mars.
- D. JORGENSON & K. STIROH (2000) : « Raising the Speed Limit : U.S. Economic Growth in the Information Age », Brookings Papers on Economic Activity, 1.
- A. MADDISON (1993) : « Standardised Estimates of Fixed Capital Stock : A Six Country Comparison », mimeo, Innovazione e Materie Prime, April.
- OCDE (2002) : « Measuring the Information Economy », mimeo.
- S. OLINER & D. SICHEL (2002) : « The Resurgence of Growth in the Late 1990s : Is Information Technology the Story ? », Journal of Economic Perspectives, 14(4), automne.
- S. OLINER & D. SICHEL (2002) : « Information Technology and Productivity : Where Are We Now and Where Are We Going », mimeo, 10 may.
- R. PARKER & B. GRIMM (2000) : « Software Prices and Real Output : Recent Developments at the Bureau of Economic Analysis », mimeo, presented at the NBER Program on Technological Change and Productivity Measurement, Cambridge, 17 mars.
- D. PILAT & F. C. LEE (2001) : « Productivity growth in ICT-producing and ICT-using industries: a source of growth differentials in the OECD? », mimeo, DSTI/DOC(2001)4, 18 juin.
- P. Schreyer (2000) : « The Contribution of Information and Communication Technology to Output Growth: a Study of the G7 Countries », OCDE, STI Working Paper, 2000/2, mars.

## **ANNEXE 1 : SOURCES ET CONSTRUCTION DES DONNEES MOBILISEES DANS L'ANALYSE**

Cette annexe présente successivement les sources et la construction des séries d'investissement, de capital, et des variables explicatives mobilisées dans la présente étude. Cette dernière porte sur l'Allemagne, les Etats-Unis, la France, les Pays-Bas et le Royaume-Uni ; les données sont annuelles, et le champ couvert correspond à l'ensemble de l'économie.

### **1. L'INVESTISSEMENT EN VALEUR**

Pour les séries d'investissement en TIC, les données mobilisées proviennent essentiellement de la base construite par les équipes de recherches du CEPII et de l'Université de Groningen (appelée dans la suite : base de données CEPII-Groningen), dont la construction est détaillée dans le rapport van Ark et alii (2002). Les sources prioritairement utilisées par ces équipes sont les comptes nationaux, à partir desquels un travail d'homogénéisation des données entre pays a été réalisé. Concernant l'Allemagne, des séries continues sont reconstituées en appliquant à la période antérieure à la réunification les taux de croissance observés pour l'Allemagne de l'Ouest.

On dispose ainsi de séries annuelles d'investissement en valeur (aux prix courants) pour chacun des cinq pays considérés. Ces séries distinguent six produits d'investissement, dont la somme représente l'ensemble des dépenses d'investissement de l'économie totale du pays en biens et services productifs (soit l'investissement total non résidentiel hors biens durables acquis par les ménages). Ces six produits sont les matériels informatiques (hardware : ordinateurs et périphériques, ainsi que des matériels de bureau), les logiciels (software), les équipements de communication ; les équipements de transport, les autres équipements (machines) et les structures (bâtiments et infrastructures)<sup>7</sup>. Conformément aux autres travaux, les TIC correspondent au regroupement des trois premiers produits.

Les données d'investissement sont ainsi disponibles pour les cinq pays considérés et les six produits depuis 1975 (depuis 1959 pour la France et 1947 pour les Etats-Unis). Pour les cinq pays, on dispose de données sur l'investissement total depuis 1955, décomposé en transports, structures et équipement total. La série d'investissement en autres équipements (non TIC) est toujours déduite d'une série d'investissement en 'équipement total', après soustraction des investissements en TIC.

Les séries d'investissement en TIC des pays européens ont été rétropolées jusqu'en 1959. Cette rétropolation s'est faite à partir des comptes nationaux pour les Etats-Unis et la France (les comptes nationaux fournissant des données détaillées pour ces deux pays depuis 1959). Grâce aux quelques données dont on dispose avant 1975 (matériels informatiques en Allemagne, et software et équipements de communication au Royaume-Uni), on a pu

---

<sup>7</sup> Cette nomenclature n'est pas exactement la même que celle du BEA (Bureau of Economic Analysis) américain, mais elle en est très proche. La principale différence est qu'ici, les matériels informatiques ajoutent aux matériels strictement hardware les matériels de bureau et les photocopieuses.

constater que la diffusion des TIC se rapproche davantage, dans ces deux pays, de la diffusion française que de la diffusion américaine, beaucoup plus rapide. On a donc appliqué à tous les pays européens hors France, sur la sous-période 1959-1975, le rythme de diffusion des TIC observé pour la France<sup>8</sup>. Sur la période de rétropolation, le rythme de diffusion des TIC est donc le même pour tous les pays européens. On a ensuite calculé, par différence, la série d'investissement en équipements non TIC. On dispose ainsi des séries d'investissement détaillées par produits et depuis 1959 pour les cinq pays considérés.

## **2. LES PRIX D'INVESTISSEMENT ET L'INVESTISSEMENT EN VOLUME**

Le calcul du volume d'investissement nécessite la mobilisation de séries de prix d'investissement. Pour cette évaluation des prix d'investissement, une variante<sup>9</sup> de la méthode retenue par Schreyer (2000) ou Colechia et Shreyer (2001) a été adoptée. Il a été supposé que le prix relatif de chaque produit d'investissement par rapport au PIB est le même dans chaque pays et identique à celui de la comptabilité nationale américaine. Sont ainsi construites les séries de prix nationales à partir des prix américains (ceux du BEA appliqués à la nomenclature retenue, présentés dans la base de données CEPII-Groningen), et des déflateurs du PIB pour les différents pays, en base 1995 (aussi disponibles dans la base CEPII-Groningen). Le Graphique A1-1 fournit les indices de prix relatifs de l'investissement ainsi construits.

