

---

**NOTES D'ÉTUDES**

**ET DE RECHERCHE**

---

**CROISSANCE ECONOMIQUE ET DIFFUSION**

**DES TIC : LE CAS DE LA FRANCE**

**SUR LONGUE PERIODE (1980-2000)**

Gilbert Cette, Jacques Mairesse et Yusuf Kocoglu

Decembre 2001

**NER # 87**



DIRECTION GÉNÉRALE DES ÉTUDES ET DES RELATIONS  
INTERNATIONALES  
DIRECTION DES ÉTUDES ÉCONOMIQUES ET DE LA RECHERCHE

**CROISSANCE ECONOMIQUE ET DIFFUSION**  
**DES TIC : LE CAS DE LA FRANCE**  
**SUR LONGUE PERIODE (1980-2000)**

Gilbert Cette, Jacques Mairesse et Yusuf Kocoglu

Decembre 2001

**NER # 87**

Les Notes d'Études et de Recherche reflètent les idées personnelles de leurs auteurs et n'expriment pas nécessairement la position de la Banque de France. Ce document est disponible sur le site internet de la Banque de France « [www.banque-France.fr](http://www.banque-France.fr) ».

The Working Paper Series reflect the opinions of the authors and do not necessarily express the views of the Banque de France. This document is available on the Banque de France Website "[www.banque-France.fr](http://www.banque-France.fr)".

# **Croissance économique et diffusion des TIC : le cas de la France sur longue période (1980-2000)**

Gilbert Cette\*, Jacques Mairesse\*\* et Yusuf Kocoglu\*\*\*

## **Résumé**

*La contribution des technologies de l'information et de la communication (TIC) à la croissance du PIB et de la productivité du travail serait en France de l'ordre de 0,2 à 0,3 % par an sur l'ensemble de la période 1980-2000. Elle aurait connu une forte augmentation sur la seconde moitié des années 1990, en même temps que la contribution de la productivité globale des facteurs. Cette contribution des TIC serait deux fois plus forte dans les activités de services que dans l'industrie. La productivité globale des facteurs (PGF) a été beaucoup plus importante dans les activités productrices de TIC que dans les activités utilisatrices. Nos évaluations aboutissent à des enseignements qualitativement proches de ceux concernant les Etats-Unis où la contribution des TIC paraît cependant quantitativement beaucoup plus forte.*

## **Summary**

### **The effects on GDP growth of ICT : the case of France over a long period (1980-2000)**

The contribution of information and communication technology (ICT) to GDP growth and labour productivity growth in France is estimated to lie between 0.2 % and 0.3 % per year over the entire 1980-2000 period. According to our estimates, it increased sharply in the second half of the 1990s, in sync with the rise in the contribution of total factor productivity (TFP). The contribution of ICT was twice as strong in the service sector than in industry. Total factor productivity was much higher in the ICT-producing sectors than in those using it. Our estimates show that, in qualitative terms, productivity gains in Europe are close to those in the US, where the quantitative contribution appears nevertheless much stronger.

\* : *Banque de France et Université d'Aix-Marseille II (CEDERS)*

\*\* : *INSEE - CREST*

\*\*\* : *Université d'Aix-Marseille II (CEDERS)*

*Nous remercions Alain Quinet pour ses remarques sur une version antérieure de cette étude. Ces analyses n'engagent que leurs auteurs et non les institutions qui les emploient.*

*Une version moins détaillée de l'étude a été publiée sous le même titre dans la Revue Française d'Economie, 3<sup>ème</sup> trimestre 2001.*

## **I. - Introduction**

La croissance tant du produit intérieur brut (PIB) connaît un fort ralentissement aux Etats-Unis et en Europe depuis la fin de l'année 2000, ce ralentissement suivant une phase d'accumulation forte des entreprises en technologies de l'information et de la communication (TIC). Il peut alors, au premier regard, paraître paradoxal de continuer à porter une attention particulière à la question des relations entre les investissements en TIC et la croissance du PIB et de la productivité. Le paradoxe, pourtant, n'est qu'apparent. En effet, il apparaît clairement que l'une des origines de ce retournement (sinon la principale pour les Etats-Unis) vient d'un brutal ralentissement de la demande des entreprises, tout particulièrement en produits TIC, et non, du côté de l'offre, d'un épuisement des gains de productivité. Ce ralentissement de la demande des entreprises en produits TIC fait suite à une période d'accélération continue de cette même demande, amplifiée encore sur la seconde moitié des années 1990, peut-être en partie du fait des craintes associées au « bug » informatique de l'an 2000. Mais ces évolutions récentes ne doivent pas faire oublier qu'aux Etats-Unis, la diffusion de plus en plus importante des TIC a été observée simultanément à l'accélération de la productivité sur la période antérieure. Des travaux nombreux et récents ont analysé, sur la base des données de comptabilité nationale et des hypothèses habituelles d'imputation de la méthode dite de "comptabilité de la croissance", la question de la contribution des TIC à la croissance du PIB et de la productivité du travail<sup>1</sup>. Ils concluent tous, avec des nuances diverses, à des effets favorables des dépenses des entreprises en TIC sur la productivité du travail. Ces effets résultent directement de la diffusion des TIC par substitution du capital TIC aux autres formes de capital et au travail de diverses qualifications (*capital deepening*), notamment dans les secteurs utilisateurs des TIC, mais peuvent également se manifester par des gains de productivité globale des facteurs (PGF), notamment dans les secteurs industriels ou de services producteurs des TIC.

Pour autant, les évolutions récentes suggèrent, au moins pour les Etats-Unis, la possibilité d'une "suraccumulation" des entreprises en produits TIC sur la seconde moitié des années 1990. Les investissements en TIC réalisés sur cette période pourraient ne pas avoir des effets aussi favorables que ceux que leur attribuent les analyses « standard » de comptabilité de la croissance<sup>2</sup>. Bien entendu, ici comme pour de nombreux autres phénomènes économiques, seul un certain recul (et une amélioration de l'information statistique) pourra dans quelques années permettre le test d'une telle hypothèse. Il convient néanmoins de souligner que, compte tenu de la durée de vie très courte des produits TIC, les effets d'une probable suraccumulation devraient être que très transitoires, et qu'il est possible d'en faire abstraction sans dommage dans des analyses de moyenne et longue périodes.

Dans la continuité des travaux de comptabilité de la croissance, la présente étude vise à fournir un ensemble d'éléments d'évaluation des effets de la diffusion des TIC comme facteur de production sur la croissance de PIB et la croissance de la productivité du travail en France sur les années 1980 et 1990. Comme dans la plus grande part des autres évaluations évoquées plus haut, les TIC regroupent ici les matériels informatiques, les logiciels et les matériels de communication. Ils correspondent donc à la fois à des technologies « anciennes » ayant connu des gains de performance continu et rapides, comme par exemple les matériels informatiques, et des moyens de communication et d'accès et traitement de la connaissance nouveaux comme l'Internet. Ecartant par hypothèse la possibilité d'une

---

<sup>1</sup> Voir par exemple, parmi les plus récentes, sur l'économie américaine : Gordon (2000-a et -b), Oliner et Sichel (2000), Jorgenson et Stiroh (2000) et Jorgenson (2001) ; sur le Royaume-Uni Oulton (2001), sur la France : Cette, Mairesse et Kocoglu (2000 et 2001-b) et Mairesse, Cette et Kocoglu (2000) et pour une première comparaison internationale : Schreyer (2000) et Colecchia et Schreyer (2001).

<sup>2</sup> Signalons cependant que la prise en compte (si elle était possible) de ce phénomène de suraccumulation n'affecterait pas l'évaluation de la croissance du PIB, ni par conséquent de la productivité du travail. Elle pourrait modifier (à la baisse) l'évaluation de la croissance des services du capital en TIC, du fait en notamment de déclassements anticipés des investissements en TIC ou d'une moindre productivité marginale de ces investissements, et en conséquence des effets de *capital deepening* en TIC sur la productivité du travail. Cette modification se reporterait alors comptablement (à la hausse) sur le facteur résiduel, autrement dit sur les gains de productivité globale des facteurs; mais il serait bien sûr incorrect d'attribuer ces gains aux TIC !

suraccumulation récente des investissements en TIC, nos évaluations relatives à la seconde moitié des années 1990, par comparaison à celles relatives aux périodes antérieures, n'échappent pas à une possible surestimation<sup>3</sup>. Nous commencerons par rappeler les grandes lignes de la comptabilité de la croissance et les difficultés que son application aux TIC soulèvent tout particulièrement (II), avant de fournir et commenter nos évaluations (III) et de les comparer avec celles existantes pour d'autres économies développées (IV).

## **II. – Investissements en TIC et croissance économique : quelles relations ?**

L'influence des dépenses d'investissement en TIC sur la croissance peut, en terme d'offre productive<sup>4</sup>, se manifester dans les évaluations de comptabilité de la croissance par deux types d'effets :

- Les effets de substitution (*capital deepening*) associés à l'accumulation du capital en TIC. Celle-ci résulte elle-même surtout de l'amélioration continue et très rapide des performances productives des investissements en TIC dont rend compte la baisse de leur prix relatif par rapport aux autres biens d'investissement. Les indices de prix des matériels informatiques (et plus encore ceux des microprocesseurs) prenant en compte cette amélioration, via le recours à des méthodes hédoniques notamment aux Etats-Unis, connaissent ainsi depuis plus de trois décennies une baisse annuelle moyenne de l'ordre de 20 % (40 %) ;
- Les gains de PGF liés notamment aux progrès réalisés dans les secteurs producteurs des TIC, ces progrès traduisant eux-mêmes l'amélioration très rapide de leurs performances.

Le partage entre le rôle attribué à ces deux types d'effets dans la décomposition comptable de la croissance dépend crucialement des choix de méthode adoptés pour réaliser le partage volume-prix des séries d'investissement en valeur. Un tel constat est rappelé dans de nombreuses analyses<sup>5</sup>. Il amène à relativiser la signification économique d'éventuelles inflexions du rythme estimé de la PGF. Deux cas polaires sont envisageables :

- Si le partage volume-prix répond complètement à une logique aux « coûts des facteurs », alors l'amélioration des performances productives des TIC n'affecte pas la croissance de leur prix. Les gains de croissance induits par la diffusion des TIC se traduiront alors entièrement par des gains de PGF ;
- Si le partage volume-prix répond complètement à une logique « services producteurs », les gains de performances des TIC se traduiront par une baisse de leur prix : d'une année sur l'autre, une même dépense en valeur aura un contenu en volume croissant. Dans ce cas, les gains en termes de PGF seront nuls et la croissance sera parfaitement expliquée par l'évolution du volume des facteurs, prenant en compte l'amélioration de leur qualité<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup> Ces évaluations viennent compléter celles déjà présentées en détail dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000), en présentant des résultats relatifs à la PGF (et non seulement aux effets directs de diffusion des TIC) ainsi que par grands secteurs.

<sup>4</sup> On n'évoque pas ici l'influence que la demande en biens et services TIC peut avoir sur la croissance et qui est, comme rappelé en introduction, l'une des causes du ralentissement de l'économie américaine depuis la fin de l'année 2000.

<sup>5</sup> Voir notamment Cette, Mairesse et Kocoglu (2000).

<sup>6</sup> Dans cet esprit, Gordon (2000-b) rappelle que : « Indeed, the faster the assumed decline in prices for software and communication equipment, the slower is TFP growth in the aggregate economy... », ou encore Jorgenson et Stiroh (2000) soulignent que : « ... the rapid accumulation of computers leads to input growth of computing power in computer using industries. Since labor is working with more and better computer equipment, this investment increases labor productivity. If the contributions to output are captured by the effect of capital deepening, aggregate TFP growth is unaffected ».

Les approches actuellement retenues par les comptables nationaux pour opérer le partage volume-prix des dépenses d'investissement relèvent des deux logiques : via la mobilisation de méthodes hédoniques et par appariements, elles se rapprochent d'une logique aux « services producteurs » pour les matériels informatiques tant en France qu'aux Etats-Unis, et pour les logiciels *prepackaged* et les centraux téléphoniques aux seuls Etats-Unis, et d'une approche « aux coûts des facteurs » pour les autres biens d'investissement dans les deux pays<sup>7</sup>. Pour autant, des changements méthodologiques sont à attendre dans les années prochaines, pour prendre en compte de façon plus généralisée les effets qualités sur les autres biens et services TIC. Il en va de même pour d'autres biens et services en TIC dont l'importance est croissante, comme par exemple la téléphonie mobile (Cf. Lequiller (2000)).

Pour autant, l'impact de tels changements méthodologiques est plus complexe qu'il n'y paraît (Cf. Lequiller (2000)). Prenons l'exemple d'une modification du partage volume-prix, favorable au volume, des services informatiques. Si ces services informatiques sont considérés comme des consommations intermédiaires des entreprises, ce changement comptable n'affectera pas la mesure du PIB en valeur ou en volume. Il n'affectera la mesure de la croissance et du PIB que via les utilisations finales qu'en font les ménages (consommation) et l'extérieur (les exportations). Si ces services informatiques sont considérés comme des investissements des entreprises (par exemple en logiciels), alors le changement comptable affectera la mesure du PIB en valeur et en volume<sup>8</sup>. Par ailleurs, un partage volume-prix plus favorable au volume pour certains biens et services en TIC pourra élever le volume du PIB via les utilisations finales que font de la production intérieure les agents résidents (ménages, entreprises et Administrations Publiques) mais abaissera le volume du PIB via les utilisations intermédiaires que font des importations les mêmes agents résidents (sur cet aspect, voir également Lequiller (2000))<sup>9</sup>.

Les effets de la diffusion des TIC sur la productivité de chacun des deux facteurs de production (travail et capital) sont contrastés<sup>10</sup>. La productivité du travail est améliorée à la fois par la substitution capital-travail consécutive à la baisse du prix relatif du facteur de production TIC et à l'augmentation de la PGF. L'évolution de la productivité du capital est plus incertaine : elle est logiquement détériorée par la substitution capital-travail mais améliorée par l'augmentation de la PGF.

