

Juin 2006

*Impacts macro et microéconomiques des
Technologies de l'Information et de la
Communication*

Etat des connaissances en 2006

Rapport du Groupe de travail 2005

Piloté par la DGTPE, l'INSEE et la Mission pour l'Economie Numérique

Rapporteurs :

Benjamin Guédou (DGTPE)

Claire Lelarge (INSEE)

Animateurs :

Didier Blanchet (INSEE)

Stéphane Gallon (DGTPE)

Henri Lamotte (DGTPE)

Les rapporteurs remercient :

Les personnes auditionnées pour la qualité de leurs interventions.

Marie-Elise Dumans et William Roos (DGTPE) pour leur participation active à l'organisation du groupe de travail et à la rédaction des compte rendus de séance et du présent rapport.

Gérard Belet et Jean-Luc Schneider (DGTPE), ainsi que tous les membres du groupe pour leurs remarques, corrections et relecture attentives.

la Mission Economie Numérique pour son soutien matériel et la maintenance de l'extranet du groupe de travail.

Introduction

A la demande de la Mission pour l'Economie Numérique (MEN), la DGTPE¹ et l'INSEE² ont relancé fin 2004 un groupe de travail consacré aux aspects macro et microéconomiques des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC). Un premier groupe de travail avait déjà remis un rapport en 2001³, articulé en trois points : la question de la mesure de la place des TIC dans l'économie, le point sur les mécanismes théoriques par lesquels les TIC sont susceptibles d'affecter la croissance, et une revue des travaux empiriques sur l'impact effectif de ces TIC. Ce rapport ne plaidait pas en faveur d'un soutien spécifique à l'investissement TIC des entreprises, arguant que celles-ci restent les mieux placées pour juger de leur besoins dans ce domaine. Il recommandait en revanche un renforcement de l'effort de formation (des salariés et des étudiants), dont les effets seraient sensibles à moyen ou long terme. Il plaidait aussi pour une certaine attention aux questions de diffusion spatiale de l'accès aux TIC. Ce rapport prévoyait enfin la création, quelques années plus tard, d'un nouveau groupe de travail sur le sujet afin d'actualiser les résultats obtenus.

Divers travaux ont été réalisés depuis 2001, tant sur la contribution des TIC à la productivité des entreprises que sur l'analyse de l'éclatement de la bulle Internet en 2001. Il était donc nécessaire de procéder à une nouvelle synthèse des études existantes et de leurs implications de politique économique, la question restant de savoir s'il est possible d'accroître la croissance en France par un renforcement des secteurs producteurs de TIC, et par un usage plus important ou plus efficace des TIC.

Le groupe de travail a officiellement été relancé en octobre 2004 par une lettre de mission de M. Guillaume, président de la Mission pour l'Economie Numérique (cf. annexe 1) à l'attention de MM. Charpin et Tavernier, respectivement directeur général de l'INSEE et directeur des politique économique de la DGTPE. Il regroupait des membres de la DGTPE, de la MEN, de l'INSEE, de la DGE⁴, de l'IGF⁵, du CAE⁶ (cf. annexe 2), ainsi que des professionnels du secteur des TIC. Il s'est réuni à treize reprises entre octobre 2004 et septembre 2005 (cf. annexe 3). Le lecteur intéressé par des analyses détaillées pourra consulter les comptes-rendus des différentes séances accessibles sur le site internet de la MEN⁷. Un rapport intermédiaire, consacré essentiellement à l'analyse des aspects macroéconomiques, a été publié en octobre 2005⁸.

Ce rapport définitif rassemble et présente les principaux résultats des travaux du nouveau groupe, tant sous un angle macroéconomique (impact des TIC sur la productivité, l'emploi et la croissance) que sous des aspects plus sectoriels (production des TIC, diffusion au sein des secteurs utilisateurs et des ménages), le tout dans une perspective de comparaison internationale entre la France, les autres pays européens et les Etats-Unis notamment. Le rapport formule un certain nombre de recommandations quant aux mesures de politiques publiques susceptibles d'être mises en oeuvre.

On notera que, malgré les nombreux travaux récents pris en compte, toutes les analyses du rapport 2001 n'ont pu être actualisées. Ceci vaut surtout pour les comparaisons internationales

¹ Direction Générale du Trésor et de la Politique Economique.

² Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

³ Texte accessible à l'adresse : <http://www.men.minefi.gouv.fr/webmen/themes/eco/rapport1.html>.

⁴ Direction Générale des Entreprises.

⁵ Inspection Générale des Finances.

⁶ Conseil d'Analyse Economique.

⁷ <http://www.men.minefi.gouv.fr>.

⁸ Egalement disponible sur le site Internet de la Mission Economie Numérique.

à niveau fin, qui relèvent plutôt de l'activité de recherche, et dont la mise à jour n'est donc pas systématique.

Synthèse

En théorie, les TIC, en permettant des gains de productivité, favorisent la croissance économique et peuvent expliquer les écarts de performance observés entre les pays selon leur degré d'implication dans l'« économie numérique ». Empiriquement, les données disponibles permettent d'attribuer aux TIC la moitié de l'écart de croissance entre la France et les Etats-Unis sur la période 1995-2001, soit avant l'éclatement de la bulle Internet et le ralentissement de l'activité de 2001.