Il est utile de souligner les avantages et inconvénients de cette méthode de calcul des prix de l'investissement, retenue en raison de la qualité des séries de prix proposées par la comptabilité nationale américaine. Les données américaines sont en effet les plus riches pour la prise en compte des performances productives des TIC : elles s'efforcent de rendre compte, par des baisses de prix, du progrès technique incorporé dans des équipements dont la qualité change, ce qui aboutit à une augmentation du volume à dépense constante. Ainsi, les approches retenues par les comptables nationaux américains pour le partage volume-prix sont aux « services producteurs » (via des méthodes hédoniques ou par appariements) pour les matériels informatiques, partiellement aux « services producteurs » pour une part des logiciels (la partie *prepackaged* et une partie des *custom* des logiciels - soit 50 % de ces derniers environ - et les centraux téléphoniques pour les matériels de communication (Cf. Parker et Grimm (2000), ou Grimm, Moulton et Wasshausen (2002)). L'intérêt de telles mesures prenant en compte les performances productives (encore rares en Europe) est important pour des produits dont la technologie a beaucoup évolué : la baisse des prix observée pour les TIC est très importante, surtout pour les matériels informatiques (*hardware*), ce qui reflète l'effet de la « loi de Moore » (Graphique A1-1).

---

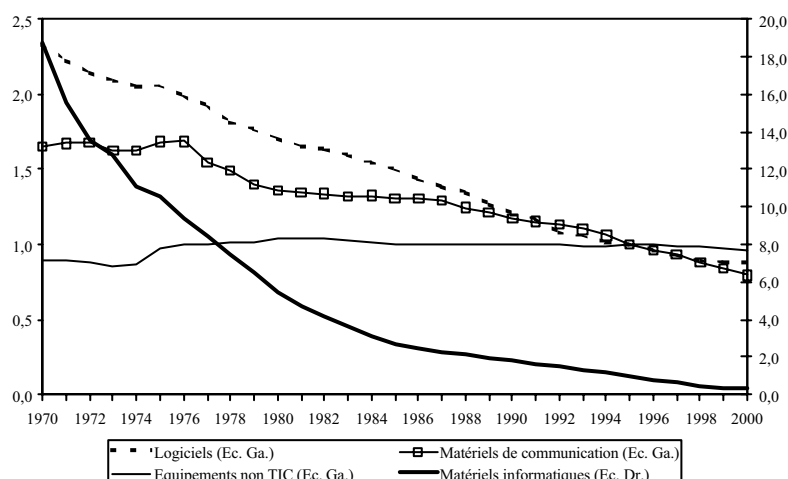
<sup>8</sup>

Le rythme de diffusion est ici caractérisé par le taux de croissance relatif au PIB des investissements en valeur pour chaque produit TIC.

<sup>9</sup>

Schreyer (2000) ou Colechia et Shreyer (2001) imposent le même ratio du prix d'un bien TIC au prix de l'investissement total, plutôt qu'à celui du PIB (les biens d'investissement sont de plus proches substituts entre eux qu'avec le reste des produits qui entrent dans le déflateur du PIB).

**Graphique A1-1 :  
Indice de prix relatifs des investissements en équipements, par produits,  
par rapport au déflateur du PIB**



Source : Calculs des auteurs, à partir des données du BEA.

Mais L'inconvénient de la méthode retenue est de supposer que les prix relatifs sont les mêmes dans tous les pays. Or, compte tenu des échanges commerciaux importants en ce domaine, les prix des investissements TIC obéissent aussi, pour les pays européens, non seulement aux effets qualités évoqués plus haut mais aussi aux déterminants traditionnels des prix des importations, comme par exemple les taux de change. C'est pourquoi les estimations de demande d'investissement qui seront présentées intégreront autant que possible la variable taux de change de chaque devise vis-à-vis du dollar, afin de mieux prendre en compte le mode de formation des prix spécifique aux biens d'investissement.

A partir de ces séries de prix relatifs, il est possible de calculer, pour chaque pays et chaque produit, des séries de prix et de volume d'investissement. Afin de calculer les volumes d'investissement total, d'investissement en TIC (sous-ensemble des trois produits TIC) et d'investissement non TIC (sous-ensemble complémentaire), sont calculés des indices de prix chaînés pour ces trois agrégats<sup>10</sup>. Pour le chaînage, l'indice « Ideal » de Fisher a été choisi, conformément à la méthodologie du BEA (une alternative est l'indice de Törnqvist). Cet indice permet de calculer l'augmentation du prix d'une année sur l'autre à partir d'une moyenne géométrique des indices de Paasche et Laspeyres. L'avantage de cet indice est que la même formule de calcul s'applique pour le prix et pour la quantité de l'agrégat. Ainsi l'indice indiquant l'augmentation du prix d'un agrégat de n biens entre t-1 et t s'écrit :