Une incertitude forte apparaît dans la littérature économique concernant l'allocation sectorielle des gains de PGF associés à la diffusion des TIC et la diffusion de ces gains des secteurs producteurs aux secteurs utilisateurs. Cette localisation des gains de PGF dépend essentiellement des conventions de partage volume-prix retenues pour ces mêmes TIC. Dans une représentation très simplifiée où l'économie se compose de deux secteurs productifs, le premier producteur de TIC et le second producteur de biens de consommation (le second utilisant comme biens d'investissement la production du premier), plus le partage volume-prix de la production du premier secteur est favorable au volume et défavorable au prix (par exemple du fait de l'utilisation de méthodes hédoniques), plus les gains de PGF de l'économie sont comptablement imputés au premier secteur. Cette difficulté, bien montrée par Brynjolfsson et Hitt (2000)<sup>11</sup>, incite à une certaine prudence dans la discussion de l'allocation de gains

<sup>7</sup> Pour une présentation plus détaillée des méthodes utilisées, Cf. Jorgenson (2001) pour les Etats-Unis et Cette, Mairesse et Kocoglu (2000) pour une comparaison des deux pays.

<sup>8</sup> Comme le remarque Lequiller (2000), il affecte cependant moins la mesure du PIN (Produit Intérieur Net), cette mesure n'étant pas sensible aux conventions comptables de partage volume-prix des TIC pour la part de ces dernières affectées en consommation de capital fixe.

<sup>9</sup> Signalons également que la part des TIC dans la production et dans les dépenses des agents a considérablement augmenté sur les dernières décennies (Cf. Mairesse, Cette et Kocoglu (2000)). En conséquence, à méthodologie de partage volume-prix stabilisée pour chaque type de biens, la « structure » des méthodologies adoptées se déforme en faveur de celles (hédoniques par exemple) cherchant à prendre plus finement en compte les effets qualité. Ce changement de la « méthodologie moyenne » du partage volume-prix aboutit à une dérive, favorable au volume et défavorable au prix, dont l'ampleur est incertaine.

<sup>10</sup> Cet aspect est développé dans Cette, Mairesse et Kocoglu (2001-a).

<sup>11</sup> Ces auteurs concluent ainsi : « Since it is difficult to compute accurate deflators for complex, rapidly changing intermediate goods like computers, one must be careful in interpreting the allocation of productivity

de PGF aux secteurs producteurs ou utilisateurs de TIC. Cela relativise les analyses (par exemple Gordon (2000-a et 2000-b), Jorgenson (2001)) menées sur des données américaines, où le partage volume-prix des matériels informatiques repose beaucoup sur la mobilisation de méthodes hédoniques, montrant que les gains de PGF liés à la diffusion des TIC sont principalement situés dans les secteurs producteurs<sup>12</sup>. Pour autant, si la prise en compte des performances productives de TIC était réalisée de façon tout à fait satisfaisante, l'utilisation des TIC ne pourrait amener en elle-même des gains de PGF<sup>13</sup>.

Une autre incertitude ressort de nombreuses études réalisées sur données individuelles concernant les conditions de réalisation des gains de productivité via la diffusion des TIC<sup>14</sup>. Greenan et Mairesse (2000), par exemple, montrent que la diffusion des matériels informatiques n'aurait des effets favorables que dans une relation de complémentarité avec une qualification plus élevée de la main-d'œuvre. D'autres travaux montrent que la mise en œuvre des TIC s'accompagne souvent de réorganisations importantes dans les entreprises et que ces réorganisations contribuent fortement (voire sont indispensables) aux gains de productivité associés à la diffusion des TIC<sup>15</sup>. En d'autres termes, la diffusion des TIC n'aboutit pas nécessairement à des gains d'efficacité productive : l'existence et l'ampleur de ces gains dépendent fortement d'autres aspects qui ressortent aussi de la gestion des ressources humaines.

Il faut également souligner que, dans le domaine de la « nouvelle économie » (NE) et des TIC, certaines incertitudes comptables viennent rendre plus difficile l'évaluation du PIB et de sa croissance. Ainsi, une récente comparaison comptable entre la France, les Etats-Unis et d'autres pays européens proposée par Lequiller (2000) montre que le partage entre utilisations finales et utilisations intermédiaires de certains éléments des TIC ne serait pas identique aux Etats-Unis et dans les pays européens. La part des utilisations intermédiaires serait plus importante dans les pays européens qu'aux Etats-Unis (tout particulièrement pour les logiciels) ce qui aurait un impact relatif significatif sur l'évaluation du PIB et de sa croissance favorable aux Etats-Unis.

Dans l'évaluation qui suit de l'impact de la diffusion des TIC sur la croissance, les incertitudes qui viennent d'être évoquées sont pour une bonne part ignorées. Il est supposé, de façon habituelle, que les techniques de production adoptées par les entreprises résultent d'une optimisation parfaite tenant compte des prix relatifs des facteurs, et que l'utilisation de ces techniques est rationnelle. Entre autres aspects, des phénomènes de suraccumulation transitoire sont exclus par hypothèse (Cf. l'introduction de cette étude).

---

across producers and users », et de façon plus détaillée : « ... the allocation of productivity depends on the quality –adjusted transfer prices used. If a high deflator is applied, the upstream sectors get credited with more output and productivity in the national accounts, but the downstream firms get charged with using more inputs and thus have less productivity. Conversely, a low deflator allocates more of the gains to the downstream sector. In both cases, the increases in the total productivity of the economy are, by definition, identical. [...] one must be careful in interpreting the allocation of productivity across producers and users ».

<sup>12</sup> Par exemple, Gordon (2000-b) indique que : « Nothing is left for a structural acceleration in MPF outside of the computer producing sector ». Hors secteurs producteurs de biens durables (dont les TIC), Gordon aboutit même à une baisse de la croissance de la PGF depuis la fin 1995 d'environ 0,3 % par an (Gordon (2000-b, p. 55-56).

<sup>13</sup> Des gains de PGF peuvent néanmoins provenir de phénomènes non pris en compte dans les hypothèses de comptabilité de la croissance. Stiroh (2001) souligne ainsi : « Note that the neoclassical framework predicts no TFP growth use since all output contributions are due to capital accumulation. Computers increase measured TFP only if there are non traditional effects like increasing returns, production spillovers, or network externalities, or if input are measured incorrectly ».

<sup>14</sup> Pour une recension de nombreux travaux de ce type, Cf. Brynjolfsson et Hitt (2000)

<sup>15</sup> Cf. par exemple pour une recension de ces travaux, Askénazy et Gianella (2000)

### Encadré : Décomposition comptable de la croissance et de la productivité : méthodologie

La méthodologie comptable ici retenue pour décomposer la croissance de l'output (ici la valeur ajoutée) et de la productivité du travail est standard. Dans cette approche, la contribution à la croissance d'un facteur de production s'exprime comme le produit du taux de croissance du volume de ce facteur par la part de sa rémunération dans la valeur ajoutée. Cette évaluation repose sur les hypothèses d'une représentation satisfaisante de la combinaison productive par une fonction de production de type Cobb-Douglas à rendements d'échelle unitaires, de concurrence parfaite sur le marché des facteurs ainsi que sur le marché des produits, et de technique de production toujours optimale permettant d'égaliser les rapports de productivité marginale de tout couple de facteurs de production avec le rapport de leur coût marginal. La part de rémunération d'un facteur dans la valeur ajoutée est alors calculée de façon standard comme le produit du coût d'usage de ce facteur par le ratio entre la valeur de ce facteur et la valeur l'output.

#### Le principe de la décomposition

Ces calculs sont basés sur l'hypothèse d'une relation de Cobb-Douglas, dont la notation en logarithme et en différence première de logarithme est la suivante :

$$y = pgf + \sum_j \alpha_j \cdot k_j + \alpha_l l \quad \text{et} \quad \Delta y = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j \cdot \Delta k_j + \alpha_l \Delta l \quad (1)$$

où  $\Delta$  indique une différence première,  $y$ ,  $k_j$  et  $l$  correspondent au logarithme du volume de l'output, du capital de type  $j$  et du travail,  $\alpha_i$  à l'élasticité de l'output par rapport au facteur de production  $i$ , avec la contrainte de rendements unitaires ( $\sum_j \alpha_j + \alpha_l = 1$ ), et  $pgf$  au logarithme de la productivité globale des facteurs (PGF) calculé par solde. La relation (1) est celle mobilisée pour la construction du Tableau 1.

La relation (1) s'écrit également :

$$(y - l) = pgf + \sum_j \alpha_j \cdot (k_j - l) \quad \text{et} \quad \Delta(y - l) = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j \Delta(k_j - l) \quad (2)$$

où  $(y - l)$  correspond au logarithme à la productivité du travail et  $\Delta(y - l)$  au taux de croissance de la productivité du travail. Cette relation (2) permet la décomposition de l'évolution de la productivité du travail proposée dans le Tableau 2. Le taux de croissance de la productivité du travail se décompose donc en deux effets : effets liés aux gains de PGF et ceux liés au *capital deepening* (second terme à droite de la relation (2)).

Dans cette décomposition et pour le calcul de par solde de la contribution de la PGF, six facteurs de production sont distingués : le volume du travail correspondant ici au nombre d'heures travaillées, les matériels informatiques, les logiciels, les matériels de communication (ces trois produits correspondants aux TIC), les équipements autres que les TIC et les bâtiments et infrastructures.

#### La détermination des élasticités ( $\alpha_j$ ) de l'output par rapport à chaque facteur

Pour chaque facteur  $j$ , cette élasticité est traditionnellement la part de la rémunération de ce facteur dans la valeur ajoutée (en valeur) :

- Concernant le facteur travail, cette part est à la part du coût salarial dans la valeur ajoutée. Le facteur travail ( $L$ ) correspond ici au nombre d'heures travaillées, soit le produit des effectifs moyens ( $N$ ) par la durée moyenne du travail ( $DT$ ). Il est supposé une parfaite substituabilité des effectifs et de la durée du travail, et une même élasticité de l'output par rapport aux effectifs moyens et à la durée du travail ;
- Concernant chacune des composantes  $K_j$  de capital, la rémunération de ce capital est le produit du volume de ce capital par le coût d'usage de ce même capital. Le coût d'usage de ce capital est le produit du prix de l'investissement correspondant par la somme du taux d'intérêt réel et du taux de déclassement. On a donc :  $\alpha_j = (c_j \cdot K_j) / (p \cdot Y)$ , où  $c_j$  correspond au coût d'usage du capital en produit  $j$ ,  $K_j$  au volume du capital en produit  $j$ ,  $p$  au prix de la valeur ajoutée et  $Y$  au volume de cette même valeur ajoutée. Le calcul du coût d'usage  $c_j$  du capital en produit  $j$  obéit à la relation habituelle :  $c_j = p_j \cdot (\delta_j + i - (\Delta p_j / p_j))$ , où  $p_j$  correspond au prix de l'investissement en produit  $j$ ,  $\delta_j$  au taux de déclassement du capital en produit  $j$  et  $i$  au taux d'intérêt nominal à long terme ;

- La contrainte de rendements d'échelle unitaires est assurée, au niveau de l'ensemble de l'économie, en ajustant le taux d'intérêt  $i$ . Le taux d'intérêt ainsi calculé est repris pour chaque secteur, la contrainte de rendements unitaires étant, à ce niveau plus détaillé, assurée en modifiant en conséquence par un même coefficient la part des salaires et celle de la rémunération de chaque produit de capital dans la valeur ajoutée. Les élasticités ainsi calculées sont assez stables sur les deux dernières décennies.

### **L'évaluation des volumes des facteurs ( $k_j$ et $l$ )**

Les séries concernant le volume et le prix de la valeur ajoutée, les effectifs moyens, le volume et le prix des séries d'investissement en équipements hors TIC et en bâtiments et infrastructures sont directement issues des comptes nationaux (base 1995). Les séries concernant la durée du travail sont reprises des comptes nationaux jusqu'en 1998 et des données publiées par la DARES en 1999 et 2000. Pour les produits TIC, les séries d'investissement en valeur sont issues des comptes nationaux depuis 1978 et, pour la période antérieure où de telles données ne sont pas disponibles, ont été rétropolées comme décrit dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000-Annexe 2). Concernant les prix des investissements en TIC, les indices de la comptabilité nationale base 1995 ont été repris pour les matériels de communication, les indices américains corrigés d'un effet change étant repris pour les matériels informatiques et les logiciels (Cf. Mairesse, Cette et Kocoglu (2000-Annexe2).

Les séries de capital sont calculées en additionnant les générations d'investissement modulo un taux de déclassement annuel égal à 30 % pour les matériels informatiques et les logiciels, 20 % pour les matériels de transport, 15 % pour les matériels de communication et les matériels hors TIC et hors matériels de transport, 5 % pour les bâtiments et 2,5 % pour les infrastructures.