Les TIC favorisent la croissance économique non seulement à travers les forts gains de productivité des secteurs producteurs de TIC, mais aussi par l'utilisation des TIC dans les secteurs consommateurs. Ainsi, la faible importance du secteur producteur en France (5% de la valeur ajoutée contre 9% aux Etats-Unis) explique en partie que la France ait moins tiré profit des TIC que les Etats-Unis (et aussi qu'elle ait moins pâti de l'éclatement de la bulle Internet). Toutefois, les deux tiers de l'écart de performance seraient imputables à l'adoption moins massive des TIC par les secteurs consommateurs, et à une utilisation moins efficace de ces technologies. Le premier effet est en partie lié à la faible spécialisation française dans des secteurs potentiellement grands utilisateurs des TIC (finances, banques, etc.).

En ce qui concerne les secteurs utilisateurs des TIC, le retard français est à nuancer compte tenu d'un probable surinvestissement en TIC aux Etats-Unis à la fin des années 1990 (au delà d'un certain niveau d'accumulation, l'effet marginal des dépenses d'équipement TIC sur la croissance est très faible). Il devrait cesser de s'accroître puis se résorber naturellement du fait de la concurrence accrue entre les entreprises utilisatrices (mondialisation) et de la forte baisse des prix (liée entre autres à l'affaiblissement du dollar) qui incitent les entreprises françaises à s'équiper. L'investissement des entreprises en TIC (notamment dans les PME) sera aussi d'autant plus fort que la pression concurrentielle accélérera leur réorganisation et que cette réorganisation pourra se faire à faibles coûts.

En ce qui concerne les secteurs producteurs des TIC, il ne paraît pas réaliste de tenter de recréer en France certaines activités sinistrées (industrie du matériel informatique par exemple) ou d'autres (édition logicielle) dont les marchés, très concentrés à cause des externalités de réseaux, ne peuvent plus être contestés aux leaders étrangers, et pour lesquels la France ne présente pas d'avantage particulier de compétitivité-coût. La France présente en revanche une spécialisation historique dans la prestation de services, laquelle engendre davantage d'emploi mais présente des externalités moindres sur le reste de l'économie qu'une spécialisation dans l'industrie. Par conséquent, mieux vaut s'appuyer, par une offre innovante, sur les secteurs où la France jouit d'avantages comparatifs et est déjà présente : services informatiques mais aussi logiciels embarqués, semi-conducteurs, infrastructures télécoms. L'effort de R&D doit rester important (en France 3,5% du chiffre d'affaires des secteurs TIC, contre 1,9% en moyenne dans l'Union Européenne). Ceci devrait inciter les pouvoirs publics à maintenir les outils transversaux de soutien à la R&D des entreprises et à favoriser la concentration des moyens des secteurs forts dans des pôles d'excellence, où les externalités de R&D pourront jouer à plein. Pour ce qui concerne plus spécifiquement l'édition logicielle, il vaudrait mieux conserver une commande publique neutre (choisissant les produits les plus performants, libres ou non), et refuser la brevetabilité des logiciels pour favoriser la présence d'une vraie concurrence face à l'oligopole voire au monopole de producteurs étrangers.

En ce qui concerne les ménages, rien ne paraît justifier une intervention publique, le retard à l'équipement se comblant spontanément. Fin 2005, 48% des ménages disposent d'un ordinateur, et l'utilisation d'Internet s'accroît (en particulier 83% des internautes connectés

depuis chez eux le sont à haut débit). Le commerce électronique prend de l'importance (+60% en valeur entre 2003 et 2004) aux côtés du commerce traditionnel auquel il oppose une concurrence croissante dans certains domaines (voyages,...) mais dont il est également en partie un complément (apparition de nouveaux services intermédiaires). Toutefois, les ventes sur Internet font encore face à des freins culturels (méfiance à l'égard du vendeur et du paiement en ligne) que l'on pourrait lever en améliorant l'information des utilisateurs. Enfin, le développement des communautés en ligne et des réseaux de partage de fichiers numériques, qui a accru le bien-être des utilisateurs, est parallèlement susceptible de réduire l'incitation à la création artistique. Les technologies de gestion des droits numériques (DRM) appliquées à la vente légale en ligne pourraient permettre aux industries concernées de maintenir leur rémunération et de contrôler en partie la diffusion des œuvres tout en profitant ponctuellement des possibilités de diffusion gratuite (par exemple pour faire découvrir des artistes). Si les outils DRM s'avéraient insuffisants, des solutions complémentaires ou alternatives (par exemple taxe sur l'accès à Internet ou les « flux remontants »⁹) pourraient être envisagées.

⁹ Le flux remontant (ou *upload*) désigne la transmission d'informations d'un système de données local (poste client) à un système de données distant (serveur).