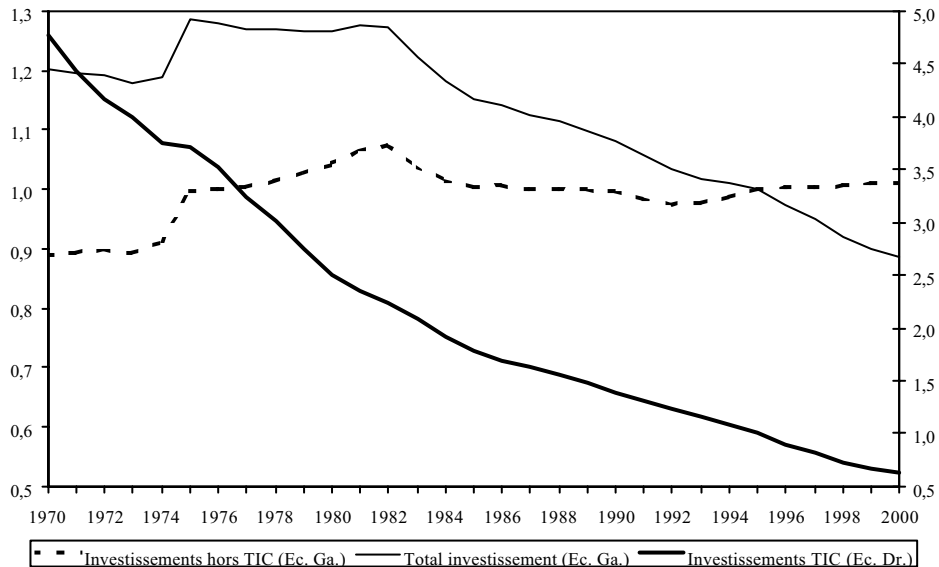
<sup>10</sup>

Le chaînage est une méthode alternative aux comptes en base fixe, qui aboutissent à des volumes qui dépendent de l'année de base retenue : en effet, on retient alors la structure de prix relatifs de l'année de base ; alors que le chaînage utilise une structure des prix glissante, ce qui est une méthode plus robuste, surtout en présence d'importantes évolutions des prix relatifs.

$$(A1-1) \quad \Delta p = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_i \cdot \sum_{i=1}^n q_{i,-1} \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n q_i \cdot p_{i,-1} \cdot \sum_{i=1}^n q_{i,-1} \cdot p_{i,-1}}}$$

où  $q_i$   $p_i$  désignent respectivement le logarithme de la quantité et du prix du bien  $i$ . L'année de base  $n$ 'a alors d'autre implication sur les données que de normaliser, en fixant l'année où tous les prix valent 1.

**Graphique A1-2 :**  
**Indice de prix relatifs des investissements, par rapport au déflateur du PIB**  
**Indice chaîné**



Source : Calculs des auteurs à partir des données du BEA.



### 3. DES SÉRIES D'INVESTISSEMENT AUX SÉRIES DE CAPITAL

A partir des séries d'investissement en volume pour chaque produit ainsi que pour l'investissement total et les biens composites TIC et non TIC, il est a priori possible de construire les stocks de capital correspondant en agrégeant ces séries selon la Méthode de l'Inventaire Permanent (PIM) représentée par la relation (10).

Les taux de déclassements  $\delta_i$  retenus pour l'évaluation du capital à partir de cette relation sont indiqués dans le Tableau A1-1. Ils sont usuels, proche par exemple de ceux retenus par van Ark et alii (2002) ou Cette, Mairesse et Kocoglu (2002), et correspondent à des hypothèses de durées de vie proches de celles retenues par les comptables nationaux de différents pays (par exemple, pour la France, cf. Brilhault (2002)) ou par différentes études sur les TIC (par exemple Shreyer (2000), Colecchia et Shreyer (2001), Pilat et Lee (2001), Jorgenson (2001), Cette, Mairesse et Kocoglu (2002a et b), Oliner et Sichel (2002) et van Ark et alii (2002)).

**Tableau A1-1 :**  
**Hypothèses de taux de déclassement et de durée de vie moyenne**  
**pour les différents types d'équipements**

Produit	Taux de déclassement en %	Durée de vie moyenne en années
Matériels informatiques	25	4
Logiciels	30	3
Matériels de communication et équipement non-TIC	15	7
Matériels de transport	20	5
Bâtiments et infrastructures	4	25

Afin de calculer les séries de stocks de capital à partir des années 1970 avec la relation (10), il conviendrait de prendre en compte de nombreuses générations antérieures d'investissement, ce qui est ici impossible étant donné la faible taille de notre échantillon. Les données d'investissement mobilisées ne sont disponibles qu'à partir de 1959, après rétroprojections. Par conséquent, une initialisation des stocks de capital doit être effectuée suivant certaines hypothèses. Cette nécessaire initialisation aboutit inévitablement à une mesure du capital moins précise en début qu'en fin de période. Considérant le rythme de croissance des investissements en TIC, dû à une faible diffusion au début de la période de ces équipements nouveaux, et surtout compte tenu du fort taux de dépréciation qui s'applique à ces équipements, il a été supposé que les stocks de capital étaient nuls en 1958 pour les trois produits et le bien composite TIC. Dans le cas des matériels informatiques, par exemple, cette hypothèse conduit à minorer le stock de capital d'environ 0,5 % du stock en 1975, sous l'hypothèse défavorable de croissance nulle de l'investissement (application de la PIM avec  $\delta = 0,25$ ). Il est bien évident que dans le cas des équipements non TIC et des structures, pour lesquels les stocks initiaux sont importants et les taux de dépréciation beaucoup plus faibles, cette hypothèse n'est pas transposable. Il faut donc initialiser les stocks de capital par des valeurs non nulles.

A cette fin, sont mobilisées les données fournies par Maddison (1993). Sur la base de données des comptabilités nationales et de multiples informations, Maddison reconstruit des séries longues d'investissements et de stocks de capital pour les Etats-Unis, la France, le Royaume-Uni, l'Allemagne, les Pays-Bas (et le Japon mais ce dernier pays n'est pas retenu ici)<sup>11</sup>. Les données couvrent différentes périodes selon les pays. Elles distinguent les structures (non résidentielles, ce qui est donc analogue à l'un des produits de notre nomenclature) et les équipements et machines. Cette deuxième composante du capital est identifiée comme la somme des produits 'équipements non TIC' et 'équipements de transport' de la présente étude, conformément à l'hypothèse qu'il n'y a pas de stock de TIC à cette époque en début de période (1959).