### **La décomposition sectorielle**

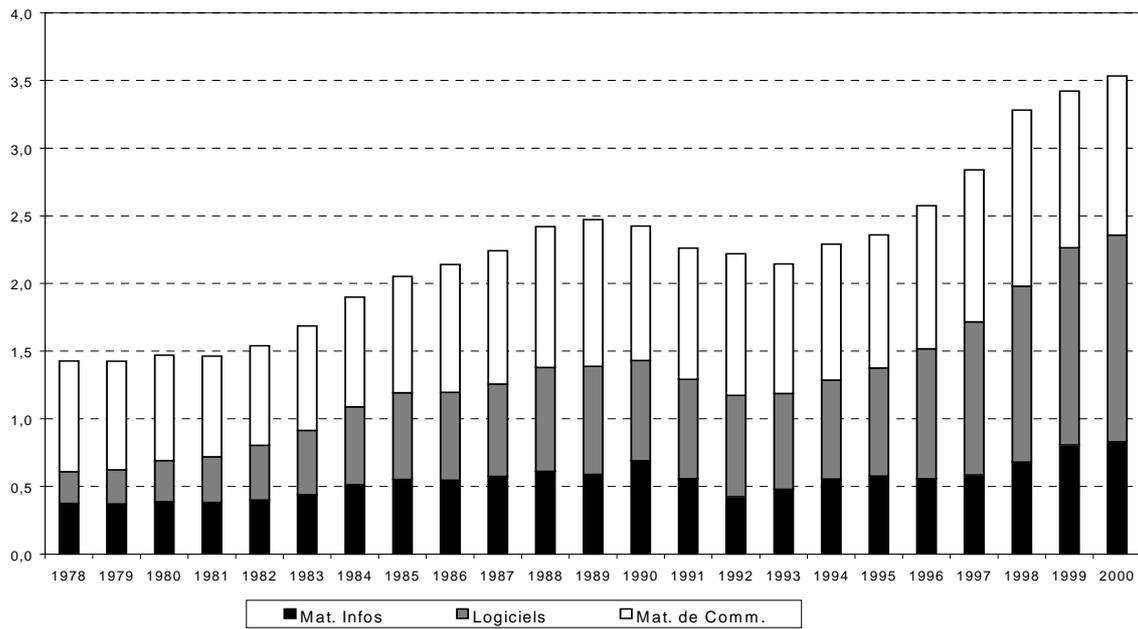
La distinction entre les branches productrices de TIC et les autres devrait être effectuée au niveau 100 de la nomenclature d'activité française (NAF). Ces données ne sont disponibles que sur les années récentes. Par conséquent, la distinction a été réalisée au niveau 40 de la NAF. Les activités TIC correspondent donc ici à un champ plus large que les activités productrices des trois produits TIC (matériels informatiques, logiciels et matériels de communication). Plus précisément,

- Les activités de l'industrie TIC correspondent aux Industries des Equipements Electriques et Electroniques (FE3 dans la NAF) et Industries des Composants Electriques et Electroniques (FF6 dans la NAF). Cette sélection surestime, en moyenne sur les cinq dernières années, d'un tiers la VAB des « véritables » industries TIC ;
- Les activités de Services TIC comprennent les activités de Postes et Télécommunications et ceux de Conseils et Assistance (FN1 et FN2 dans la NAF). Les activités de conseils informatiques (logiciels) sont regroupées avec les activités de services et de conseils aux entreprises sous le code FN2. En moyenne sur les cinq dernières années, la VAB des activités de conseils informatiques représente un quart de la VAB des activités regroupées sous le code FN2. Les activités de services de télécommunication sont associées, sous le code FN1 de la NAF, aux activités de poste et de courrier. Les données ne nous permettent pas d'évaluer l'importance relative des activités TIC dans cet ensemble.

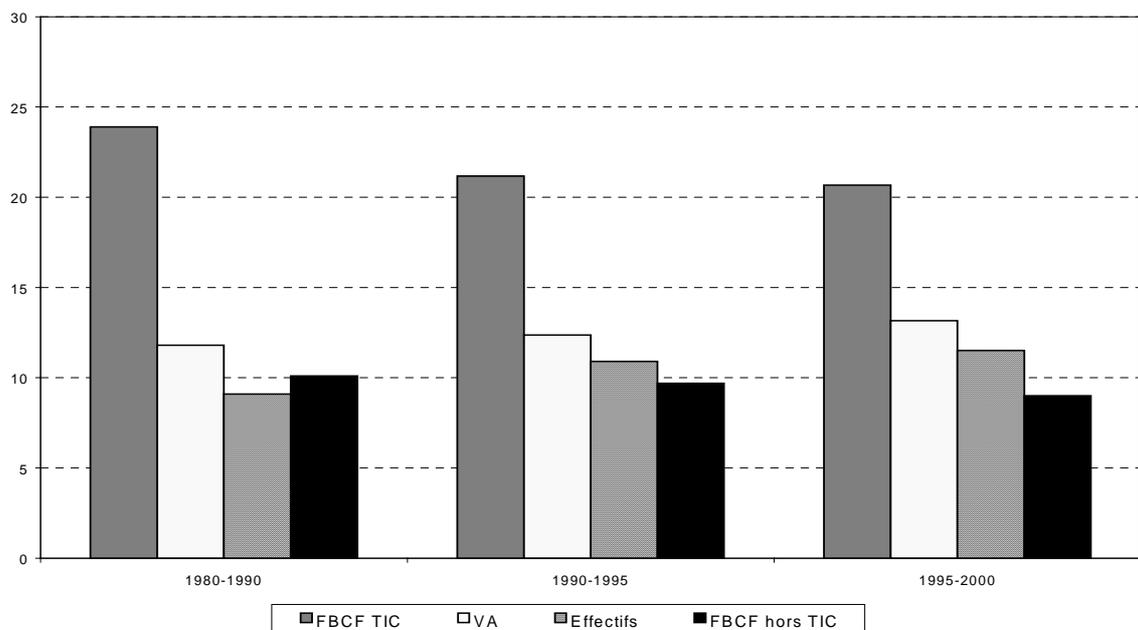
La décomposition en grands secteurs (industrie, services et autres) est la suivante :

- L'industrie correspond aux industries manufacturières (biens de consommation, automobiles, biens intermédiaires et biens d'équipement) et elle représente environ 21 % de la valeur ajoutée marchande en moyenne sur la période 1995-2000. Au sein de ces activités, les industries TIC et hors TIC représentent respectivement environ 3 % et 18 % de la valeur ajoutée marchande ;
- Les services correspondent à l'ensemble des services marchands (transports, activités financières et immobilières, services marchands aux entreprises et aux particuliers) et représentent environ 60 % de la valeur ajoutée marchande, dont 10 % et 50 % pour les activités respectivement TIC et hors TIC ;
- Les autres branches marchandes regroupent les autres activités du secteur marchand (agriculture, industries agricoles et alimentaires, énergie et le bâtiment) et représentent environ 19 % de la valeur ajoutée marchande.

Graphique 1 : Parts (en %) des investissements TIC dans la Valeur ajoutée - en valeur



Graphique 2 : Parts (en %) des branches TIC dans la FBCF TIC\*, la FBCF hors TIC\*, la VA\* et les effectifs, en pourcentage (\* : en valeur)



### **III. – Une décomposition comptable de la croissance de l'économie française**

Les évaluations de la contribution de chaque facteur de production à la croissance observée de la valeur ajoutée ont été réalisées avec la méthodologie présentée dans l'Encadré. Les évaluations sont d'abord réalisées sur l'ensemble de l'économie marchande, puis au niveau sectoriel.

#### **III.1 – Evaluations réalisées sur l'ensemble de l'économie marchande**

Les résultats de la décomposition, réalisée au niveau global de l'ensemble de l'économie marchande, de la croissance de la valeur ajoutée et de la productivité du travail observée en France sur la période 1980-2000, sont résumés dans les Tableaux 1 et les Graphiques 3 ci dessous. Une partie de ces résultats a déjà été commentée dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000). Aussi, la présentation qui en est faite est assez rapide. En résumant à l'extrême leurs enseignements, ces deux tableaux amènent les constats suivants :

- La contribution des TIC à la croissance de l'output et de la productivité par tête, directement liée aux effets de *capital deepening*, bien qu'en accélération sur les années récentes, demeure d'un ordre de grandeur limité (0,3 % à 0,35 % par an depuis 1995). Cependant, sur les années récentes, cette contribution se serait fortement élevée par rapport à celle des autres équipements. Ainsi, la contribution des TIC à la croissance était inférieure à la moitié de celle des autres équipements sur la décennie 1980, et même sur la première moitié de la décennie 1990 ; elle devient presque équivalente (0,35 % contre 0,40 %) sur la seconde moitié des années 1990 ;
- Cette contribution des TIC s'est fortement accélérée sur les dernières années : elle a presque doublé de la première à la seconde moitié de la décennie 1990. Dans le même temps, la contribution des autres équipements et des bâtiments s'est considérablement ralentie. On peut voir là deux effets : d'une part un effet de *capital deepening*, le prix relatif des produits TIC continuant de s'abaisser fortement par rapport aux autres équipements, mais aussi sans doute l'effet d'une certaine suraccumulation en capital TIC peut-être en partie nourrie par les craintes associées au « bug de l'an 2000 » (Cf. introduction) ;
- La contribution de la productivité globale des facteurs à la croissance de l'output et de la productivité du travail connaît un profil en phase avec la conjoncture économique, ce qui suggère un effet des degrés d'utilisation des facteurs qui sera confirmé plus loin. Elle se serait fortement accélérée depuis 1995, de façon presque équivalente pour celle venant des branches TIC et des branches hors TIC. Sur l'ensemble de la période, on constate que les fluctuations de la contribution de la PGF sont particulièrement fortes pour celles venant des branches hors TIC et plus modérées pour celle venant des branches TIC.

Comme indiqué plus haut, de très nombreuses incertitudes caractérisent la mesure du volume des dépenses d'investissement des entreprises en TIC. L'impact sur les évaluations de deux types d'incertitudes peut être illustré au moyen de variantes. La nature de ces variantes ayant déjà fait l'objet d'une présentation détaillée dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000), elle est ici rappelée succinctement, les résultats de ces évaluations correspondantes étant fournis dans le Tableau 2.

La première incertitude concerne le partage entre volume et prix des dépenses d'investissements en valeur des entreprises (Cf. supra). On peut encadrer les effets de cette incertitudes par deux variantes sans doute extrêmes :

Tableau 1-A **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute.**  
En %. Champ : Economie marchande française

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	1,88	2,42	1,35	0,50	2,20
Total TIC, dont	0,25	0,24	0,27	0,17	0,36
Matériels informatiques	0,11	0,11	0,11	0,08	0,15
Logiciels	0,08	0,07	0,08	0,05	0,12
Matériels de communication	0,06	0,05	0,07	0,05	0,09
Autres équipements	0,56	0,63	0,49	0,57	0,40
Bâtiments et infrastructures	0,36	0,43	0,29	0,44	0,14
Travail, dont	-0,47	-0,60	-0,34	-0,83	0,15
Effectifs	-0,11	-0,20	-0,02	-0,69	0,67
Durée du travail	-0,36	-0,40	-0,32	-0,14	-0,50
Productivité globale des facteurs	1,19	1,74	0,64	0,15	1,13

Source : évaluations des auteurs.

Tableau 1-B **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité par tête.**  
En %. Champ : Economie marchande française

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	1,88	2,42	1,35	0,50	2,20
Emploi	-0,14	-0,26	-0,01	-1,13	1,11
Productivité par tête	2,02	2,69	1,36	1,63	1,09
Total TIC, dont	0,25	0,24	0,26	0,20	0,33
Matériels informatiques	0,11	0,11	0,11	0,08	0,15
Logiciels	0,08	0,07	0,08	0,05	0,11
Matériels de communication	0,06	0,05	0,07	0,06	0,08
Autres équipements	0,57	0,66	0,49	0,77	0,21
Bâtiments et infrastructures	0,37	0,45	0,29	0,66	-0,08
Durée du travail	-0,36	-0,40	-0,32	-0,14	-0,54
PGF, dont	1,19	1,74	0,64	0,15	1,13
Branches TIC	0,35	0,31	0,39	0,14	0,65
Branches hors TIC	0,66	1,21	0,11	-0,17	0,39
Effets de structure	0,18	0,22	0,14	0,18	0,09

Source : évaluations des auteurs.

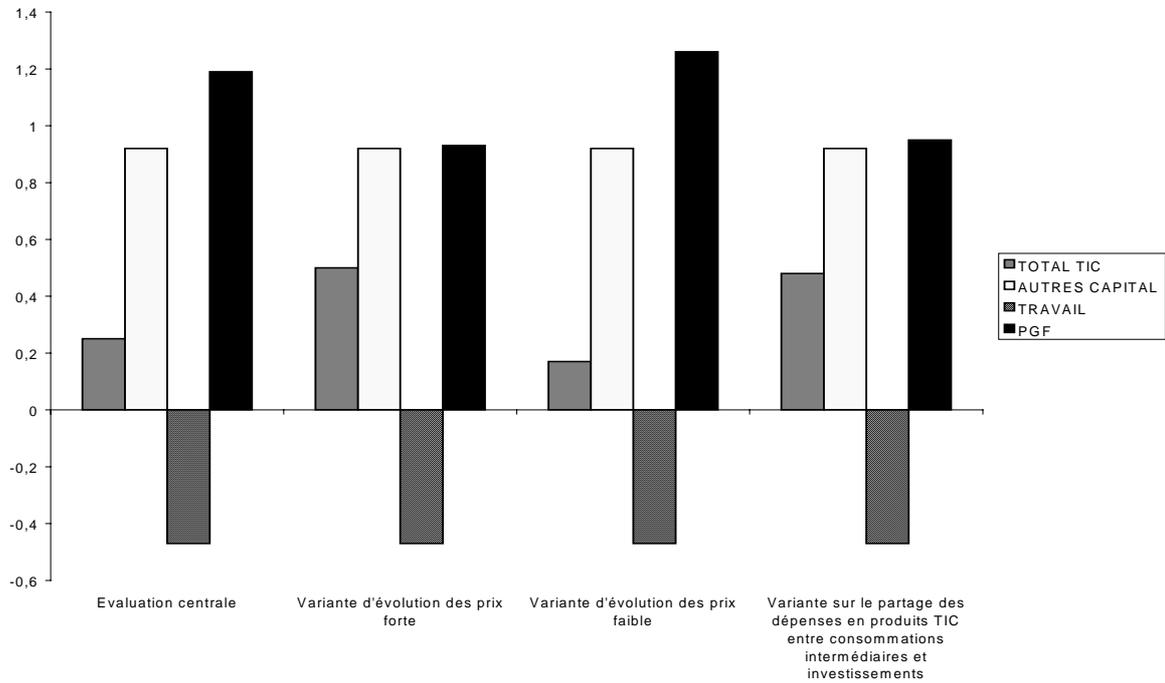
Tableau 2 **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute.**  
**Variantes de mesure des prix des TIC et de partage des dépenses en produits TIC**  
**entre consommations intermédiaires et investissements**  
En %. Champ : Economie marchande française