Sommaire

Introduction	3
Synthèse	5
Sommaire.....	7
I - L'impact macroéconomique des TIC sur la croissance	9
I.1 Depuis les années 1990, la croissance économique est moins rapide en France qu'aux Etats-Unis, du fait notamment de gains de productivité moins importants, en particulier dans le secteur des services.	9
I.2 L'impact macroéconomique des TIC transite par des gains de productivité aussi bien dans les secteurs producteurs que dans les secteurs utilisateurs de ces technologies.....	11
I.3 Les TIC ont contribué pour un tiers de la croissance américaine et pour un quart de la croissance française entre 1995 et 2000. Elles expliquent la moitié de l'écart de croissance entre les deux pays sur cette période.	12
II - Facteurs explicatifs de l'écart France - Etats-Unis sur la contribution des TIC à la croissance de la productivité : les rôles respectifs des secteurs producteurs et utilisateurs de TIC	16
II.1 La part des secteurs producteurs de TIC dans le PIB est près de deux fois moins importante en France qu'aux Etats-Unis, ce qui explique les gains plus faibles de productivité imputables à ces secteurs mais aussi les conséquences moindres de l'éclatement de la bulle Internet sur l'économie française.	16
II.2 L'utilisation des TIC dans les entreprises engendre au niveau agrégé des gains de productivité beaucoup plus importants aux Etats-Unis qu'en France, grâce notamment à une plus grande spécialisation dans les secteurs fortement utilisateurs (banque, finance, assurance).	20
II.3 La différence de spécialisation dans la production de TIC explique 15% du retard de productivité entre la France et les Etats-Unis, alors que l'utilisation moins massive et moins efficace de ces technologies en explique près de 40%.	22
III - Les secteurs producteurs de TIC en France	24
III.1 Pour certaines activités de production de TIC, le déclin de la France semble irréversible, soit en raison de la compétitivité-coût des pays concurrents (émergents), soit en raison de la nature désormais oligopolistique de certains marchés qui paraissent difficilement contestables (barrière à l'entrée, etc.).	24
III.2 La France est compétitive à l'échelle internationale dans la prestation de services informatiques et de télécommunications, où elle s'est spécialisée et dispose d'avantages comparatifs, ainsi que dans les industries de semi-conducteurs et les logiciels embarqués.	26
III.3 La spécialisation de la France dans les services TIC crée (ou préserve) davantage d'emplois mais dégage moins de valeur ajoutée qu'une spécialisation dans la production industrielle de biens technologiques.	29
III.4 Recommandations de politique publique : l'octroi d'aides spécifiques aux secteurs producteurs de TIC n'apparaît pas justifié économiquement ; en revanche il est souhaitable de soutenir l'effort de R&D de façon transversale et de promouvoir la concurrence sur les marchés présentant une offre trop concentrée.	33
IV - Les secteurs utilisateurs de TIC en France	37
IV.1 En France, le niveau de l'équipement des entreprises, et en particulier des PME, est inférieur à ceux observés dans les autres pays européens et aux Etats-Unis.	37
IV.2 L'écart d'investissement en TIC des entreprises françaises par rapport aux entreprises américaines s'explique conjointement par une sur-accumulation de TIC aux Etats-Unis, par	

des prix jusqu'ici plus élevés en France mais surtout par une structure industrielle moins propice à l'adoption massive de ces technologies en France.	39
IV.3 Les entreprises n'utilisent efficacement les TIC qu'en accompagnant leurs investissements de changements organisationnels. L'adoption des TIC semble induire une montée en qualification et d'un rajeunissement de la main d'œuvre. Toutes ces évolutions sont plus difficiles en France qu'aux Etats-Unis.	40
IV.4 Recommandations de politique publique : accroître l'équipement en TIC des entreprises n'est pas un objectif en soi. Cela s'effectuera naturellement si les TIC sont nécessaires à leur compétitivité (développement de concurrence) et l'aide directe à l'équipement des entreprises non utilisatrices de TIC présente plus de risque que d'avantage (incapacité à se réorganiser).	42
V - L'utilisation des TIC par les ménages en France	44
V.1 Le retard relatif des ménages français sur ceux des autres pays d'Europe de l'Ouest les plus avancés et des Etats-Unis en ce qui concerne l'adoption des TIC se comble naturellement. Dans certains domaines (connexion à Internet haut débit), la France présente même aujourd'hui une certaine avance.	44
V.2 Les ménages français réalisent de plus en plus d'achats sur Internet, cependant le développement du commerce électronique est confronté à des obstacles liés à des imperfections d'information que l'Etat doit résorber.	46
V.3 La numérisation de l'information a fait naître des communautés d'échanges gratuits de produits et de connaissances sur Internet. Elles améliorent fortement l'information du consommateur sur les produits et permettent la diffusion gratuite des biens culturels numérisés mais peuvent menacer ou réduire la rémunération de la création intellectuelle.	48
Bibliographie	52
Annexe 1 : Lettre de mission	57
Annexe 2 : Liste des membres du groupe de travail	59
Annexe 3 : Séances, intervenants et thèmes abordés	60
Annexe 4 : Le cadre théorique de la comptabilité de la croissance	64

I - L'impact macroéconomique des TIC sur la croissance

Cette section est consacrée à l'impact global des TIC sur la productivité du travail dans les économies industrielles. Elle confronte des éléments de la théorie économique avec un certain nombre de résultats empiriques permettant d'appréhender les écarts de croissance observés entre les pays ces dix dernières années. Les contributions respectives de la production de TIC d'une part et de l'utilisation des nouvelles technologies dans les différents secteurs de l'économie d'autre part, seront analysées plus en détail dans la section II.