Pour les cinq pays, les séries d'investissement en volume calculées avec la base CEPII-Groningen entre 1956 et 1959 ont été comparées aux séries équivalentes de Maddison (1993), ce qui a impliqué de construire l'agrégat chaîné des produits 'équipements de transports' et 'équipement total', c'est-à-dire d'équipements non TIC ici, avant 1959. Sur ces quatre années, un coefficient de proportionnalité entre les deux types de sources (base CEPII-Groningen rétropolée et Maddison (1993)) a été calculé<sup>12</sup>. Le coefficient de proportionnalité ainsi calculé a ensuite été appliqué au premier stock disponible dans Maddison (1993) dans l'après-guerre (1946 ou 1950 selon les pays) et aux données d'investissement. A partir du stock de capital initial (en 1946 ou 1950) ainsi calculé, des données d'investissement de Maddison (1993) également corrigées du coefficient de proportionnalité pour la sous-période allant de 1946 ou 1950 à 1958 et, à partir de 1959, des séries d'investissement dont la construction a été précédemment présentée, deux séries de stocks de capital par pays, une pour les structures et une pour les équipements (en imposant pour ces derniers un taux de dépréciation  $\delta = 0,17$ ) ont été construites.

Afin de s'assurer de la robustesse de ces évaluations, deux mesures du stock de capital hors structures ont été comparées : celle obtenue en 1970 en supposant qu'il n'y a pas de capital en 1955 (les durées de vie des équipements et machines ne sont pas beaucoup plus longues que l'intervalle de 15 années séparant 1955 de 1970) et celle obtenue la même année 1970 avec le stock initial et les données de Maddison (1993) avant que celles de CEPII-Groningen ne soient disponibles. L'erreur de la première mesure est alors, à supposer que les investissements soient non décroissants, d'au plus :  $(1-\delta)^{15}$ . Le tableau A2-2 ci-dessous montre que la différence est faible, mais qu'elle dépasse souvent 1 %. La première colonne de ce tableau montre l'importance de l'initialisation des stocks de capital ; comparée à la deuxième colonne, elle indique que l'erreur est réduite par rapport à son niveau maximal théorique, ce qui témoigne du fait que les volumes d'investissement n'ont pas été constants

---

<sup>11</sup> Pour calculer les stocks de capital à partir des flux d'investissement, Maddison (1993) n'utilise pas la méthode de l'inventaire permanent (PIM), mais il additionne les différentes générations d'équipements jusqu'à une durée de vie maximale (14 et 39 ans) : il n'y a pas de dépréciation de chaque génération d'investissement avant d'atteindre le terme de sa durée de vie, où la dépréciation est alors soudaine et totale.

<sup>12</sup> La justification de ce ratio est de corriger du champ considéré, des erreurs de mesure, des années de base différentes etc.

(sinon les deux colonnes seraient à peu près identiques), mais au contraire assez fortement croissants.

**Tableau A1-2 :**  
**Ecart relatif, en 1970, entre la série de volume de capital en équipements calculée sous l'hypothèse d'un stock nul en 1955 et celle calculée avec une initialisation s'appuyant sur les données de Maddison (1993).**

Pays	Différence constatée, En %	Différence maximale : (1- $\delta$ ) <sup>15</sup> avec (1- $\delta$ ) = 0,83 En %
France	1,13	6,11
Allemagne	1,58	6,11
Pays-Bas	1,29	6,11
Royaume-Uni	2,58	6,11
Etats-Unis (depuis 1947)	0,85	1,38

Lecture : En France, l'écart constaté est de 1,13 % selon qu'on initialise ou pas. L'écart maximal, en supposant que le volume de l'investissement n'a pas été décroissant sur la période 1955-1970, est de 6,11 %.

Enfin, il faut encore distinguer au sein des stocks initiaux de capital hors structure ainsi construits les stocks initiaux d'équipements non TIC et les stocks d'équipements de transports, les stocks de capital TIC étant supposés nuls en 1958. Pour cela, on fait l'hypothèse initiale que les deux types d'investissement ont la même durée de vie de 15 ans. La méthode de l'inventaire permanent (relation (10)) est ensuite appliquée. Sur un sentier de croissance équilibrée, le taux de croissance des investissements dans les différents produit est le même (à moins que les rythmes de progrès technique incorporé diffèrent entre ces deux équipements), g. On a par conséquent :

$$(A1-2) \quad \forall i, F_i = I_i \sum_{j=0}^{15} \frac{(1-\delta)^j}{(1+g)^j}$$

On déduit ainsi le partage des stocks initiaux de capital pour les deux biens à partir de leur somme, le capital hors structures dont l'évaluation a été détaillée plus haut, des générations d'investissements initiales reconstituées, et de l'hypothèse g = 5 %.

### 3. LES AUTRES VARIABLES

Les autres variables intervenant dans l'étude sont les suivantes :

Q : PIB de l'économie totale. La mesure de cette variable est issue des International Financial Statistics (IFS), il est toujours disponible depuis 1970 ; son déflateur est issu de la base Groningen-CEPII ;

C<sub>i</sub> : Le coût d'usage des équipements en produit i est dérivé d'un modèle d'arbitrage de l'investisseur ou aussi bien d'une maximisation intertemporelle des profits

(l'investissement étant une variable de contrôle, intervenant aussi dans la loi d'évolution de la variable de stock, le capital, selon la formule de l'inventaire permanent). Il est habituellement (depuis les analyses de Jorgenson (1966)) la variable de coût intervenant dans une équation de demande de capital. Il est calculé à partir de la relation usuelle :

$$(A1-4) \quad C_i = p_{i,-1} \cdot [t_i + \delta_i - \Delta \ln p_i]$$

Dans cette relation interviennent les prix de l'investissement, le taux d'intérêt nominal  $t_i$  (tel qu'il est donné par les IFS, rendement des obligations d'Etat à long terme, c'est-à-dire au moins dix ans), l'inflation concernant le produit considéré (afin d'obtenir un taux d'intérêt réel et de prendre en compte le coût d'opportunité de l'achat d'un équipement dont le prix baisse par exemple). Le taux de dépréciation  $\delta$  retenu est distinct selon les produits, et pour les biens composites, c'est une moyenne des taux de dépréciation des différents produits pondérés par les stocks de capital en valeur (c'est-à-dire « reflatés » par les prix courants). Il est donc possible de calculer ainsi un coût d'usage pour chaque produit, ainsi que pour le bien composite TIC, en utilisant les indices de prix chaînés de Fisher et les taux de dépréciation composite et comme coefficients de pondération les parts de stocks de capital en valeur. La variable explicative qui intervient dans les régressions économétriques est en fait, conformément à nos spécifications, corrigée du déflateur du PIB. Enfin, on lisse cette mesure sur trois ans, afin de corriger les fluctuations parfois erratiques des prix et de supposer un comportement moins myope des agents.