	Variante d'évolution de prix forte		Variante d'évolution de prix faible		Variante sur le partage entre consommation intermédiaire et investissement	
	1980-2000	1995-2000	1980-2000	1995-2000	1980-2000	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	1,88	2,20	1,88	2,20	1,88	2,20
Total TIC, dont	0,50	0,71	0,17	0,31	0,48	0,68
Matériels informatiques	0,11	0,15	0,04	0,06	0,23	0,31
Logiciels	0,18	0,31	0,08	0,16	0,19	0,28
Matériels de communication	0,20	0,25	0,06	0,09	0,06	0,09
Autres capital	0,92	0,54	0,92	0,54	0,92	0,54
Travail	-0,47	0,15	-0,47	0,15	-0,47	0,15
Productivité globale des facteurs	0,93	0,80	1,26	1,20	0,95	0,83

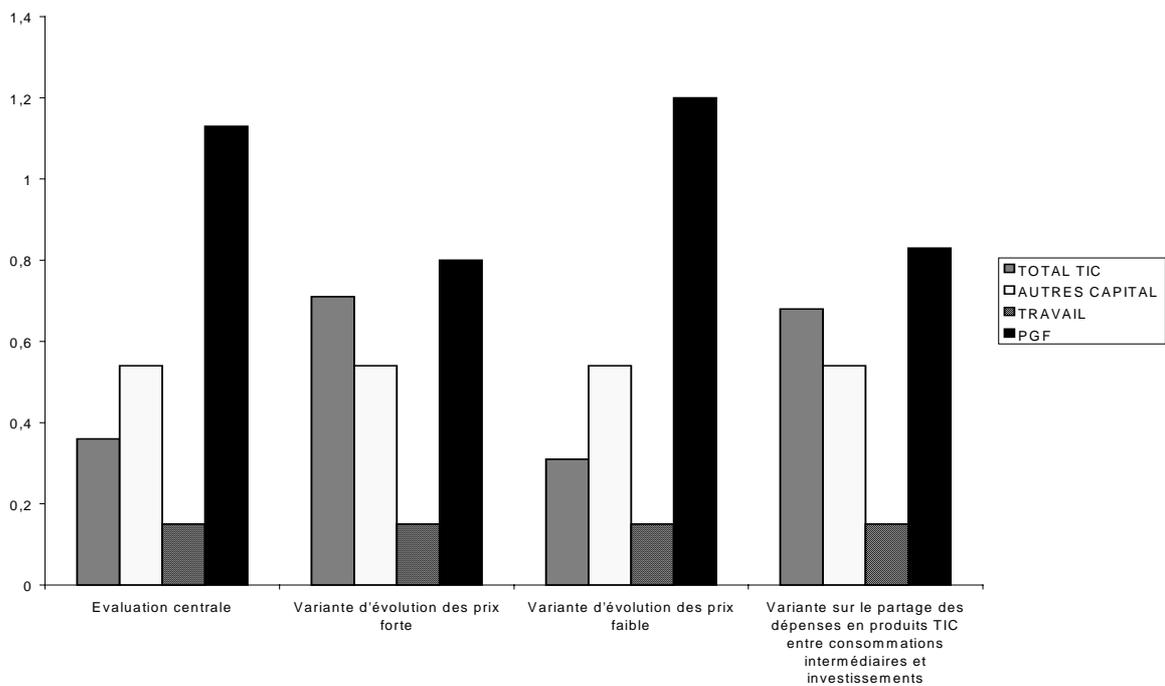
Source : évaluations des auteurs.

**Graphique 3 : Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute (en %)**

**A – Période 1980 - 2000**



**B – Période 1995 - 2000**



- Dans la première (dite « variante d'évolution de prix forte »), il est supposé que l'évolution des prix des logiciels et des matériels de communication est identique à celle des matériels informatiques. Cette variante fait donc l'hypothèse très forte que les performances productives des logiciels et des matériels de communication s'améliorent chaque année aussi rapidement que celles des matériels informatiques. Ainsi, sur l'ensemble de la période 1980-2000 (et sur la seconde moitié des années 1990) elle aboutit à une évolution annuelle moyenne des prix de -14,2 % (-18,8 %) pour les trois produits TIC, au lieu de 1,2 % (2,8 %) pour les logiciels et 1,0 % (-4,1 %) pour les matériels de communication dans l'évaluation centrale. Cette orientation nettement plus à la baisse des prix des logiciels et des matériels de communication aboutit logiquement à une évolution des volumes de capital en ces produits plus dynamique, et donc à une contribution à la croissance plus forte. La contribution des TIC à la croissance est ainsi doublée par rapport à l'évaluation centrale : elle passe d'un rythme annuel de 0,25 % à un rythme de 0,50 % sur l'ensemble de la période 1980-2000, et d'un rythme de 0,36 % à un rythme de 0,71 % sur la seconde moitié de la décennie 1990. La contribution de la PGF à la croissance est en contrepartie abaissée d'autant ;
- Dans la seconde (dite « variante d'évolution de prix faible »), il est supposé que l'évolution des prix des matériels informatiques et des logiciels est identique à celle des matériels de communication, ce qui revient à ne prendre que très marginalement en compte l'amélioration des performances dans l'évolution des prix. Compte tenu des écarts réduits d'évolution des prix des logiciels (1,2 % en moyenne sur la période 1980-2000) et des matériels de communication (1,0 %), cette variante n'a un impact sensible que sur l'évaluation de la contribution des matériels informatiques. La contribution des TIC à la croissance est abaissée d'un quart à un sixième environ par rapport à l'évaluation centrale : sur l'ensemble de la période 1980-2000, elle passe d'un rythme annuel de 0,25 % dans l'évaluation centrale à un rythme de 0,17 % dans la variante, et d'un rythme de 0,36 % à un rythme de 0,31 % sur la seconde moitié des années 1990. La contribution de la PGF à la croissance est en contrepartie augmentée d'autant.

La seconde incertitude traitée concerne le partage des dépenses relatives aux TIC en dépenses finales ou dépenses intermédiaires. Lequiller (2000) montre par exemple que, en 1995, la part de l'investissement dans les ressources de services informatiques dépasserait 50 % dans la comptabilité nationale américaine contre environ 20 % dans la comptabilité nationale française, cet écart important s'expliquant sans doute principalement par des différences de méthodologies statistiques. Il est donc intéressant d'évaluer la contribution qu'apporteraient les TIC à la croissance française sous l'hypothèse d'une même part de l'investissement dans les ressources en produits informatiques et logiciels en France qu'aux Etats-Unis. Une telle évaluation variantielle a peu d'intérêt pour les matériels de communication pour lesquels le partage entre utilisations finales et intermédiaires est très proche dans les deux pays. La correction des séries d'investissement aboutit à des stocks de capital et à des contributions à la croissance plus importants pour les produits informatiques et les logiciels. La contribution des TIC à la croissance est ainsi doublée par rapport à l'évaluation centrale : sur l'ensemble de la période 1980-2000, elle passe d'un rythme annuel de 0,25 % dans l'évaluation centrale à un rythme de 0,48 % dans la variante, et d'un rythme de 0,36 % à un rythme de 0,68 % sur la seconde moitié des années 1990. La contribution de la PGF à la croissance est en contrepartie abaissée d'autant.

Ces différentes variantes illustrent l'importance des incertitudes rencontrées dans l'évaluation de la contribution des TIC à la croissance. Il est utile de souligner que les incertitudes liées tant à la mesure des prix qu'à celle du partage des ressources en TIC entre utilisations finales et intermédiaires vont plutôt dans le sens d'une sous-évaluation de la contribution des TIC à la croissance. L'évaluation centrale minore sans doute sensiblement la contribution apportée par l'investissement des entreprises à la croissance de l'économie française.

Il a été signalé plus haut que la contribution de la productivité globale des facteurs à la croissance de la valeur ajoutée a un profil en phase avec la conjoncture économique. Ce constat n'a rien d'étonnant : telle qu'elle est évaluée, cette contribution est un solde qui intègre les effets des modifications conjoncturelles des degrés d'utilisation des facteurs de production non explicitement pris en compte ici dans la décomposition comptable de la croissance. Si la durée du travail est explicitement prise en compte dans les évaluations, deux autres indicateurs des degrés d'utilisation ne le sont pas : le taux d'utilisation des capacités de production des facteurs en place et la durée d'utilisation des équipements. Afin de distinguer, au sein de la contribution de la PGF à la croissance, la composante conjoncturelle de celle qui serait plus structurelle, il convient d'évaluer l'élasticité de cette contribution aux diverses mesures des modifications des degrés d'utilisation des facteurs de production. A cette fin, de nombreuses estimations économétriques ont été réalisées, tant au niveau sectoriel que sur l'ensemble de l'économie marchande, expliquant la contribution de la PGF à la croissance de la valeur ajoutée par les variations du taux d'utilisation des capacités de production ou de la durée d'utilisation des équipements, la croissance du capital en TIC ou l'évolution de la part du capital en TIC dans le capital total, avec de multiples structures de retards possibles pour ces différentes variables explicatives<sup>16</sup>. Ces estimations aboutissent à des résultats aberrants ou des coefficients non significatifs au niveau sectoriel et pour toutes les autres variables explicatives que la variation du taux d'utilisation des capacités de production. En conséquence, seuls les estimations réalisées sur l'ensemble de l'économie marchande et retenant les variations du taux d'utilisation des capacités de production comme variable explicative sont finalement retenues.

Les résultats de ces estimations sont présentés dans le Tableau 3. Il ressort des estimations que l'élasticité apparente de la contribution de la PGF par rapport à la croissance du taux d'utilisation des capacités de production serait significative et d'environ 1/3.

Tableau 3 : **Elasticité de la contribution de la PGF à la croissance par rapport au taux d'utilisation des capacités de production**  
 Résultats d'estimation - Champ : Economie marchande française  
 Variable expliquée : contribution de la PGF à la croissance de la valeur ajoutée  
 Période d'estimation : 1981-2000 ; données annuelles

Variables explicatives			Caractéristiques des estimations		
$\Delta\text{Log (TU)}$	AR1	Constante	R <sup>2</sup>	DW	SEE
0,314 (3,61)		1,012 (506,47)	0,406	1,25	0,0091
0,327 (3,95)	0,362 (1,60)	1,011 (323,93)	0,498	2,08	0,0088

TU : Taux d'utilisation des capacités de production ; AR1 : Variable expliquée retardée d'une période.  
 Les nombres entre parenthèses sous les coefficients estimés correspondent à la valeur du t de Student.

Sur la base de ce résultat, il est possible de distinguer les composantes conjoncturelle et structurelle dans la contribution de la PGF à la croissance dont l'évaluation d'ensemble a été proposée dans le précédent Tableau 1-A. Le résultat de cette décomposition est présenté dans le Tableau 4. Il apparaît que la composante conjoncturelle de la contribution de la PGF a été en moyenne positive et assez forte (0,17 % par an) sur la décennie 1980, principalement du fait de la très forte conjoncture des dernières années, et négative mais de très faible ampleur (-0,06 %) sur la décennie 1990, la bonne conjoncture

<sup>16</sup> Les indicateurs disponibles concernant le taux d'utilisation des capacités de production et la durée d'utilisation des équipements proviennent d'enquêtes auprès d'entreprises industrielles. Ce champ plus restreint que l'ensemble du secteur marchand étudié et l'amplitude plus importante des fluctuations conjoncturelles dans l'industrie que dans l'ensemble de l'économie marchande expliquent que l'élasticité estimée de la PGF par rapport au taux d'utilisation soit très inférieure à l'unité. L'indicateur de taux d'utilisation des capacités de production ici retenu est celui (annualisé) fourni par l'enquête mensuelle de conjoncture de la Banque de France. La construction de l'indicateur de durée d'utilisation des équipements, en partie à partir d'une enquête annuelle spécifique de la Banque de France, est détaillée dans Cette (1999).

des dernières années ne suffisant pas à compenser les évolutions conjoncturelles très défavorables de la première moitié de la décennie. Si l'on distingue les deux moitiés de la décennie 1990, on constate d'ailleurs que la composante conjoncturelle de la contribution de la PGF est négative et d'une ampleur moyenne assez forte (-0,28 %) sur la première moitié, et positive et d'une ampleur plus faible (0,15 %) sur la seconde moitié. Enfin, on constate que la composante structurelle de la contribution de la PGF à la croissance fluctue fortement, l'ampleur de ces fluctuations étant cependant plus réduite que celle des fluctuations de la contribution globale de la PGF, ce qui confirme l'intérêt de la décomposition réalisée. Pour autant, compte tenu du caractère très fruste de la décomposition ici effectuée de la contribution de la PGF à la croissance, on ne peut exclure que la composante structurelle intègre encore des variations de nature conjoncturelle.

Tableau 4 : **Contributions de la PGF à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute**  
En %. Champ : Economie marchande française

	1981-1990	1991-2000	1991-1995	1996-2000
Productivité globale des facteurs, dont	1,72	0,64	0,14	1,15
Composante conjoncturelle	0,17	-0,06	-0,28	0,15
Composante structurelle	1,55	0,70	0,42	1,00

Source : évaluations des auteurs.

### III.2 – Evaluations sectorielles

Les évaluations qui viennent d'être présentées sur l'ensemble de l'économie marchande ont été également réalisées au niveau sectoriel, en distinguant les activités industrielles des activités de services et, au sein de chacun de ces deux ensembles, les activités relevant de la production de TIC des activités n'en relevant pas, et enfin les autres branches marchandes (principalement l'agriculture). Un résumé des résultats de ces évaluations sectorielles est présenté dans le Tableau 5 (une présentation plus détaillée étant fournie dans l'Annexe 1.