1.1 Depuis les années 1990, la croissance économique est moins rapide en France qu'aux Etats-Unis, du fait notamment de gains de productivité moins importants, en particulier dans le secteur des services.

Entre 1995 et 2004, les Etats-Unis ont connu en moyenne une croissance annuelle de plus d'un point supérieure à celle de l'UE15 (cf. tableau 1). Même si la plus grande part de cet écart peut être rapportée à des écarts de croissance démographique (moins de vieillissement, plus forte immigration aux Etats-Unis), et à des différences dans la mobilisation du facteur travail (plus forte participation au marché du travail, moins de chômage et plus forte durée annuelle du travail aux Etats-Unis), une autre partie de cet écart renvoie à un différentiel de croissance de la productivité du travail¹⁰. Cette dernière est notamment fonction de l'accumulation de capital productif et du progrès technique, tous deux pouvant être liés au développement des TIC.

L'étude¹¹ des taux de croissance de la productivité en Europe et aux Etats-Unis sur deux périodes (1995-2000 et 2000-2004) et suivant deux approches (productivité horaire et par tête) met en évidence un ralentissement marqué de la France. Sur la période 1995-2000, la productivité par tête n'y a cru que de 1,2% par an contre 2,5% aux Etats-Unis, tandis la comparaison des gains de productivité horaire est plus favorable à la France (+2,5% contre +2,3% aux Etats-Unis)¹². Sur une période plus récente (2000-2004), on retrouve des messages cohérents pour les deux indicateurs : les productivités horaire et par tête décrochent toutes deux d'environ 1,3 point par an en France par rapport aux Etats-Unis, avec des taux de croissance respectivement de 1,5% et 0,7% par an pour la France, contre 2,8% et 2,0% par an pour les Etats-Unis.

¹⁰ La productivité à laquelle on s'intéresse peut-être une productivité par tête (auquel cas on mesure le volume de travail par le nombre de personnes en emploi) ou une productivité horaire (auquel cas on mesure le volume de travail par le nombre total d'heures travaillées).

¹¹ Dernière mise à jour de la base de données harmonisées de Timmer, Ypma et Van Ark (2003).

¹² Sur cette période, l'interprétation des chiffres de productivité horaire est compliquée par la mise en œuvre de la Réduction du Temps de Travail (RTT). La RTT a, au moins temporairement, stimulé cette productivité (les premières entreprises à l'avoir mise en œuvre sont celles qui avaient les plus grandes marges d'ajustement en terme d'intensification ou de réorganisation du travail). La période 1995-2000 n'est donc pas forcément très représentative de la tendance de fond de la productivité horaire en France.

Tableau 1 : Taux de croissance annuel moyen du PIB en volume (%), et contributions moyennes de la productivité par tête et par heure travaillée (en points).

	PIB en volume		Productivité apparente par tête		Productivité apparente par heure travaillée	
	1995-2000	2000-2004	1995-2000	2000-2004	1995-2000	2000-2004
France	2,7	1,3	1,2	0,7	2,5	1,5
Allemagne	1,7	0,5	1,4	0,9	2,2	1,2
Italie	2,0	0,9	1,0	-0,8	1,3	-0,4
RU	3,3	2,3	2,1	1,5	2,2	2,1
UE-15	2,7	1,5	1,3	0,8	1,8	1,1
Etats-Unis	4,2	2,4	2,5	2,0	2,3	2,8

Source : Timmer, Ypma et Van Ark (2003), tableaux annexes, mise à jour 2005.

Sur une plus longue période, la France accumule un retard en terme de productivité par tête depuis le début des années 1990, avant donc le développement de la RTT (cf. tableau 2). Entre 1983 et 1990, la France avait connu un phénomène de rattrapage caractérisé par des gains de productivité par tête substantiellement supérieurs à ceux de l'économie américaine (2,5% par an en moyenne, contre 1,2%). Ce processus de « rattrapage » s'interrompt à partir de 1991. La productivité par tête ralentit très fortement en France : son taux de croissance moyen tombe à 1,0% entre 1990 et 1995, alors qu'il se maintient aux Etats-Unis.

La faiblesse de la croissance de la productivité par tête en France depuis 1995 est en partie imputable à la politique d'« enrichissement de la croissance en emplois » (ou *labour deepening*) qui y a été menée. Cette politique a principalement consisté en une réduction du temps de travail (RTT) destinée à accroître l'emploi : à taux de croissance constant, une réduction de la durée du travail nécessite en contrepartie une augmentation du nombre d'emplois si l'accroissement concomitant de la productivité horaire n'est pas suffisant. Entre 1995 et 2000, en dépit d'une légère accélération des gains de productivité horaire, les gains de productivité par tête ont décéléré (cf. tableaux 1 et 2) sous l'effet d'une forte réduction de la durée du travail (-0,8%).