CHG : C'est pour chaque pays le taux de change bilatéral par rapport au dollar (en moyenne annuelle et en logarithme), mesuré en unités de monnaie nationale pour un dollar. Ainsi l'appréciation du dollar se marque par une augmentation de la variable CHG. Cette variable est issue des données compilées dans la base CHELEM du CEPII.

AGE<sub>i</sub> : L'âge moyen des équipements en produits  $i$ . Cette variable est calculée avec les hypothèses que les équipements subissent une usure résumée par le paramètre de dépréciation (comme dans la méthode de l'inventaire permanent), et que les équipements sont déclassés à partir d'un certain âge. L'âge est calculé pour chaque produit avec la relation (10). Pour le calcul, il faut imposer une durée de vie maximale : on suppose que pour les produits TIC, l'âge d'un équipement ne peut pas dépasser 11 ans. Cette durée de vie maximale est moins justifiée pour les équipements de communication, et surtout pour le stock total. Une telle hypothèse est cependant inévitable pour disposer de séries d'âge à partir de 1971. Pour les équipements non-TIC, les transports et les structures, ainsi que pour l'agrégat non TIC donc, on retient 15 ans comme durée de vie maximale, sachant que c'est aussi grossièrement sous-estimé pour les structures.

DIFF : Il s'agit d'une variable représentant l'écart de diffusion en TIC par rapport aux Etats-Unis, pays pour lequel il est supposé que la diffusion des TIC comme « nouveaux » équipements dans la structure productive est terminée au début des années 1990. Il apparaît en effet que le coefficient de capital TIC en valeur est stable aux Etats-Unis entre 1989 et 1998, ce qui est conforme à l'hypothèse d'une diffusion aboutie et d'une élasticité de substitution unitaire des TIC par rapport aux autres facteurs de production (Cf. texte). On

calcule donc un écart absolu pour le pays  $j$  à la cible constante que constitue la diffusion des TIC aux Etats-Unis sur la décennie 1990 :

$DIFF^j = \{(P_{TIC} \cdot F_{TIC}) / (P_Q \cdot Q)\}_{MOYENNE\ USA\ 1989-98} - \{(P_{TIC} \cdot F_{TIC}) / (P_Q \cdot Q)\}^j_{-1}$ . La variable DIFF est l'exponentielle de cette mesure.



**ANNEXE 2 :**  
**RESULTATS D'ESTIMATIONS SANS LA VARIABLE DE DIFFUSION**

**Tableau A2-1 : Bien composite TIC**

**A – Résultats d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-147 (-25,0)	-106 (-5,8)	-102 (-17,0)	-315 (-11,0)	-193 (-6,2)
T	0,072 (24,0)	0,052 (5,6)	0,050 (17,0)	0,150 (11,0)	0,096 (6,1)
$c_j - p_q$	-0,18 (-2,6)	-0,64 (3,9)	-0,45 (-9,6)	0,24 (1,1)	0,01 (0,04)
<b>AGE</b>	-0,27 (-5,0)	-0,28 (-5,8)	-0,33 (-9,7)	-0,55 (-4,5)	-0,28 (-2,3)
chg	-0,04 (-1,0)	-0,19 (-2,8)	-0,09 (-3,5)	-0,08 (-0,55)	--
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
<b>AEG*</b>	-2,4	-1,8	-2,3	3,0	-2,8

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,04 (3,8)	0,03 (2,7)	0,02 (1,7)	0,12 (4,8)	0,03 (2,8)
<b>ARI</b>	0,60 (4,7)	0,52 (2,6)	0,72 (2,8)	0,22 (1,7)	0,72 (6,2)
<b><math>\Delta(c_j - p_q)</math></b>	0,01 (0,2)	-0,17 (-1,1)	-0,00 (-0,0)	0,13 (1,0)	-0,02 (-0,2)
$\Delta(\text{chg})$	-0,03 (-1,3)	-0,004 (-0,08)	0,02 (0,5)	0,02 (0,3)	--
ec. <sub>1</sub>	-0,63 (-5,1)	-0,30 (-2,4)	-0,65 (-1,8)	-0,35 (-3,4)	-0,17 (-4,0)
R <sup>2</sup>	0,84	0,66	0,60	0,55	0,80
<b>DW</b>	1,4	1,7	1,2	1,8	2,3

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

**Tableau A2-2 : Matériels informatiques**

**A – Résultat d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-135 (-7,4)	-77 (-1,6)	-110 (-4,2)	-188 (-5,4)	-165 (-2,7)
T	0,065 (7,1)	0,03 (1,5)	0,053 (4,0)	0,09 (5,3)	0,080 (2,6)
$c_j - p_q$	-0,69 (-8,1)	-1,02 (-5,3)	-0,68 (-6,15)	-0,73 (-4,6)	-0,60 (-2,2)
<b>AGE</b>	--	--	--	--	--
chg	0,14 (2,6)	0,07 (0,5)	0,02 (0,2)	0,44 (2,7)	--
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98
<b>AEG*</b>	-3,4	-2,5	-3,6	3,2	-3,3

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,03 (1,6)	0,02 (1,1)	0,00 (0,2)	0,05 (2,3)	0,000 (0,06)
<b>ARI</b>	0,76 (4,6)	1,06 (6,4)	1,13 (5,6)	0,59 (4,8)	1,09 (12,0)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,11 (-1,0)	0,15 (1,0)	0,15 (1,1)	-0,22 (-2,1)	0,07 (1,0)
$\Delta(\text{chg})$	0,03 (0,8)	0,12 (2,0)	0,07 (1,2)	0,15 (1,75)	--
ec <sub>1</sub>	-0,48 (-3,8)	-0,25 (-3,4)	-0,21 (-1,7)	-0,21 (-2,3)	-0,14 (-4,3)
R <sup>2</sup>	0,82	0,82	0,74	0,68	0,89
<b>DW</b>	1,94	1,95	1,77	1,9	2,36

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.