Les principaux constats qui peuvent être faits sont les suivants :

- Dans toutes les activités, la contribution à la croissance de la valeur ajoutée de l'accumulation en TIC s'affaiblit sur la première moitié des années 1990 par rapport à la décennie précédente, pour s'accroître ensuite très fortement sur la seconde moitié des années 1990. Sauf dans les autres branches marchandes, cette contribution est supérieure dans la seconde moitié des années 1990 à celle de la décennie 1980 ;
- Dans toutes les activités également, la contribution de l'accumulation de capital produits hors TIC s'affaiblit au contraire sur la période, cet affaiblissement se produisant dès la première moitié des années 1990 dans les activités industrielles et les autres branches marchandes et plutôt à partir de la seconde moitié des années 1990 dans les activités de services. L'affaiblissement est très marqué (il dépasse ½ point de contribution annuelle) dans les activités produisant des TIC ;
- En conséquence des deux évolutions qui viennent d'être constatées, et comme cela a également été observé sur l'ensemble de l'économie marchande, la contribution de l'accumulation en TIC augmente dans toutes les activités relativement à la contribution de l'accumulation en capital hors TIC. Dans les activités industrielles et de services produisant des TIC, ainsi que dans les autres branches marchandes, cette évolution est particulièrement marquée et la contribution des TIC y devient même nettement supérieure à celle du capital hors TIC sur la seconde moitié des années 1990 ;
- Dans toutes les activités, la contribution du travail se réduit sensiblement sur la première moitié des années 1990 par rapport à la décennie précédente, pour augmenter nettement sur la seconde moitié de la décennie 1990. Cette contribution, qui reflète principalement l'évolution des effectifs employés jusqu'à la première moitié années 1990 et également l'effet de la réduction du temps de travail sur la période la plus récente, est toujours négative dans les activités industrielles hors TIC et les autres branches marchandes. Elle est toujours positive dans les activités de services, et se

retourne dans les activités industrielles TIC pour devenir positive sur la seconde moitié des années 1990 après avoir été toujours négative ;

Tableau 5 : **Décomposition de la croissance française – Résumé des résultats sectoriels**  
Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute – En %

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
<b>A - Champ : Ensemble de l'industrie</b>					
Volume de la valeur ajoutée	2,21	2,20	2,21	1,15	3,29
Total TIC	0,12	0,11	0,13	0,05	0,21
Autres capital fixe	0,71	0,92	0,50	0,65	0,35
Travail	-1,62	-1,78	-1,45	-1,97	-0,92
Productivité globale des facteurs	2,99	2,95	3,03	2,41	3,66
<b>B - Champ : Industrie TIC</b>					
Volume de la valeur ajoutée	6,63	5,55	7,72	6,02	9,44
Total TIC	0,14	0,17	0,11	0,03	0,20
Autres capital fixe	0,93	1,68	0,18	0,33	0,03
Travail	-0,68	-0,70	-0,67	-1,56	0,23
Productivité globale des facteurs	6,24	4,39	8,09	7,22	8,98
<b>C - Champ : Industrie hors TIC</b>					
Volume de la valeur ajoutée	1,55	1,68	1,43	0,46	2,42
Total TIC	0,12	0,11	0,13	0,05	0,21
Autres capital fixe	0,68	0,81	0,55	0,70	0,39
Travail	-1,72	-1,91	-1,54	-2,02	-1,06
Productivité globale des facteurs	2,48	2,66	2,29	1,72	2,87
<b>D - Champ : Ensemble des services</b>					
Volume de la valeur ajoutée	2,53	3,46	1,60	0,47	2,75
Total TIC	0,35	0,34	0,36	0,26	0,47
Autres capital fixe	1,11	1,13	1,09	1,37	0,81
Travail	0,57	0,63	0,51	0,11	0,91
Productivité globale des facteurs	0,50	1,36	-0,36	-1,27	0,57
<b>E - Champ : Services TIC</b>					
Volume de la valeur ajoutée	4,39	4,79	4,00	1,49	6,57
Total TIC	0,43	0,41	0,45	0,32	0,59
Autres capital fixe	0,73	0,83	0,63	1,07	0,28
Travail	1,36	1,52	1,20	0,69	1,71
Productivité globale des facteurs	1,88	2,03	1,73	-0,48	3,99
<b>F - Champ : Services hors TIC</b>					
Volume de la valeur ajoutée	2,18	3,25	1,13	0,29	1,98
Total TIC	0,34	0,32	0,35	0,25	0,45
Autres capital fixe	1,18	1,18	1,18	1,45	0,91
Travail	0,45	0,51	0,40	0,02	0,78
Productivité globale des facteurs	0,21	1,24	-0,80	-1,43	-0,16
<b>G - Champ : Autres branches marchandes</b>					
Volume de la valeur ajoutée	-0,22	-0,01	-0,43	0,01	-0,87
Total TIC	0,08	0,10	0,06	0,04	0,08
Autres capital fixe	0,55	0,97	0,13	0,35	-0,09
Travail	-1,72	-1,88	-1,55	-2,06	-1,02
Productivité globale des facteurs	0,86	0,80	0,92	1,69	0,16

Source : évaluations des auteurs. Le détail de ces évaluations sectorielles est fourni dans l'Annexe 1.

- Sauf dans les activités industrielles produisant des TIC et les autres branches marchandes, la contribution de la PGF s'affaiblit fortement sur la première moitié des années 1990 pour augmenter sur la seconde moitié, cette augmentation étant particulièrement marquée dans les activités de services produisant des TIC. Dans les activités industrielles TIC, la contribution de la PGF est très élevée et a augmenté continûment. Dans les autres branches marchandes, les évolutions de cette contribution sont de sens contraire à celles observées sur l'ensemble des activités, puisque la contribution de la PGF augmente sur la première moitié des années 1990 et diminue sur la seconde moitié ;
- Enfin, il apparaît que la contribution à la croissance de l'accumulation en TIC est toujours beaucoup plus élevée dans les activités de services que dans les activités industrielles et les autres branches marchandes. Cet écart vient sans doute en partie du fait que les dépenses en TIC ne sont considérées comme de l'investissement en TIC que lorsque les produits correspondants sont physiquement isolés. Aussi, les composantes en TIC intégrés à des équipements productifs comme par exemple les machines-outils ou les robots ne sont pas comptabilisés comme des investissements en TIC en tant que tels, mais comme des consommations intermédiaires des entreprises produisant ces biens d'équipement. Ceci explique sans doute en partie pourquoi les investissements en TIC apparaissent, dans les comptes nationaux, bien plus concentrés dans les activités de services, où ils prennent largement la forme de biens spécifiques (par exemple gros systèmes ou PC) que dans les activités industrielles. Ainsi, la part relative des TIC dans le total des investissements (hors bâtiment et infrastructures) est nettement plus élevée dans les services (environ 30 % en 1999) que dans l'industrie (6 %). Cet aspect, souligné dans de nombreuses études étrangères (par exemple Stiroh (1998) ou Diewert et Fox (1999)) est plus longuement développé dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000, p. 129-130)<sup>17</sup>. Soulignons cependant que cette incertitude n'affecte pas la comptabilisation des dépenses globale d'investissement en valeur, mais uniquement la décomposition par produit de cette dépense.

#### **IV. Éléments de comparaison internationale**

Pour l'instant, les analyses empiriques comparables menées sur d'autres pays industrialisés sont assez rares. Les plus nombreuses concernent l'économie américaine, parmi lesquelles les travaux de Jorgenson (2001) et Jorgenson et Stiroh (2000), Oliner et Sichel (2000) et du CEA (2001). Une évaluation comparable a été réalisée sur le Royaume-Uni par Oulton (2001). Concernant la France, outre la présente évaluation et nos précédents travaux (Cf. Cette, Mairesse et Kocoglu (2000) et Mairesse, Cette et Kocoglu (2000)), il faut signaler l'analyse de Crépon et Heckel (2000)<sup>18</sup>. Enfin, quelques premières comparaisons internationales ont été proposées par Schreyer (2000) et Colecchia et Schreyer (2001).

Un résumé des évaluations réalisées sur l'économie américaine est présenté dans le Tableau 6 (une présentation plus détaillée en est fournie en Annexe 2). Ces évaluations ont été réalisées sur des données antérieures aux importantes révisions comptables effectuées en août 2001. La prise en compte de ces révisions aurait sans doute comme principal effet, sur la seconde moitié des années 1990, de réduire de 0,2 à 0,3 point l'accélération moyenne de la PGF, et de réduire également mais dans une proportion moindre l'augmentation des effets de *capital deepening* en produits TIC.

---

<sup>17</sup> On montre ainsi dans cette dernière étude que si l'on comptabilise les consommations intermédiaires en produits matériels informatiques et logiciels dans l'industrie comme investissement, la valeur de ce dernier serait, pour ces deux mêmes produits, multiplié par un facteur 6 !

<sup>18</sup> L'évaluation de Crépon et Heckel (2000) est réalisée à partir des données comptables d'un échantillon d'entreprises. Elle aboutit à une contribution à la croissance des effet de *capital deepening* en produits TIC plus importante que nos propres évaluations réalisées à partir de données de comptabilité nationale, cet écart résultant en grande part de la différence des sources. Une comparaison détaillée de nos résultats d'évaluations avec ceux de Crépon et Heckel (2000) est proposé dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000 – Annexe 1, p. 144).

Il ressort de la comparaison avec les évaluations que nous avons menées concernant la France les principaux aspects suivants<sup>19</sup> :

Tableau 6 **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

**A - Evaluations de Jorgenson (2001)** (à partir du Tableau 8 p. 25)

	1948-1999	1948-1973	1973-1990	1990-1995	1995-1999
Productivité horaire	2,09	2,82	1,26	1,19	2,11
Total TIC	0,30	0,15	0,35	0,43	0,89
Capital hors TIC	0,83	1,30	0,44	0,21	0,35
« Qualité » du travail	0,34	0,46	0,22	0,32	0,12
PGF, dont	0,61	0,92	0,25	0,24	0,75
Branches TIC	0,16	0,06	0,19	0,25	0,50
Branches hors TIC	0,45	0,86	0,06	-0,01	0,22

Rappelons que les évaluations proposées par Jorgenson (2001) et Jorgenson et Stiroh (2000) intègrent dans la mesure de l'output l'amortissement économique des biens de consommation durables acquis par les ménages.

**B – Evaluations de Oliner et Sichel (2000)** (à partir du Tableau 2 p. 13)

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Productivité horaire	1,37	1,53	2,57
Total TIC	0,44	0,51	0,96
Capital hors TIC	0,37	0,11	0,14
« Qualité » du travail	0,22	0,44	0,31
PGF	0,33	0,48	1,16

**C - Evaluations du CEA (2001)** (à partir du Tableau 1.1, p. 28)

	1973-1995	1995-2000
Productivité horaire	1,39	3,01
Composante cyclique	0,00	0,04
Composante structurelle	1,39	2,97
Total TIC	0,41	1,03
Capital hors TIC	0,30	0,06
« Qualité » du travail	0,27	0,27
PGF, dont	0,40	1,59
Branche informatique	0,18	0,36
Autres branches	0,22	1,22

Une présentation plus détaillée de ces évaluations est proposée dans l'Annexe 2.

- Du premier choc pétrolier jusqu'au début de la décennie 1990, la contribution à la croissance de la productivité du travail de l'effet de *capital deepening* en produits TIC aurait été plus de deux fois plus forte aux Etats-Unis qu'en France (environ 0,4 %-0,5 % par an contre 0,25%). Sur la première moitié des années 1990, elle se serait amplifiée d'environ ¼ de point aux Etats-Unis alors qu'elle restait à peu près stabilisée en France. Enfin, sur la seconde moitié des années 1990, elle aurait doublé aux Etats-Unis (pour s'élever à environ 1 %) ainsi qu'en France (pour s'élever à environ 0,35 %). Au total, sur cette seconde moitié des années 1990, cette contribution à la croissance de la productivité du travail de l'effet de *capital deepening* en produits TIC aurait été plus de trois fois plus forte aux Etats-Unis qu'en France. Ces écarts s'expliquent par un retard français (par rapport aux Etats-Unis) dans la diffusion des TIC, qui s'est davantage accélérée aux Etats-Unis qu'en France, peut-être en partie parce que la baisse de prix des TIC a été atténuée en France par l'appréciation du dollar. Il convient cependant de rappeler qu'une partie de cet écart

<sup>19</sup> Rappelons que cette comparaison ne souffre pas d'écart méthodologique dans le partage volume-prix des dépenses d'investissement en TIC, nos évaluations reprenant les indices de prix des Etats-Unis (corrigés d'un effet change) pour les matériels informatiques et les logiciels, les indices français ne différant pas sensiblement des indices américains pour les matériels de communication.

peut trouver son origine dans des différences signalées plus haut de conventions des comptes nationaux, sans nécessairement refléter la réalité économique ;

- Dans les deux pays, la contribution de l'effet de *capital deepening* en produits TIC serait même devenue plus importante, sur la seconde moitié des années 1990, que celle correspondant aux autres composantes du capital productif fixe ;
- Dans les deux pays, la contribution de la PGF se serait accélérée sur la seconde moitié des années 1990, plus en France cependant qu'aux Etats-Unis. L'accélération récente de la PGF serait à peu près la même dans les branches TIC et les branches hors TIC. Cela n'exclut pas pour autant qu'une part de cette accélération soit liée à la diffusion des TIC : une « bonne » prise en compte des effets des TIC sur les performances productives (effets qualité) via les indices de prix aboutit à des gains de PGF localisés plutôt dans les branches TIC (du fait d'un partage volume-prix de l'output plus favorable au volume), et une moins bonne prise en compte de ces effets aboutit à des gains de PGF plutôt dans les branches utilisatrices (et à moins d'effets de *capital deepening* dans ces mêmes branches)<sup>20</sup>.

Par ailleurs, il apparaît (Cf. Tableau 7-A) que, selon ces évaluations, l'accélération des gains de PGF apparents dans l'économie américaine considérée globalement serait très récente : elle s'amorcerait aux Etats-Unis au milieu des années 1990. En conséquence, certains économistes, par exemple Gordon (2000-a et -b), considèrent qu'une part importante de cette accélération serait de nature cyclique et liée à l'accélération de la croissance américaine sur la décennie 1990. En reprenant les résultats des évaluations de Oliner et Sichel (2000), Gordon (2000-b) évalue que, si l'on compare la courte période récente 1995 :4-1999 :4 à la période 1972 :2-1995-4, l'accélération de la productivité horaire (en rythme annuel) serait d'environ 1,33 %, auxquels contribueraient pour 0,33 % les effets de *capital deepening*, 0,50 % un effet de cycle, 0,31 % l'augmentation des gains de PGF, 0,14 % les effets de changements comptables dans la mesure des prix et 0,05 % l'amélioration de la qualité du travail (structure par sexes et qualifications)<sup>21</sup>. Une telle lecture de la contribution de la composante cyclique n'est pas partagée par une majorité des autres analyses, dont Jorgenson et Stiroh (2000), Jorgenson (2001), Oliner et Sichel (2000) ou CEA (2001). Par exemple, Jorgenson (2001) évalue que la diffusion des TIC n'a, sur les quatre dernière décennies, pas cessé de contribuer à accélérer la productivité du travail, via une augmentation continue des effets de *capital deepening* en équipements TIC et des gains de PGF dans les activités productrices de TIC. Cependant, le ralentissement continu des effets de *capital deepening* en équipements hors TIC et de la PGF dans les branches non productrices de TIC aurait masqué cette évolution favorable jusqu'en 1995. Depuis 1995, ce ralentissement serait terminé, et l'accélération dans les secteurs producteurs de TIC apparaîtrait dans les évaluations au niveau de l'ensemble de l'économie<sup>22</sup>.