Tableau 2 : Taux de croissance annuel moyen de la productivité par tête, ensemble de l'économie

	1983-1990	1990-1995	1995-2000	1995-2001
France	2,48	1,01	0,91	0,65
Etats-Unis	1,24	1,58	2,16	1,99

Repris de INSEE, *L'Economie Française. Comptes et Dossiers* (2004)

Un examen différencié par secteur montre que ce phénomène de décrochage de la France par rapport aux Etats-Unis est surtout caractéristique des services. Entre 1983 et 2001, la croissance de la productivité du secteur manufacturier est en moyenne plus forte en France, aussi bien en termes de productivité horaire que de productivité par tête, malgré une accélération de la productivité de ce secteur aux Etats-Unis en deuxième moitié de période (+4,1% par an en France contre +4,0% par an aux Etats-Unis entre 1990 et 2001 pour la productivité par tête¹³). Dans les branches non manufacturières, en revanche, la productivité par tête progresse tendanciellement aux Etats-Unis et accélère à partir de 1995 (le rythme de

¹³ Source : « L'Economie Française : Comptes et Dossiers » (2004), INSEE, Collection Références.

croissance passe de 1,1% par an entre 1987 et 1995 à 1,7% par an entre 1995 et 2000) tandis qu'elle stagne en France à partir des années 1990.

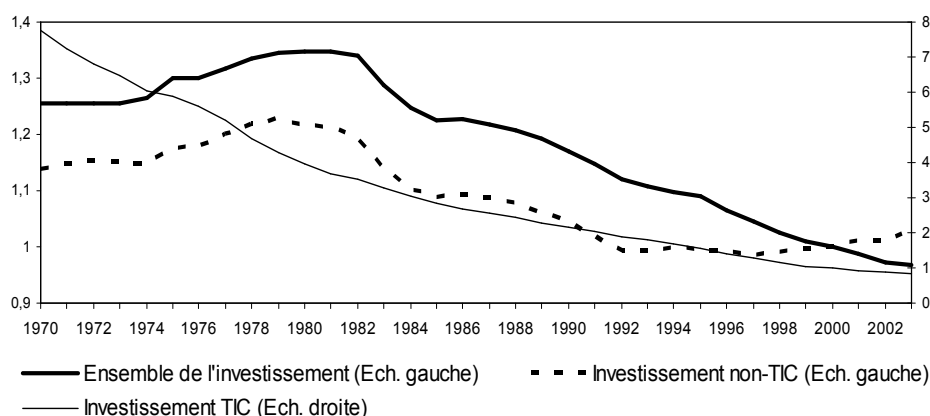
1.2 L'impact macroéconomique des TIC transite par des gains de productivité aussi bien dans les secteurs producteurs que dans les secteurs utilisateurs de ces technologies.

Depuis l'énoncé de son célèbre « paradoxe » par le Prix Nobel d'économie Robert Solow en 1987 (« Nous pouvons voir les ordinateurs partout, sauf dans les statistiques de productivité. »), une abondante littérature économique sur la question des liens entre TIC et croissance, et l'émergence de la « Nouvelle Economie » dans les années 1990, ont enrichi le débat de telle sorte que l'impact macroéconomique de la révolution numérique ne fait plus de doute aujourd'hui.

Plus précisément, l'influence des TIC affecte la croissance potentielle¹⁴ à moyen - long terme par deux effets principaux :

- Les gains de Productivité Globale des Facteurs (PGF) qui, à quantités de capital et de travail données, permettent d'accroître la production¹⁵. Ces gains de PGF peuvent être liés :
 - Aux progrès réalisés par les secteurs producteurs de TIC
 - Au rôle des TIC dans le progrès technique de certains autres secteurs de l'économie
- Les effets de substitution entre les facteurs de production associés à l'accumulation du capital TIC dans les secteurs utilisateurs de TIC¹⁶. A PGF et quantité de travail constantes, cet accroissement de capital permet d'augmenter la production. Cette accumulation est stimulée par la baisse des prix relatifs des TIC (cf. graphique 1).

Graphique 1: Indice du prix relatif de l'investissement par rapport au prix de la valeur ajoutée États-unis - Ensemble du secteur privé



A partir des données du BEA (Van Ark et alii, 2002 repris par Cette, 2004)

Enfin, il faut également préciser que les conditions de réalisation des gains de productivité liés aux TIC dépendent de nombreux autres facteurs tels que l'adéquation des qualifications de la

¹⁴ Le taux de croissance potentielle est défini comme le taux de croissance soutenable à long terme sans tension excessive dans l'économie. Un accroissement de la croissance potentielle (concept proche de la notion de « capacité à produire ») ne garantit pas une augmentation de la croissance réalisée.