Tableau A2-3 : Logiciels

## A – Résultat d'estimation de la relation (15) de long terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-244 (-34,3)	-362 (-13,1)	-111 (-11,3)	-4,3 (-25,0)	-240 (-25,2)
T	0,12 (33,1)	0,18 (12,7)	0,05 (11,2)	0,23 (25,0)	0,12 (24,3)
$c_j - p_q$	0,62 (50)	1,77 (4,3)	-0,68 (-5,2)	2,20 (7,5)	0,18 (1,2)
AGE	--	--	--	--	--
chg	0,33 (5,4)	-0,25 (-1,9)	-0,27 (-3,0)	-0,62 (-2,5)	--
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
AEG*	-2,9	-2,2	-3,8	2,2	-4,0

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

## B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,05 (3,5)	0,04 (2,7)	0,01 (0,7)	0,07 (2,1)	0,04 (2,6)
ARI	0,58 (5,0)	0,76 (6,4)	0,90 (5,0)	0,55 (3,2)	0,62 (4,7)
$\Delta(c_j - p_q)$	0,19 (1,5)	0,37 (2,0)	0,12 (0,6)	0,20 (0,7)	-0,04 (-0,3)
$\Delta(\text{chg})$	0,10 (2,5)	-0,01 (-0,1)	-0,07 (-1,1)	0,02 (0,1)	--
ec <sub>1</sub>	-0,28 (-3,0)	-0,13 (-2,2)	-0,43 (-3,4)	-0,19 (-1,6)	-0,39 (-4,7)
R <sup>2</sup>	0,77	0,74	0,62	0,60	0,65
DW	2,0	2,2	2,4	1,4	2,0

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

**Tableau A2-4 : Matériels de communication**

**A – Résultat d'estimation de la relation (15) de long terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	-59 (-45,7)	-56 (-18,1)	-48 (-22,4)	-108 (-20,2)	-89 (-12,0)
T	0,02 (45,1)	0,03 (16,5)	0,02 (21,0)	0,05 (18,0)	0,04 (12,4)
$c_j - p_q$	-0,16 (-5,3)	-0,21 (-2,8)	-0,23 (-7,2)	-0,96 (-5,6)	0,43 (2,0)
AGE	-0,18 (-4,0)	-0,19 (-5,3)	-0,21 (-8,2)	-0,09 (-1,9)	-0,16 (-2,1)
chg	-0,02 (-1,2)	-0,06 (-1,7)	-0,08 (-3,0)	0,54 (5,1)	--
R <sup>2</sup>	0,99	0,99	0,99	0,99	0,92
AEG*	-2,4	-3,3	-4,6	-2,8	-3,5

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student et sont donnés à titre indicatif car de telles statistiques ne sont correctes qu'après avoir s'être prémuni de l'omission de la dynamique dans la relation de long terme. Une telle correction est ici impossible du fait du faible nombre de données.

\* : Valeurs critiques pour un échantillon de taille n = 50 : -4,76 au seuil de 5 % ; -4,42 au seuil de 10 %.

**B – Résultats d'estimation de la relation (16) de court terme**

	France	Allemagne	Pays-Bas	Royaume-Uni	Etats-Unis
<i>cte</i>	0,02 (3,2)	0,02 (4,8)	0,02 (3,0)	0,04 (4,3)	0,02 (2,7)
ARI	0,34 (1,8)	0,17 (1,1)	0,33 (1,9)	0,37 (3,0)	0,63 (5,0)
$\Delta(c_j - p_q)$	-0,08 (-2,2)	-0,11 (-2,5)	-0,15 (-2,6)	-0,33 (-3,4)	-0,06 (-1,0)
$\Delta(\text{chg})$	-0,017 (-0,3)	-0,03 (-1,0)	-0,05 (-1,5)	0,17 (2,3)	--
ec <sub>-1</sub>	-19,0 (-0,9)	-0,72 (-4,7)	-0,57 (-2,0)	-0,40 (-3,2)	-0,21 (-3,9)
R <sup>2</sup>	0,30	0,69	0,54	0,63	0,72
DW	1,8	1,7	1,4	1,7	2,6

Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent aux valeurs des t de Student.