Les évaluations ici réalisées pour la France permettent de proposer une décomposition de l'évolution de la productivité du travail sur la période 1995-2000 par rapport à la période antérieure (Cf. Tableau 7-B). Il en ressort des différences importantes avec les évolutions qui viennent d'être commentées concernant les Etats-Unis :

- Tout d'abord, c'est un ralentissement de la productivité d'environ ½ point en moyenne qui est à expliquer concernant la France, et non une accélération comme aux Etats-Unis. C'est là bien sûr en France l'un des résultats des politiques visant à « enrichir le contenu de la croissance en emplois » via des allègements de charges sociales ciblés sur les bas salaires et donc sur les salariés les moins qualifiés, qui se sont amorcés en 1993 puis se sont amplifiés à partir de 1995 et à nouveau à partir de 1998, et via la réduction du temps de travail et la généralisation des 35 heures ;
- Ensuite, l'accélération de la croissance aurait induit en France des gains de productivité de nature cyclique d'environ 0,4 point en moyenne par an, si bien qu'au total le ralentissement structurel

<sup>20</sup> Cet aspect est souligné dans de nombreuses évaluations dont les nôtres, ou également par exemple Brynjolfsson et Hitt (2000), voir précédente note 7.

<sup>21</sup> Ces chiffres sont repris de Gordon (2000-b, Tableau 2, p. 55).

<sup>22</sup> Cf. Jorgenson (2001, Tableaux 6 and 7).

serait proche de 1 point en moyenne annuelle, à comparer à l'accélération de 0,7 à 1,5 point (selon les évaluations) aux Etats-Unis ;

- Dans les deux pays, les effets de *capital deepening* auraient légèrement accéléré sur cette période concernant les immobilisations en TIC. Mais ces effets auraient en France très fortement décéléré concernant les autres immobilisations, alors qu'ils n'auraient pas connu de modification notable aux Etats-Unis ;
- En France, le ralentissement des effets de *capital deepening* en produits hors TIC et, pour une plus faible part, les effets de la réduction du temps de travail, expliqueraient le ralentissement structurel de la productivité par tête, alors même que les gains de PGF se seraient accélérés, tout particulièrement dans les branches productrices de TIC.

Tableau 7 : **Explications de l'accélération de la productivité du travail à partir de 1995**  
Champ : économie marchande ; Taux de croissance annuels moyens, en %

#### A - Economie américaine

	Jorgenson et Stiroh (2000)	Oliner et Sichel (2000)	CEA (2001)	Gordon (2000-a, -b)
Productivité du travail (accélération), dont :	0,9	1,2	1,5	1,4
. Composante cyclique	Ns	ns	ns	0,7
. Composante structurelle, dont	0,9	1,2	1,5	0,7
. Effet de substitution capital-travail	0,3	0,3	0,5	0,3
. En capital TIC	0,3	0,5	nd	nd
. Autres	0,0	-0,2	nd	nd
. Qualité du facteur travail	0,0	0,0	0,1	0,1
. Gains de PGF, localisés dans les secteurs	0,7	0,8	0,9	0,3
. Producteurs de TIC	0,3	0,3	0,2	0,3
. Utilisateurs	0,4	0,5	0,7	0,0

ns : non significatifs ; nd : non disponible.

Source : Bosworth et Triplett (2001, p. 23).

#### B - Economie française

Productivité du travail, par tête (ralentissement), dont :	-0,5
. Composante cyclique de la PGF	0,4
. Composantes structurelles, dont	-0,9
. Effet de substitution capital-travail	-1,2
. En capital TIC	0,1
. Autres	-1,3
. Durée du travail	-0,3
. Gains de PGF, localisés dans les secteurs	0,6
. Producteurs de TIC	0,4
. Utilisateurs	0,2

Source : Evaluation des auteurs

Les évaluations proposées pour le Royaume-Uni par Oulton (2001) corrigent très fortement les données de comptabilité nationale concernant l'investissement en matériels informatiques et en logiciels pour tenter de réduire les effets des différences de conventions comptables. Ainsi, les données concernant les logiciels sont corrigées de façon à ce que les investissements correspondent à la même part des ressources qu'aux Etats-Unis. Les données concernant les matériels informatiques sont elles-mêmes corrigées de façon à ce que le rapport entre investissements en ce produit et investissements en logiciels soit le même qu'aux Etats-Unis. Comme dans nos évaluations, les indices de prix américains corrigés d'un effet de change sont retenus concernant les TIC. Les résultats obtenus par Oulton (2001) sont que la contribution des TIC à la croissance de la productivité du travail serait globalement presque constamment d'un tiers environ plus faible au Royaume-Uni qu'aux Etats-Unis, et moitié plus forte que celle que nous avons évalué pour la France, la même accélération s'observant sur la seconde moitié des années 1990, durant laquelle cette contribution des TIC est largement

supérieure à celle des autres composantes du capital fixe (cf. Annexe 3). Compte tenu des redressements effectués par l'auteur, les résultats obtenus pour la Royaume Uni seraient comparables à ceux concernant la variante « partage entre CI et FBCF » présentés pour la France dans le Tableau 2. Il apparaît alors que la contribution des TIC est comparable dans les deux pays. L'évolution très spécifique au Royaume-Uni serait un fort ralentissement de la contribution de la PGF sur la seconde moitié des années 1990, contrairement à ce qui vient d'être commenté pour les Etats-Unis et la France.

Les résultats de la récente comparaison internationale proposée par Colecchia et Schreyer (2001) sont résumés dans l'Annexe 4<sup>23</sup>. Ils ne concernent que la contribution à la croissance de l'accumulation en TIC (et non des autres facteurs). Les résultats obtenus sur la France dans cette comparaison sont moins détaillés mais complètement cohérents avec ceux de la présente évaluation. Les enseignements de la comparaisons ont déjà été fournis dans Mairesse, Cette et Kocoglu (2000) et en seront donc ici que très succinctement rappelés. Ils sont principalement les suivants :

- Les résultats obtenus pour la France sont très comparables à ceux de l'Allemagne, de l'Italie et du Japon. La contribution des TIC à la croissance dans ce premier groupe de pays est de l'ordre de 0,20 % à 0,35 % au plus par an sur les quatre périodes considérées de 1980 à 1999, et représente de l'ordre du quart à la moitié de la contribution des autres formes de capital en équipements et bâtiments. Ce premier groupe de pays se distingue ainsi clairement des Etats-Unis où la contribution des TIC à la croissance serait nettement supérieure. L'Australie et la Finlande, ainsi que le Royaume-Uni et le Canada (autant qu'on puisse en juger sur des évaluations incomplètes), forment un deuxième groupe qui se situerait en position grosso modo intermédiaire entre le premier groupe et les Etats-Unis. La contribution des TIC à la croissance dans ces quatre pays paraît en général plus élevée que pour la France et les autres pays du premier groupe, et tend à s'approcher de celle évaluée pour les Etats-Unis ;
- Ces évaluations montrent cependant de façon frappante que le renforcement très notable de la contribution des TIC à la croissance au cours des cinq dernières années 1995-1999, que nous avons observé pour la France, est un phénomène général pour tous les pays qui ont connu une accélération de leur croissance (c'est à dire tous sauf l'Allemagne et le Japon). Mais sur ce point également, les Etats-Unis paraissent se détacher nettement des autres pays, le renforcement y étant nettement plus important.

## **V. – Conclusion**

La contribution des TIC à la croissance du PIB et de la productivité du travail en France est importante, bien qu'encore apparemment très inférieure à celle évaluées pour les Etats-Unis. Une question importante est celle de la durée probable de l'amélioration des performances productives des produits TIC sur l'avenir. Le principal gain d'efficience vient des microprocesseurs, dont les capacités n'ont cessé de progresser à un rythme proche de la « loi de Moore » (doublement des capacités tous les 18-24 mois). Jorgenson (2001) avance que la diffusion du Pentium 4 créé fin 2000 va prolonger (voire accélérer) sur les prochaines années l'amélioration des performances productives de TIC, qui s'est caractérisée par une baisse des prix des micro-processeurs de 40 % à 50 % par an (expression de la loi de Moore dans la mesure des prix). Cette progression pourrait être extrapolée au minimum sur la décade en cours. Mais Jorgenson (2001) souligne qu'il serait imprudent d'extrapoler cette évolution à l'infini<sup>24</sup>. A cette incertitude, il faut ajouter celle de la simple capacité humaine à mobiliser ces capacités croissantes. Cet aspect a été récemment souligné par Gordon (2000-b)<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Ici encore, la comparaison ne souffre pas d'écart méthodologique dans le partage volume-prix des dépenses d'investissement en TIC, les évaluations reprenant les indices de prix relatifs des Etats-Unis pour les différents composantes des TIC.

<sup>24</sup> « Falling IT prices also serve as an indicator of rapid productivity growth in IT-producing industries. However, it would be premature to extrapolate the recent acceleration in productivity growth in these

Une autre question importante concerne le bénéfice, en termes de productivité et de croissance, de la diffusion des TIC dont pourront bénéficier les pays européens industrialisés (parmi lesquels bien entendu la France et les pays de la zone euro). Dans une analyse récente, Gust et Marquez (2000) concluent que les effets favorables de la NE et des TIC sur la productivité du travail et la PGF finiront par se manifester dans l'ensemble des pays industrialisés, l'incertitude concernant l'ampleur et le décalage temporel entre ces effets aux Etats-Unis et dans les autres pays. L'incertitude concernant l'ampleur est accrue pour l'Europe par la méconnaissance des interactions bénéfiques, via des effets de *spillover*, entre activités productrices et activités utilisatrices de TIC. Si ces interactions sont importantes, les gains tirés de la diffusion des TIC seront plus faibles en Europe qu'aux Etats-Unis, du fait d'une plus faible importance des activités productrices de TIC. Cette question est largement débattue dans d'autres analyses (par exemple Cohen et Debonneuil (2000)). Dans une récente étude, Pilar et Lee (2001, p. 21-22) avancent plusieurs raisons pour lesquelles disposer d'un important secteur producteur de TIC ne serait pas une condition nécessaire pour en tirer un plein bénéfice en termes de croissance pour l'utilisateur : la proximité avec les producteurs de logiciels pourrait être plus importante que celle avec les producteurs de matériel et par ailleurs, plusieurs pays (l'Australie par exemple) semblent tirer un grand bénéfice de l'utilisation des TIC sans disposer d'un important secteur producteur de ces mêmes TIC. Cela suggérerait donc que la contribution des TIC à la croissance des pays européens pourrait largement s'amplifier dans les prochaines en Europe et en France.

#### Références bibliographiques citées dans le texte

- **P. Askénazy et C. Gianella (2000)** : « Le paradoxe de productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation », *Economie et Statistique*, n° 339-340, 2000 – 9/10 ;
- **B. Bosworth et J. Triplett (2001)** : « What's New About the New Economy ? IT, Economic Growth and Productivity », *International Productivity Monitor*, n°2, Printemps ;
- **E. Brynjolfsson et L. Hitt (2000)** : « Beyond Computation : Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, n° 4 ;
- **G. Cette (1999)** : « Capital operating Time and Shiftwork in France », dans « Operating Time in Europe », H. Groß et F. Dasko eds., *Berichte des ISO 60* ;
- **G. Cette, J. Mairesse et 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 et Y. Kocoglu (2001)** : « TIC et croissance potentielle », mimeo ;
- **D. Cohen et M. Debonneuil (2000)** : " *Nouvelle Economie*", Rapport n°28 du Conseil d'Analyse Economique, La Documentation Française ;
- **A. Colecchia et P. Schreyer (2001)** : « The Impact of Information and Communication Technologies to Output Growth : Issues and Preliminary Findings », OCDE, Drest DSTI/EAS/INS/SWP(2001)/11, February ;
- **Council of Economic Advisers (2001)** : « Economic Report of the President - 2001 », February ;
- **B. Crépon et T. Heckel (2000)** : « La contribution de l'informatisation à la croissance française : une mesure à partir des données d'entreprises », *Economie et Statistique*, n° 339-340, 2000 – 9/10 ;
- **W.E. Diewert et K.J. Fox (1999)** : « Can measurement error explain the productivity paradox ? » *Revue Canadienne d'Economie*, vol. 32, n° 2, April ;
- **R. Gordon (2000-a)** : commentaire de l'analyse de D. Jorgenson et K. Stiroh (2000), dans la même publication ;
- **R. Gordon (2000-b)** : « Does the 'New Economy' Measure up to the Great Inventions of the Past ? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, n° 4 ;

---

industries into the indefinite future, since this depends on the persistence of a two-year product cycle for semiconductors. » ; Jorgenson (2001).

<sup>25</sup> « The fixed supply of time to any individual creates a fundamental limitation on the ability of exponential growth in computer speed and memory to create commensurate increases in output and productivity. As Zvi Griliches once said, ' the cost of computing has dropped exponentially, but the cost of thinking is what it always was. » ; Gordon (2000-b). Gordon signale d'ailleurs que la remarque de Griliches se poursuivait par « That's why we see so many articles with so many regressions and so little thought ».