¹⁵ La localisation des gains de productivité dans les secteurs dépend des conventions de partage volume-prix retenues pour les IC (Cette, Mairesse, Kocoglu 2003). Dans la suite, la PGF liée aux TIC est le plus souvent localisée uniquement dans les secteurs producteurs.

¹⁶ *Capital deepening* : accroissement du capital par tête, notamment par une substitution de capital au travail.

main-d'œuvre ou des modalités d'organisation du travail sur lesquels ce rapport reviendra en détail ultérieurement.

1.3 Les TIC ont contribué pour un tiers de la croissance américaine et pour un quart de la croissance française entre 1995 et 2000. Elles expliquent la moitié de l'écart de croissance entre les deux pays sur cette période.

1.3.1 D'après des comparaisons internationales de décomposition de la croissance, la contribution des TIC aux gains de productivité est plus faible en France qu'aux Etats-Unis.

Une première méthode d'analyse de l'impact des TIC sur l'évolution de la productivité du travail consiste à imputer à chaque facteur de production (dont le « capital TIC ») une part de la croissance observée et d'attribuer le résidu au progrès technique (PGF). Cette méthode standard est appelée « comptabilité de la croissance » (cf. annexe 4).

Une décomposition fine de la croissance de la productivité sur données françaises¹⁷ démontre que, sur la période 1983-2002, la contribution globale du capital à la croissance annuelle a diminué (de 1,51 point sur la période 1983-1990 à 1,07 point sur la période 1995-2002)¹⁸, mais que la contribution du capital TIC s'accélérait au contraire (de 0,40 à 0,53 point), du fait notamment de la baisse du prix relatif des TIC par rapport au reste du capital.

Sur données internationales (cf. tableau 3), outre la grande sensibilité des estimations aux conventions comptables utilisées, on observe que les TIC ont davantage contribué à la croissance aux Etats-Unis qu'en France sur la période 1995-2001/2002, ceci pour deux raisons :

- La contribution de la PGF des secteurs producteurs de TIC est importante et croissante aux Etats-Unis, tandis qu'en France, elle est moindre et variable, car très influencée par le cycle économique (cf. ligne intitulée « PGF, branches TIC » dans le tableau 3).
- La diffusion des TIC dans le reste de l'économie est moindre en France (secteurs utilisateurs ; cf. ligne « capital deepening, total TIC » du tableau 3). Pour l'économie américaine, l'effet *capital deepening* en TIC estimé par Jorgensen et alii représente plus de la moitié de l'effet *capital deepening* global.

¹⁷ « L'Economie Française : Comptes et Dossiers » (2004), INSEE, Collection Références.

¹⁸ Conséquence notamment des politiques d'enrichissement de la croissance en emploi menées en France sur cette période et qui ont entraîné une substitution du travail au capital.

Tableau 3 : Décomposition du taux de croissance annuelle de la productivité du travail, comparaisons internationales

	Etats-Unis					France		
	Oliner et Sichel (2002)			Jorgenson, Ho, Stiroh (2002)		Cette, Mairesse, Kocoglu (2002, 2004)		
	1974-1990	1990-1995	1995-2001	1973-1995	1995-2000	1980-1990	1990-1995	1995-2002
Productivité	1,36%	1,54%	2,43%	1,44%	2,36%	2,69%	1,54%	0,88%
Capital Deepening, dont :								
Total TIC	0,77 pt	0,52 pt	1,19 pt	0,88 pt	1,40 pt	1,39 pt	1,68 pt	0,57 pt
Capital non TIC	0,41 pt	0,46 pt	1,02 pt	0,32 pt	0,76 pt	0,23 pt	0,19 pt	0,37 pt
Capital non TIC	0,37 pt	0,06 pt	0,17 pt	0,56 pt	0,64 pt	1,16 pt	1,49 pt	0,20 pt
Qualité du travail	0,22 pt	0,45 pt	0,25 pt	0,23 pt	0,17 pt	-	-	-
Durée du travail	-	-	-	-	-	-0,40 pt	-0,14 pt	-0,59 pt
PGF, dont :								
Branches TIC	0,37 pt	0,58 pt	0,99 pt	0,33 pt	0,80 pt	1,70 pt	0,01 pt	1,01 pt
Branches TIC	0,26 pt	0,41 pt	0,76 pt	0,24 pt	0,51 pt	0,41 pt	0,14 pt	0,64 pt
Branches hors TIC	0,11 pt	0,17 pt	0,23 pt	0,08 pt	0,23 pt	1,29 pt	-0,15 pt	0,37 pt

Repris de "Productivité et Croissance", rapport du CAE, p. 60.

Productivité horaire dans Oliner et Sichel (2002) et Jorgenson, Ho et Stiroh (2002) ; productivité par tête dans Cette, Mairesse et Kocoglu (2002, 2004)

Pour des comparaisons internationales élargies mais ne portant pas sur la période récente, voir Colecchia et Schreyer (2002)

D'autres travaux de comparaison internationale aboutissent à des conclusions similaires. L'OCDE¹⁹ estime que, sur la période 1990-1995, la contribution du capital TIC (resp. hors TIC) à la croissance vaut 0,16 pt (resp. 0,70 pt) pour la France, et 0,51 pt (resp. 0,22 pt) pour les Etats-Unis. Sur la dernière période étudiée (1995-2002), le retard reste important avec une contribution de 0,32 pt (resp. 0,47 pt) pour la France, à comparer à 0,84 pt (resp. 0,36 pt) pour les Etats-Unis.