## LISTE DES DOCUMENTS DE TRAVAIL DU CEPII

<i>N°</i>	<i>Titre</i>	<i>Auteurs</i>
2003-02	Can Business and Social Networks Explain the Border Effect Puzzle?	P.P. Combes, M. Lafourcade & T. Mayer
2003-01	Hyperinflation and the Reconstruction of a National Money: Argentina and Brazil, 1990-2002	J. Sgard
2002-18	Programme de travail du CEPII pour 2003	
2002-17	MIRAGE, a Computable General Equilibrium Model for Trade Policy Analysis	M.H. Bchir, Y. Decreux, J.L. Guérin & S. Jean
2002-16	Evolutions démographiques et marché du travail : des liens complexes et parfois contradictoires	L. Cadiou, J. Genet & J.L. Guérin
2002-15	Exchange Rate Regimes and Sustainable Parities for CEECs in the Run-up to EMU Membership	V. Coudert & C. Couharde
2002-14	When are Structural Deficits Good Policies?	J. Chateau
2002-13	Projections démographiques de quelques pays de l'Union Européenne (Allemagne, France, Italie, Royaume-Uni, Pays-Bas, Suède)	R. Sleiman
2002-12	Regional Trade Integration in Southern Africa	S. Chauvin & G. Gaulier
2002-11	Demographic Evolutions and Unemployment: an Analysis of French Labour Market with Workers Generations	J. Chateau, J.L. Guérin & F. Legros
2002-10	Liquidité et passage de la valeur	P. Villa
2002-09	Le concept de coût d'usage Putty-Clay des biens durables	M.G. Foggea & P. Villa
2002-08	Mondialisation et régionalisation : le cas des industries du textile et de l'habillement	M. Fouquin, P. Morand R. Avisse G. Minvielle & P. Dumont
2002-07	The Survival of Intermediate Exchange Rate Regimes	A. Bénassy-Quéré & B. Coeuré
2002-06	Pensions and Savings in a Monetary Union : An Analysis of Capital Flow	A. Jousten & F. Legros
2002-05	Brazil and Mexico's Manufacturing Performance in International Perspective, 1970-1999	N. Mulder, S. Montout & L. Peres Lopes

<b>2002-04</b>	The Impact of Central Bank Intervention on Exchange-Rate Forecast Heterogeneity	M. Beine, A. Benassy-Quéré, E. Dauchy & R. MacDonald
<b>2002-03</b>	Impacts économiques et sociaux de l'élargissement pour l'Union européenne et la France	M.H. Bchir & M. Maurel
<b>2002-02</b>	China in the International Segmentation of Production Processes	F. Lemoine & D. Ünal-Kesenci
<b>2002-01</b>	Illusory Border Effects: Distance Mismeasurement Inflates Estimates of Home Bias in Trade	K Head & T. Mayer
<b>2001-22</b>	Programme de travail du CEPII pour 2002	
<b>2001-21</b>	Croissance économique mondiale: un scénario de référence à l'horizon 2030	N. Kousnetzoff
<b>2001-20</b>	The Fiscal Stabilization Policy under EMU – An Empirical Assessment	A. Kadareja
<b>2001-19</b>	Direct Foreign Investments and Productivity Growth in Hungarian Firms, 1992-1999	J. Sgard
<b>2001-18</b>	Market Access Maps: A Bilateral and Disaggregated Measure of Market Access	A. Bouët, L. Fontagné, M. Mimouni & X. Pichot
<b>2001-17</b>	Macroeconomic Consequences of Pension Reforms in Europe: An Investigation with the INGENUE World Model	Equipe Ingénue
<b>2001-16*</b>	La productivité des industries méditerranéennes	A. Chevallier & D. Ünal-Kesenci
<b>2001-15</b>	Marmotte: A Multinational Model	L. Cadiou, S. Dees, S. Guichard, A. Kadareja, J.P. Laffargue & B. Rzepkowski
<b>2001-14</b>	The French-German Productivity Comparison Revisited: Ten Years After the German Unification	L. Nayman & D. Ünal-Kesenci
<b>2001-13*</b>	The Nature of Specialization Matters for Growth: An Empirical Investigation	I. Bensidoun, G. Gaulier & D. Ünal-Kesenci

---

<b>2001-12</b>	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Political Economy of the Nice Treaty: Rebalancing the EU Council and the Future of European Agricultural Policies, 9 <sup>th</sup> meeting, Paris, June 26 <sup>th</sup> 2001	
<b>2001-11</b>	Sector Sensitivity to Exchange Rate Fluctuations	M. Fouquin, K. Sekkat, J. Malek Mansour, N. Mulder & L. Nayman
<b>2001-10*</b>	A First Assessment of Environment-Related Trade Barriers	L. Fontagné, F. von Kirchbach & M. Mimouni
<b>2001-09</b>	International Trade and Rent Sharing in Developed and Developing Countries	L. Fontagné & D. Mirza
<b>2001-08</b>	Economie de la transition : le dossier	G. Wild
<b>2001-07</b>	Exit Options for Argentina with a Special Focus on Their Impact on External Trade	S. Chauvin
<b>2001-06</b>	Effet frontière, intégration économique et 'Forteresse Europe'	T. Mayer
<b>2001-05</b>	Forum Économique Franco-Allemand – Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, The Impact of Eastern Enlargement on EU-Labour Markets and Pensions Reforms between Economic and Political Problems, 8 <sup>th</sup> meeting, Paris, January 16 2001	
<b>2001-04</b>	Discrimination commerciale : une mesure à partir des flux bilatéraux	G. Gaulier
<b>2001-03*</b>	Heterogeneous Expectations, Currency Options and the Euro/Dollar Exchange Rate	B. Rzepkowski
<b>2001-02</b>	Defining Consumption Behavior in a Multi-Country Model	O. Allais, L. Cadiou & S. Déés
<b>2001-01</b>	Pouvoir prédictif de la volatilité implicite dans le prix des options de change	B. Rzepkowski
<b>2000-22</b>	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Trade Rules and Global Governance: A long Term Agenda and The Future of Banking in Europe, 7 <sup>th</sup> meeting, Paris, July 3-4 2000	