- **N. Greenan et J. Mairesse (2000)** : « Computers and productivity in France : some evidence », Economic Innovations and new technology, Harwood Academic Publishers ;
- **C. Gust et J. Marquez (2000)** : « Productivity Developments Abroad », Federal Reserve Bulletin, October ;
- **D. Jorgenson (2001)** : « Information Technology and the US Economy », The American Economic Review, vol. 91, n°1, March ;
- **D. Jorgenson et K. Stiroh (1999)** : « Productivity Growth : Current Recovery and Longer-Term trend », The American Economic Review, 89(2), May ;
- **D. Jorgenson et K. Stiroh (2000)** : « Raising the Speed Limit : U. S. Economic Growth in the Information Age », Brookings Papers on Economic Activity, 1 ;
- **F. Lequiller (2000)** : « La nouvelle économie et la mesure de la croissance », Economie et Statistique, n° 339-340, 2000 – 9/10 ;
- **J. Mairesse, G. Cette et Y. Kocoglu (2000)** : « Les technologies de l’information et de la communication en France : diffusion et contribution à la croissance », Economie et Statistique, n° 339-340, 2000 – 9/10 ;
- **S. Oliner and D. Sichel (2000)** : « The Resurgence of Growth in the Late 1990s : Is Information Technology the Story ? », Journal of Economic Perspectives, vol. 14, n° 4 ;
- **N. Oulton (2001)** : « ICT and productivity growth in the United Kingdom », mimeo, Bank of England ;
- **R. Parker et 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, March 17 ;
- **D. Pilat et 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-jun-2001 ;
- **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, March ;
- **K. Stiroh (1998)** : « Computers, Productivity and Input Substitution », Economic Enquiry, vol. XXXVI, April ;
- **K. Stiroh (2001)** : « What Drives Productivity Growth ? », FRBNY Economic Policy Review, March.

Annexe 1 : **Décomposition de la croissance française - Résultats sectoriels**  
**Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute - En %**

Tableau A1-A **Champ : Ensemble de l'industrie**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	2,21	2,20	2,21	1,15	3,29
Total TIC, dont	0,12	0,11	0,13	0,05	0,21
Matériels informatiques	0,07	0,07	0,07	0,03	0,12
Logiciels	0,04	0,04	0,05	0,02	0,08
Matériels de communication	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01
Autres équipements	0,57	0,72	0,41	0,46	0,36
Bâtiments et infrastructures	0,14	0,20	0,09	0,19	-0,01
Travail, dont	-1,62	-1,78	-1,45	-1,97	-0,92
Effectifs	-1,31	-1,43	-1,18	-1,93	0,43
Durée du travail	-0,31	-0,36	-0,27	-0,04	-0,49
Productivité globale des facteurs	2,99	2,95	3,03	2,41	3,66

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-B **Champ : Industrie TIC**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	6,63	5,55	7,72	6,02	9,44
Total TIC, dont	0,14	0,17	0,11	0,03	0,20
Matériels informatiques	0,07	0,08	0,06	0,02	0,09
Logiciels	0,06	0,07	0,06	0,01	0,10
Matériels de communication	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01
Autres équipements	0,71	1,32	0,10	0,12	0,08
Bâtiments et infrastructures	0,22	0,36	0,08	0,21	-0,05
Travail, dont	-0,68	-0,70	-0,67	-1,56	0,23
Effectifs	-0,31	-0,15	-0,47	-1,57	0,65
Durée du travail	-0,37	-0,54	-0,20	0,01	-0,42
Productivité globale des facteurs	6,24	4,39	8,09	7,22	8,98

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-C **Champ : Industrie hors TIC**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	1,55	1,68	1,43	0,46	2,42
Total TIC, dont	0,12	0,11	0,13	0,05	0,21
Matériels informatiques	0,07	0,06	0,08	0,03	0,12
Logiciels	0,04	0,03	0,05	0,02	0,08
Matériels de communication	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Autres équipements	0,55	0,64	0,46	0,51	0,40
Bâtiments et infrastructures	0,13	0,17	0,09	0,19	-0,01
Travail, dont	-1,72	-1,91	-1,54	-2,02	-1,06
Effectifs	-1,42	-1,57	-1,27	-1,98	-0,57
Durée du travail	-0,30	-0,34	-0,27	-0,04	-0,49
Productivité globale des facteurs	2,48	2,66	2,29	1,72	2,87

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-D **Champ : Ensemble des services**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	2,53	3,46	1,60	0,47	2,75
Total TIC, dont	0,35	0,34	0,36	0,26	0,47
Matériels informatiques	0,15	0,15	0,15	0,11	0,18
Logiciels	0,10	0,09	0,11	0,07	0,14
Matériels de communication	0,10	0,09	0,11	0,08	0,15
Autres équipements	0,60	0,57	0,63	0,73	0,52
Bâtiments et infrastructures	0,51	0,56	0,46	0,64	0,29
Travail, dont	0,57	0,63	0,51	0,11	0,91
Effectifs	0,86	0,92	0,79	0,18	1,41
Durée du travail	-0,28	-0,28	-0,28	-0,07	-0,49
Productivité globale des facteurs	0,50	1,36	-0,36	-1,27	0,57

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-E **Champ : Services TIC**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	4,39	4,79	4,00	1,49	6,57
Total TIC, dont	0,43	0,41	0,45	0,32	0,59
Matériels informatiques	0,16	0,17	0,14	0,08	0,20
Logiciels	0,12	0,11	0,14	0,11	0,16
Matériels de communication	0,15	0,13	0,18	0,12	0,23
Autres équipements	0,40	0,44	0,37	0,57	0,16
Bâtiments et infrastructures	0,33	0,39	0,26	0,40	0,12
Travail, dont	1,36	1,52	1,20	0,69	1,71
Effectifs	1,77	1,99	1,54	0,81	2,28
Durée du travail	-0,40	-0,46	-0,34	-0,12	-0,55
Productivité globale des facteurs	1,88	2,03	1,73	-0,48	3,99

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-F **Champ : Services hors TIC**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	2,18	3,25	1,13	0,29	1,98
Total TIC, dont	0,34	0,32	0,35	0,25	0,45
Matériels informatiques	0,15	0,15	0,15	0,12	0,17
Logiciels	0,10	0,09	0,10	0,06	0,14
Matériels de communication	0,09	0,09	0,10	0,07	0,13
Autres équipements	0,63	0,59	0,68	0,76	0,59
Bâtiments et infrastructures	0,55	0,59	0,50	0,69	0,32
Travail, dont	0,45	0,51	0,40	0,02	0,78
Effectifs	0,72	0,76	0,67	0,08	1,26
Durée du travail	-0,26	-0,26	-0,26	-0,06	-0,47
Productivité globale des facteurs	0,21	1,24	-0,80	-1,43	-0,16

Source : Evaluations des auteurs

Tableau A1-G **Champ : Autres branches marchandes**

	1980-2000	1980-1990	1990-2000	1990-1995	1995-2000
Volume de la valeur ajoutée	-0,22	-0,01	-0,43	0,01	-0,87
Total TIC, dont	0,08	0,10	0,06	0,04	0,08
Matériels informatiques	0,05	0,05	0,04	0,02	0,06
Logiciels	0,03	0,04	0,02	0,02	0,02
Matériels de communication	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Autres équipements	0,39	0,65	0,13	0,20	0,06
Bâtiments et infrastructures	0,16	0,32	0,00	0,15	-0,15
Travail, dont	-1,72	-1,88	-1,55	-2,06	-1,02
Effectifs	-1,22	-1,32	-1,11	-1,74	-0,47
Durée du travail	-0,51	-0,58	-0,44	-0,34	-0,55
Productivité globale des facteurs	0,86	0,80	0,92	1,69	0,16

Source : Evaluations des auteurs

Annexe 2 : **Contribution à la croissance de la valeur ajoutée marchande et de la productivité du travail : Quelques évaluations disponibles sur l'économie américaine**

Tableau A2-A **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

	1948-1999	1948-1973	1973-1990	1990-1995	1995-1999
Volume de la valeur ajoutée	3,46	3,99	2,86	2,36	4,08
Total TIC, dont	0,34	0,16	0,40	0,48	0,99
Matériels informatiques	0,15	0,04	0,20	0,22	0,55
Logiciels	0,07	0,02	0,08	0,16	0,29
Matériels de communication	0,11	0,10	0,12	0,10	0,14
Autres équip., bâtiments et infras.	1,36	1,77	1,05	0,61	1,07
Travail	1,14	1,13	1,16	1,03	1,27
PGF, dont	0,61	0,92	0,25	0,24	0,75
Branches TIC	0,16	0,06	0,19	0,25	0,50
Branches hors TIC	0,45	0,86	0,06	-0,01	0,25

Source : Jorgenson [2001], à partir du Tableau 6 p. 19 et du Tableau 7 p. 23

Tableau A2-B **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire.**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

	1948-1999	1948-1973	1973-1990	1990-1995	1995-1999
Volume de la valeur ajoutée	3,46	3,99	2,86	2,36	4,08
Heures travaillées	1,37	1,16	1,59	1,17	1,98
Productivité horaire	2,09	2,82	1,26	1,19	2,11
Total TIC	0,30	0,15	0,35	0,43	0,89
Capital hors TIC	0,83	1,30	0,44	0,21	0,35
« Qualité » du travail	0,34	0,46	0,22	0,32	0,12
PGF, dont	0,61	0,92	0,25	0,24	0,75
Branches TIC	0,16	0,06	0,19	0,25	0,50
Branches hors TIC	0,45	0,86	0,06	-0,01	0,25

Source : Jorgenson [2001], à partir du Tableau 8 p. 25

Rappelons que les évaluations proposées par Jorgenson [2001] et Jorgenson et Stiroh [2000] intègrent dans la mesure de l'output l'amortissement économique des biens de consommation durables acquis par les ménages.

Tableau A2-C **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la valeur ajoutée brute**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Volume de la valeur ajoutée	3,06	2,75	4,82
Total TIC, dont	0,49	0,57	1,10
Matériels informatiques	0,27	0,25	0,63
Logiciels	0,11	0,25	0,32
Matériels de communication	0,11	0,07	0,15
Capital hors TIC	0,86	0,44	0,75
Heures travaillées	1,16	0,82	1,50
« Qualité » du travail	0,22	0,44	0,31
Productivité globale des facteurs, dont	0,33	0,48	1,16
Branches informatiques et semi-conducteurs	0,20	0,28	0,66
Autres branches	0,13	0,20	0,50

Source : Oliner et Sichel [2000], à partir du Tableau 1 p. 10 et du Tableau 4 p. 17

Tableau A2-D **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

	1974-1990	1991-1995	1996-1999
Productivité horaire	1,37	1,53	2,57
Total TIC	0,44	0,51	0,96
Capital hors TIC	0,37	0,11	0,14
« Qualité » du travail	0,22	0,44	0,31
PGF	0,33	0,48	1,16

Source : Oliner et Sichel [2000], à partir du Tableau 2 p. 13

Tableau A2-E **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire**  
En %. Champ : Economie marchande américaine

	1973-1995	1995-2000
Productivité horaire	1,39	3,01
Composante cyclique	0,00	0,04
Composante structurelle	1,39	2,97
Total TIC	0,41	1,03
Capital hors TIC	0,30	0,06
« Qualité » du travail	0,27	0,27
PGF, dont	0,40	1,59
Branche informatique	0,18	0,36
Autres branches	0,22	1,22

Source : CEA [2001], à partir du Tableau 1.1, p. 28

Annexe 3 : **Contributions à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire au Royaume-Uni.**  
En %. Champ : Economie marchande

	1979-1989	1989-1994	1994-1998
Productivité horaire	2,75	3,01	1,47
Total TIC	0,37	0,40	0,64
Capital hors TIC	0,68	1,10	0,08
PGF et qualité du travail	1,70	1,51	0,75

Source : Oulton [2001], Tableau 11, p. 40.

## Annexe 4 : Contributions du capital à la croissance pour 9 pays de l'OCDE

Champ : Ensemble de l'économie privée.

Contributions en taux de croissance annuels moyens du PIB (en %)

		1980-85	1985-90	1990-95	1995-99
<b>France</b>	PIB	1,5	3,4	1,0	2,5
	Total TIC dont	0,21	0,24	0,21	0,36
	Mat. informatique et communication.	0,16	0,21	0,18	0,24
	Logiciels	0,06	0,03	0,02	0,12
	Equipements et bâtiments	0,57	0,87	0,79	0,71
<b>Allemagne (Ouest)</b>	PIB	1,1	3,6	3,7	1,7
	Total TIC dont	0,23	0,32	0,27	0,29
	Mat. informatique et communication.	0,19	0,26	0,22	0,21
	Logiciels	0,04	0,06	0,05	0,08
	Equipements et bâtiments	0,52	0,71	0,88	0,64
<b>Italie</b>	PIB	1,6	3,1	1,4	1,7
	Total TIC dont	0,21	0,31	0,21	0,32
	Mat. informatique et communication.	0,19	0,23	0,18	0,24
	Logiciels	0,02	0,08	0,03	0,07
	Equipements et bâtiments	0,60	0,67	0,53	0,65
<b>Royaume-Uni</b>	PIB	2,1	3,9	2,1	n.d.
	Total TIC dont	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Mat. informatique et communication.	0,16	0,27	0,29	n.d.
	Logiciels	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Equipements et bâtiments	0,64	0,83	0,51	n.d.
<b>Etats-Unis</b>	PIB	3,5	3,3	2,5	4,3
	Total TIC dont	0,44	0,43	0,43	0,88
	Mat. informatique et communication.	0,36	0,32	0,29	0,61
	Logiciels	0,07	0,11	0,14	0,27
	Equipements et bâtiments	0,81	0,66	0,54	0,82
<b>Canada</b>	PIB	2,7	2,9	1,8	3,8
	Total TIC dont	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Mat. informatique et communication.	0,23	0,27	0,25	0,36
	Logiciels	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
	Equipements et bâtiments	1,22	0,93	0,44	0,59
<b>Japon</b>	PIB	3,4	4,8	1,5	1,1
	Total TIC dont	0,17	0,31	0,30	0,33
	Mat. informatique et communication.	0,15	0,23	0,24	0,30
	Logiciels	0,02	0,07	0,06	0,03
	Equipements et bâtiments	0,96	1,22	1,16	0,66
<b>Australie</b>	PIB	3,4	3,8	3,4	4,6
	Total TIC dont	0,27	0,45	0,46	0,61
	Mat. informatique et communication.	0,22	0,34	0,34	0,44
	Logiciels	0,05	0,12	0,12	0,17
	Equipements et bâtiments	1,35	1,47	0,89	0,97
<b>Finlande</b>	PIB	2,8	3,4	-0,7	5,6
	Total TIC dont	0,26	0,42	0,24	0,58
	Mat. informatique et communication.	0,19	0,30	0,16	0,40
	Logiciels	0,07	0,12	0,08	0,18
	Equipements et bâtiments	0,46	0,57	0,02	-0,05

n.d. signifie non disponible. Les évaluations pour les "Equipements et bâtiments" concernent les équipements hors TIC (comme dans les autres tableaux) et les bâtiments hors logements résidentiels.