Au final, entre 1995 et 2000, les TIC auraient contribué pour 1,3 à 1,5 point de croissance annuelle aux Etats-Unis (un tiers de la croissance du PIB et 60% des gains de productivité) et pour seulement 0,7 point de croissance annuelle en France (un quart de la croissance du PIB et également 60% des gains de productivité). Les TIC permettraient donc d'expliquer environ 50% de l'écart de croissance entre la France et les Etats-Unis sur cette période. En effet, sur un écart moyen de 1,3 point de croissance annuel de la productivité par tête entre les deux pays, environ 0,7 point serait imputable à un moindre développement des TIC en France (secteurs producteurs et utilisateurs confondus). Ces estimations se fondent cependant sur des données issues de sources différentes et anciennes (voir détail dans la section II). Elles restent donc très approximatives.

I.3.2 Les résultats des travaux économétriques de décomposition de la croissance présentent des limites. Ces travaux sont par ailleurs trop rarement actualisés ce qui ne permet pas d'observer les tendances récentes.

Il faut avoir en tête les limites de l'information que les études statistiques de type « comptabilité de la croissance » peuvent apporter. Tout d'abord, l'impact des TIC sur l'évolution de la productivité risque d'être confondu avec l'impact dû à d'autres facteurs : conjoncture, politiques économiques nationales (réformes structurelles), etc.

Par ailleurs, les études macroéconomiques sont confrontées à de nombreux problèmes spécifiques d'estimation et de spécification. Elles reposent sur de nombreuses hypothèses importantes rendues nécessaires par le manque de données, ce qui rend également cruciale la question de l'harmonisation des méthodes pour effectuer des comparaisons internationales.

¹⁹ Résultats obtenus par J-F. Ouvrard sur la base « OECD Productivity Base » (2004).

En particulier, les méthodes de comptabilité de la croissance ne prennent pas en compte les effets de substitution entre les facteurs de production : elles ne considèrent pas qu'une absence d'investissement en TIC pourrait être compensée par un investissement en capital non-TIC ou un accroissement du travail. C'est ainsi que, en utilisant une approche alternative tenant compte de cette possible substitution, Audenis, Deroyon et Fourcade (2005) évaluent l'impact net des TIC sur la productivité du travail à un niveau deux fois inférieur à celui exhibé par la comptabilité de la croissance.

L'impact des TIC sur la croissance, au cours d'une période de temps donnée, dépend du stock global de capital TIC dont dispose l'économie pendant cette période. Or ce stock résulte non seulement de l'accumulation de capital TIC au cours de la période, mais aussi de son niveau initial. Audenis et alii montrent que les méthodes de comptabilité de la croissance ne permettent pas de comparer entre eux des pays qui ont connu / connaissent des trajectoires d'accumulation du capital et des sentiers de prix très différents car elles ne tiennent pas compte des niveaux initiaux mais uniquement des taux de croissance des facteurs de production (cf. annexe 4). Or ce point est susceptible de revêtir une importance cruciale dans l'analyse car les Etats-Unis ont connu une phase d'accumulation initiale de capital TIC plus importante mais aussi plus ancienne que la France (entre 1970 et 1980, la part des investissements en TIC dans PIB est passé de 1,1% à 1,7% aux Etats-Unis tandis qu'elle est restée stable à à peine 1,0% en France²⁰). L'écart de productivité entre les deux pays s'explique donc à la fois par un différentiel de rythme d'accumulation (effectivement mesuré par la comptabilité de la croissance), et également, certainement, par un retard initial qui n'est pas mesuré par cette méthode.

Enfin, au delà des précautions à prendre vis à vis des résultats économétriques obtenus sur l'impact des TIC, la difficulté de rassembler les données ne permet généralement pas une actualisation fréquente des études. Ainsi, les derniers résultats disponibles pour les travaux de décomposition de la croissance (menés notamment par Marcello Estevão ou Bart Van Ark) portent sur la période 1995-2000, c'est à dire avant l'éclatement de la bulle Internet et le ralentissement de l'activité de 2001. On ne dispose malheureusement pas d'estimation plus récente.

²⁰ Source : Cette et alii (2000).

Les évolutions statistiques depuis 2001

Le rapport du groupe de travail de 2001 prévoyait la formation ultérieure d'un nouveau groupe de travail afin d'étudier l'évolution des différents aspects des TIC sur la période post-2001. Le rapport préconisait également un certain nombre d'évolutions d'ordres statistique et méthodologique en vue de ce deuxième groupe de travail.