*L'investissement en TIC aux Etats-Unis et dans quelques pays européens*

---

<b>2000-21</b>	The Wage Curve: the Lessons of an Estimation Over a Panel of Countries	S. Guichard & J.P. Laffargue
<b>2000-20</b>	A Computational General Equilibrium Model with Vintage Capital	L. Cadiou, S. Déés & J.P. Laffargue
<b>2000-19</b>	Consumption Habit and Equity Premium in the G7 Countries	O. Allais, L. Cadiou & S. Déés
<b>2000-18</b>	Capital Stock and Productivity in French Transport: An International Comparison	B. Chane Kune & N. Mulder
<b>2000-17</b>	Programme de travail 2001	
<b>2000-16</b>	La gestion des crises de liquidité internationale : logique de faillite, prêteur en dernier ressort et conditionnalité	J. Sgard
<b>2000-15</b>	La mesure des protections commerciales nationales	A. Bouët
<b>2000-14</b>	The Convergence of Automobile Prices in the European Union: An Empirical Analysis for the Period 1993-1999	G. Gaulier & S. Haller
<b>2000-13*</b>	International Trade and Firms' Heterogeneity Under Monopolistic Competition	S. Jean
<b>2000-12</b>	Syndrome, miracle, modèle polder et autres spécificités néerlandaises : quels enseignements pour l'emploi en France ?	S. Jean
<b>2000-11</b>	FDI and the Opening Up of China's Economy	F. Lemoine
<b>2000-10</b>	Big and Small Currencies: The Regional Connection	A. Bénassy-Quéré & B. Coeuré
<b>2000-09*</b>	Structural Changes in Asia And Growth Prospects After the Crisis	J.C. Berthélemy & S. Chauvin
<b>2000-08</b>	The International Monetary Fund and the International Financial Architecture	M. Aglietta
<b>2000-07</b>	The Effect of International Trade on Labour-Demand Elasticities: Intersectoral Matters	S. Jean
<b>2000-06</b>	Foreign Direct Investment and the Prospects for Tax Co-Ordination in Europe	A. Bénassy-Quéré, L. Fontagné & A. Lahrière-Révil

---

<b>2000-05</b>	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Economic Growth in Europe Entering a New Area?/The First Year of EMU, 6 <sup>th</sup> meeting, Bonn, January 17-18, 2000	
<b>2000-04*</b>	The Expectations of Hong Kong Dollar Devaluation and their Determinants	B. Rzepkowski
<b>2000-03</b>	What Drove Relative Wages in France? Structural Decomposition Analysis in a General Equilibrium Framework, 1970-1992	S. Jean & O. Bontout
<b>2000-02</b>	Le passage des retraites de la répartition à la capitalisation obligatoire : des simulations à l'aide d'une maquette	O. Rouguet & P. Villa
<b>2000-01*</b>	Rapport d'activité 1999	
<b>1999-16</b>	Exchange Rate Strategies in the Competition for Attracting FDI	A. Bénassy-Quéré, L. Fontagné & A. Lahrière-Révil
<b>1999-15</b>	Groupe d'échanges et de réflexion sur la Caspienne. Recueil des comptes-rendus de réunion (déc. 97- oct. 98)"	D. Pianelli & G. Sokoloff
<b>1999-14</b>	The Impact of Foreign Exchange Interventions: New Evidence from FIGARCH Estimations	M. Beine, A. Bénassy-Quéré & C. Lecourt
<b>1999-13</b>	Forum Economique Franco-Allemand - Deutsch-Französisches Wirtschaftspolitisches Forum, Reduction of Working Time/Eastward Enlargement of the European Union, 5 <sup>th</sup> meeting, Paris, July 6-7 1999	
<b>1999-12*</b>	A Lender of Last Resort for Europe	M. Aglietta
<b>1999-11*</b>	La diversité des marchés du travail en Europe : Quelles conséquences pour l'Union Monétaire ; Deuxième partie : Les implications macro-économiques de la diversité des marchés du travail	L. Cadiou, S. Guichard & M. Maurel
<b>1999-10*</b>	La diversité des marchés du travail en Europe : Quelles conséquences pour l'Union Monétaire ; Première partie : La diversité des marchés du travail dans les pays de l'Union Européenne	L. Cadiou & S. Guichard
<b>1999-09</b>	The Role of External Variables in the Chinese Economy; Simulations from a macroeconomic model of China	S. Dees

*L'investissement en TIC aux Etats-Unis et dans quelques pays européens*

---

<b>1999-08</b>	Haute technologie et échelles de qualité : de fortes asymétries en Europe	L. Fontagné, M. Freudenberg & D. Ūnal-Kesenci
<b>1999-07</b>	The Role of Capital Accumultion, Adjustment and Structural Change for Economic Take-Off: Empirical Evidence from African Growth Episodes	J.C. Berthélemy & L. Söderling
<b>1999-06</b>	Enterprise Adjustment and the Role of Bank Credit in Russia: Evidence from a 420 Firm's Qualitative Survey	S. Brana, M. Maurel & J. Sgard
<b>1999-05</b>	Central and Eastern European Countries in the International Division of Labour in Europe	M. Freudenberg & F. Lemoine
<b>1999-04</b>	Forum Economique Franco-Allemand – Economic Policy Coordination – 4 <sup>th</sup> meeting, Bonn, January 11-12 1999	
<b>1999-03</b>	Models of Exchange Rate Expectations: Heterogeneous Evidence From Panel Data	A. Bénassy-Quéré, S. Larribeau & R. MacDonald
<b>1999-02</b>	Forum Economique Franco-Allemand – Labour Market & Tax Policy in the EMU	
<b>1999-01</b>	Programme de travail 1999	



**CEPII**  
**DOCUMENTS DE TRAVAIL / WORKING PAPERS**

Si vous souhaitez recevoir des Documents de travail,  
merci de remplir le coupon-réponse ci-joint et de le retourner à :

*Should you wish to receive copies of the CEPII's Working papers,  
just fill the reply card and return it to:*

Sylvie HURION – Publications  
CEPII – 9, rue Georges-Pitard – 75740 Paris – Fax : (33) 1.53.68.55.04

---

M./Mme / Mr./Mrs .....

Nom-Prénom / Name-First name.....

Titre / Title .....

Service / Department.....

Organisme / Organisation.....

Adresse / Address .....

Ville & CP / City & post code.....

Pays / Country ..... Tél. ....

Désire recevoir les **Document de travail** du CEPII n° :

*Wish to receive the **CEPII's Working Papers** No :* .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Souhaite être placé sur la liste de diffusion permanente (**pour les bibliothèques**)

*Wish to be placed on the standing mailing list (**for Libraries**).*