Sources : Calculs des auteurs à partir des évaluations de Comptabilité nationale pour la France, avec le même calcul pour le coût d'usage (assurant un rendement d'échelle constant de l'ensemble des facteurs) que pour les évaluations américaines et celles de l'OCDE.

Evaluations de l'OCDE (basées sur des "prix hédoniques harmonisés" avec ceux des Etats-Unis pour les TIC dans les différents pays) : Tableau 5 dans Colecchia-Schreyer [2001] pour les 7 pays autres que le Royaume-Uni; Tableau 4 dans Schreyer[2000] pour le Royaume-Uni (nota : les chiffres donnés ici pour 1990-1995 sont ceux indiqués dans ce tableau pour 1990-1996).

## Notes d'Études et de Recherche

1. C. Huang and H. Pagès, "Optimal Consumption and Portfolio Policies with an Infinite Horizon: Existence and Convergence," May 1990.
2. C. Bordes, « Variabilité de la vitesse et volatilité de la croissance monétaire : le cas français », février 1989.
3. C. Bordes, M. Driscoll and A. Sauviat, "Interpreting the Money-Output Correlation: Money-Real or Real-Real?," May 1989.
4. C. Bordes, D. Goyeau et A. Sauviat, « Taux d'intérêt, marge et rentabilité bancaires : le cas des pays de l'OCDE », mai 1989.
5. B. Bensaid, S. Federbusch et R. Gary-Bobo, « Sur quelques propriétés stratégiques de l'intéressement des salariés dans l'industrie », juin 1989.
6. O. De Bandt, « L'identification des chocs monétaires et financiers en France : une étude empirique », juin 1990.
7. M. Boutillier et S. Dérangère, « Le taux de crédit accordé aux entreprises françaises : coûts opératoires des banques et prime de risque de défaut », juin 1990.
8. M. Boutillier and B. Cabrillac, "Foreign Exchange Markets: Efficiency and Hierarchy," October 1990.
9. O. De Bandt et P. Jacquinet, « Les choix de financement des entreprises en France : une modélisation économétrique », octobre 1990 (English version also available on request).
10. B. Bensaid and R. Gary-Bobo, "On Renegotiation of Profit-Sharing Contracts in Industry," July 1989 (English version of NER n° 5).
11. P. G. Garella and Y. Richelle, "Cartel Formation and the Selection of Firms," December 1990.
12. H. Pagès and H. He, "Consumption and Portfolio Decisions with Labor Income and Borrowing Constraints," August 1990.
13. P. Sicsic, « Le franc Poincaré a-t-il été délibérément sous-évalué ? », octobre 1991.
14. B. Bensaid and R. Gary-Bobo, "On the Commitment Value of Contracts under Renegotiation Constraints," January 1990 revised November 1990.
15. B. Bensaid, J.-P. Lesne, H. Pagès and J. Scheinkman, "Derivative Asset Pricing with Transaction Costs," May 1991 revised November 1991.
16. C. Monticelli and M.-O. Strauss-Kahn, "European Integration and the Demand for Broad Money," December 1991.
17. J. Henry and M. Phelipot, "The High and Low-Risk Asset Demand of French Households: A Multivariate Analysis," November 1991 revised June 1992.
18. B. Bensaid and P. Garella, "Financing Takeovers under Asymmetric Information," September 1992.

19. A. de Palma and M. Uctum, "Financial Intermediation under Financial Integration and Deregulation," September 1992.
20. A. de Palma, L. Leruth and P. Régibeau, "Partial Compatibility with Network Externalities and Double Purchase," August 1992.
21. A. Frachot, D. Janci and V. Lacoste, "Factor Analysis of the Term Structure: a Probabilistic Approach," November 1992.
22. P. Sicsic et B. Villeneuve, « L'afflux d'or en France de 1928 à 1934 », janvier 1993.
23. M. Jeanblanc-Picqué and R. Avesani, "Impulse Control Method and Exchange Rate," September 1993.
24. A. Frachot and J.-P. Lesne, "Expectations Hypothesis and Stochastic Volatilities," July 1993 revised September 1993.
25. B. Bensaid and A. de Palma, "Spatial Multiproduct Oligopoly," February 1993 revised October 1994.
26. A. de Palma and R. Gary-Bobo, "Credit Contraction in a Model of the Banking Industry," October 1994.
27. P. Jacquinet et F. Mihoubi, « Dynamique et hétérogénéité de l'emploi en déséquilibre », septembre 1995.
28. G. Salmat, « Le retournement conjoncturel de 1992 et 1993 en France : une modélisation VAR », octobre 1994.
29. J. Henry and J. Weidmann, "Asymmetry in the EMS Revisited: Evidence from the Causality Analysis of Daily Eurorates," February 1994 revised October 1994.
30. O. De Bandt, "Competition Among Financial Intermediaries and the Risk of Contagious Failures," September 1994 revised January 1995.
31. B. Bensaid et A. de Palma, « Politique monétaire et concurrence bancaire », janvier 1994 révisé en septembre 1995.
32. F. Rosenwald, « Coût du crédit et montant des prêts : une interprétation en terme de canal large du crédit », septembre 1995.
33. G. Cette et S. Mahfouz, « Le partage primaire du revenu : constat descriptif sur longue période », décembre 1995.
34. H. Pagès, "Is there a Premium for Currencies Correlated with Volatility? Some Evidence from Risk Reversals," January 1996.
35. E. Jondeau and R. Ricart, "The Expectations Theory: Tests on French, German and American Euro-rates," June 1996.
36. B. Bensaid et O. De Bandt, « Les stratégies "stop-loss" : théorie et application au Contrat Notionnel du Matif », juin 1996.
37. C. Martin et F. Rosenwald, « Le marché des certificats de dépôts. Écarts de taux à l'émission : l'influence de la relation émetteurs-souscripteurs initiaux », avril 1996.

38. Banque de France - CEPREMAP - Direction de la Prévision - Erasme - INSEE - OFCE, « Structures et propriétés de cinq modèles macroéconomiques français », juin 1996.
39. F. Rosenwald, « L'influence des montants émis sur le taux des certificats de dépôts », octobre 1996.
40. L. Baumel, « Les crédits mis en place par les banques AFB de 1978 à 1992 : une évaluation des montants et des durées initiales », novembre 1996.
41. G. Cette et E. Kremp, « Le passage à une assiette valeur ajoutée pour les cotisations sociales : Une caractérisation des entreprises non financières “gagnantes” et “perdantes” », novembre 1996.
42. S. Avouyi-Dovi, E. Jondeau et C. Lai Tong, « Effets “volume”, volatilité et transmissions internationales sur les marchés boursiers dans le G5 », avril 1997.
43. E. Jondeau et R. Ricart, « Le contenu en information de la pente des taux : Application au cas des titres publics français », juin 1997.
44. B. Bensaïd et M. Boutillier, « Le contrat notionnel : efficience et efficacité », juillet 1997.
45. E. Jondeau et R. Ricart, « La théorie des anticipations de la structure par terme : test à partir des titres publics français », septembre 1997.
46. E. Jondeau, « Représentation VAR et test de la théorie des anticipations de la structure par terme », septembre 1997.
47. E. Jondeau et M. Rockinger, « Estimation et interprétation des densités neutres au risque : Une comparaison de méthodes », octobre 1997.
48. L. Baumel et P. Sevestre, « La relation entre le taux de crédits et le coût des ressources bancaires. Modélisation et estimation sur données individuelles de banques », octobre 1997.
49. P. Sevestre, “On the Use of Banks Balance Sheet Data in Loan Market Studies : A Note,” October 1997.
50. P.-C. Hautcoeur and P. Sicsic, “Threat of a Capital Levy, Expected Devaluation and Interest Rates in France during the Interwar Period,” January 1998.
51. P. Jacquinet, « L’inflation sous-jacente à partir d’une approche structurelle des VAR : une application à la France, à l’Allemagne et au Royaume-Uni », janvier 1998.
52. C. Bruneau et O. De Bandt, « La modélisation VAR structurel : application à la politique monétaire en France », janvier 1998.
53. C. Bruneau and E. Jondeau, “Long-Run Causality, with an Application to International Links between Long-Term Interest Rates,” June 1998.
54. S. Coutant, E. Jondeau and M. Rockinger, “Reading Interest Rate and Bond Futures Options’ Smiles: How PIBOR and Notional Operators Appreciated the 1997 French Snap Election,” June 1998.
55. E. Jondeau et F. Sédillot, « La prévision des taux longs français et allemands à partir d’un modèle à anticipations rationnelles », juin 1998.

56. E. Jondeau and M. Rockinger, "Estimating Gram-Charlier Expansions with Positivity Constraints," January 1999.
57. S. Avouyi-Dovi and E. Jondeau, "Interest Rate Transmission and Volatility Transmission along the Yield Curve," January 1999.
58. S. Avouyi-Dovi et E. Jondeau, « La modélisation de la volatilité des bourses asiatiques », janvier 1999.
59. E. Jondeau, « La mesure du ratio rendement-risque à partir du marché des euro-devises », janvier 1999.
60. C. Bruneau and O. De Bandt, "Fiscal Policy in the Transition to Monetary Union: A Structural VAR Model," January 1999.
61. E. Jondeau and R. Ricart, "The Information Content of the French and German Government Bond Yield Curves: Why Such Differences?," February 1999.
62. J.-B. Chatelain et P. Sevestre, « Coûts et bénéfices du passage d'une faible inflation à la stabilité des prix », février 1999.
63. D. Irac et P. Jacquinot, « L'investissement en France depuis le début des années 1980 », avril 1999.
64. F. Mihoubi, « Le partage de la valeur ajoutée en France et en Allemagne », mars 1999.
65. S. Avouyi-Dovi and E. Jondeau, "Modelling the French Swap Spread," April 1999.
66. E. Jondeau and M. Rockinger, "The Tail Behavior of Stock Returns: Emerging Versus Mature Markets," June 1999.
67. F. Sédillot, « La pente des taux contient-elle de l'information sur l'activité économique future ? », juin 1999.
68. E. Jondeau, H. Le Bihan et F. Sédillot, « Modélisation et prévision des indices de prix sectoriels », septembre 1999.
69. H. Le Bihan and F. Sédillot, "Implementing and Interpreting Indicators of Core Inflation: The French Case," September 1999.
70. R. Lacroix, "Testing for Zeros in the Spectrum of an Univariate Stationary Process: Part I," December 1999.
71. R. Lacroix, "Testing for Zeros in the Spectrum of an Univariate Stationary Process: Part II," December 1999.
72. R. Lacroix, "Testing the Null Hypothesis of Stationarity in Fractionally Integrated Models," December 1999.
73. F. Chesnay and E. Jondeau, "Does correlation between stock returns really increase during turbulent period?," April 2000.
74. O. Burkart and V. Coudert, "Leading Indicators of Currency Crises in Emerging Economies," May 2000.
75. D. Irac, "Estimation of a Time Varying NAIRU for France," July 2000.

76. E. Jondeau and H. Le Bihan, "Evaluating Monetary Policy Rules in Estimated Forward-Looking Models: A Comparison of US and German Monetary Policies," October 2000.
77. E. Jondeau and M. Rockinger, "Conditional Volatility, Skewness, and Kurtosis: Existence and Persistence," November 2000.
78. P. Jacquinot et F. Mihoubi, « Modèle à Anticipations Rationnelles de la CONjoncture Simulée : MARCOS », novembre 2000.
79. M. Rockinger and E. Jondeau, "Entropy Densities: With an Application to Autoregressive Conditional Skewness and Kurtosis," January 2001.
80. B. Amable and J.-B. Chatelain, "Can Financial Infrastructures Foster Economic Development?," January 2001.
81. J.-B. Chatelain and J.-C. Teurlai, "Pitfalls in Investment Euler Equations," January 2001.
82. M. Rockinger and E. Jondeau, "Conditional Dependency of Financial Series: An Application of Copulas," February 2001.
83. C. Florens, E. Jondeau and H. Le Bihan, "Assessing GMM Estimates of the Federal Reserve Reaction Function," March 2001.
84. J.-B. Chatelain, "Mark-up and Capital Structure of the Firm facing Uncertainty," June 2001.
85. B. Amable, J.-B. Chatelain and O. De Bandt, "Optimal capacity in the Banking Sector and Economic Growth," June 2001.
86. E. Jondeau and H. Le Bihan, "Testing for a Forward-Looking Phillips Curve. Additional Evidence from European and US Data," December 2001.
87. G. Cette, J. Mairesse et Y. Kocoglu, « Croissance économique et diffusion des TIC : le cas de la France sur longue période (1980-2000) », décembre 2001.

Pour tous commentaires ou demandes sur les Notes d'Études et de Recherche, contacter la bibliothèque du Centre de recherche à l'adresse suivante :

For any comment or enquiries on the Notes d'Études et de Recherche, contact the library of the Centre de recherche at the following address :

BANQUE DE FRANCE  
41-1391 - Centre de recherche  
75049 Paris Cedex 01  
tél : 01 42 92 49 55  
fax : 01 42 92 62 92  
email : [thierry.demoulin@banque-france.fr](mailto:thierry.demoulin@banque-france.fr)