- Une réforme de la nomenclature statistique permettant de mieux comptabiliser les TIC. Malgré une légère mise à jour en 2003, le système actuel, pensé dans les années 1980 et mis en place au début des années 1990, est aujourd'hui partiellement obsolète du fait de l'évolution des technologies et de l'organisation économique et sociale des entreprises. L'ONU, et par conséquent l'Union européenne et la France, ont décidé de procéder à une importante révision des nomenclatures qui interviendra en 2007 au niveau international et au 1er janvier 2008 aux niveaux européen et français. Cette révision concernera à la fois les principes de structuration des nomenclatures, la nature des liens entre nomenclatures d'activités, nomenclatures de produits et nomenclatures douanières, la constitution de nouvelles sections et divisions, la frontière entre les divisions et la constitution des classes élémentaires. En France, la Commission Nationale des Nomenclatures Economiques et Sociales (CNNES) a été instituée auprès de l'INSEE en avril 2005 pour élaborer et tenir à jour les nomenclatures officielles de produits et d'activités.

- La reprise de l'enquête sur l'organisation du travail et l'extension de cette enquête au secteur tertiaire. L'enquête sur les Changements Organisationnels et l'Informatisation (COI) est un dispositif d'enquêtes couplées entreprises / salariés qui permet d'évaluer les effets des nouvelles organisations et formes de management sur le travail, en lien avec l'utilisation des TIC. Après une première enquête réalisée en 1997, une deuxième est lancée en 2006, avec un dispositif partiellement renouvelé et l'émergence de nouvelles thématiques (les interactions entre salariés au sein de l'entreprise, la tendance à la centralisation dans le pilotage de l'entreprise, la formation des compétences, le développement d'Internet et du commerce électronique, etc.). Par ailleurs, l'enquête COI 2006 est articulée à un projet d'enquête européenne sur les TIC (l'ensemble étant baptisé « COI-TIC »). Enfin, le champ de l'enquête est élargi au delà de l'industrie, aux secteurs de l'énergie, de la construction, des transports, du commerce, de l'hôtellerie et restauration, des services aux entreprises, des services financiers et des médias.

II - Facteurs explicatifs de l'écart France - Etats-Unis sur la contribution des TIC à la croissance de la productivité : les rôles respectifs des secteurs producteurs et utilisateurs de TIC

Cette section vise à préciser les contributions respectives à la croissance de la productivité des secteurs producteurs de TIC et des secteurs utilisateurs (mais non producteurs) de TIC. Elle s'attache à mettre en évidence le rôle de chacun dans la moindre croissance de la productivité en France par rapport aux Etats-Unis dans les années 1990. La dernière partie de la section propose une décomposition de la contribution des TIC à cet écart de croissance, en distinguant ce qui est imputable à la production de TIC de ce qui est imputable à leur utilisation.

II.1 La part des secteurs producteurs de TIC dans le PIB est près de deux fois moins importante en France qu'aux Etats-Unis, ce qui explique les gains plus faibles de productivité imputables à ces secteurs mais aussi les conséquences moindres de l'éclatement de la bulle Internet sur l'économie française.

II.1.1 Les gains importants de productivité dans la production des TIC contribuent à la croissance des économies européennes et américaines. Cette contribution est plus faible en France qu'aux Etats-Unis du fait d'une moindre spécialisation dans ces secteurs.

Comme expliqué dans la section I, les secteurs producteurs de TIC (production de matériel informatique, de matériel de télécommunication et de logiciels, et services associés) contribuent à la croissance économique. Ces secteurs, intensifs en R&D, représentent une part importante des gains de productivité réalisés dans l'ensemble de l'économie car ce sont ceux qui présentent les taux de croissance de productivité les plus importants, aux Etats-Unis comme en France et dans les autres pays européens (cf. tableau 4). Le différentiel France-Etats-Unis en terme de contribution de la production de TIC à la croissance peut provenir :

- i) d'un secteur TIC moins innovant en France ;
- ii) et du fait qu'il pèse moins dans l'économie nationale que dans l'économie américaine.

Tableau 4 : Comparaison des taux de croissance annuels moyens de la productivité horaire, entre secteurs producteurs de TIC et ensemble de l'économie

En %		France	Allemagne	Italie	Royaume Uni	Etats-Unis
1979-1990	Secteurs producteurs de TIC	8	7,8	6,9	8,9	8,5
	Ensemble de l'Economie	3,1	2,2	2,2	2,1	1,4
1990-1995	Secteurs producteurs de TIC	3,1	6,2	5,3	9,5	7,4
	Ensemble de l'Economie	1,6	2,5	2,4	3,2	1,2
1995-2001	Secteurs producteurs de TIC	5,2	10,5	5,4	8	8
	Ensemble de l'Economie	1,5	2	0,8	2,2	2,3

Repris de Estevão (2004), p. 15.

Selon Estevão, il y a eu un décrochage entre la France et les Etats-Unis en terme croissance de la productivité horaire des secteurs producteurs de TIC dans les années 1990, indépendamment du poids relatif de ces secteurs dans chacune des économies : cette croissance a été de 3,1% par an en France contre 7,4% aux Etats-Unis entre 1990 et 1995 puis de 5,2% contre 8% entre 1995 et 2001 (cf. lignes « Secteurs producteurs de TIC » du tableau 4).

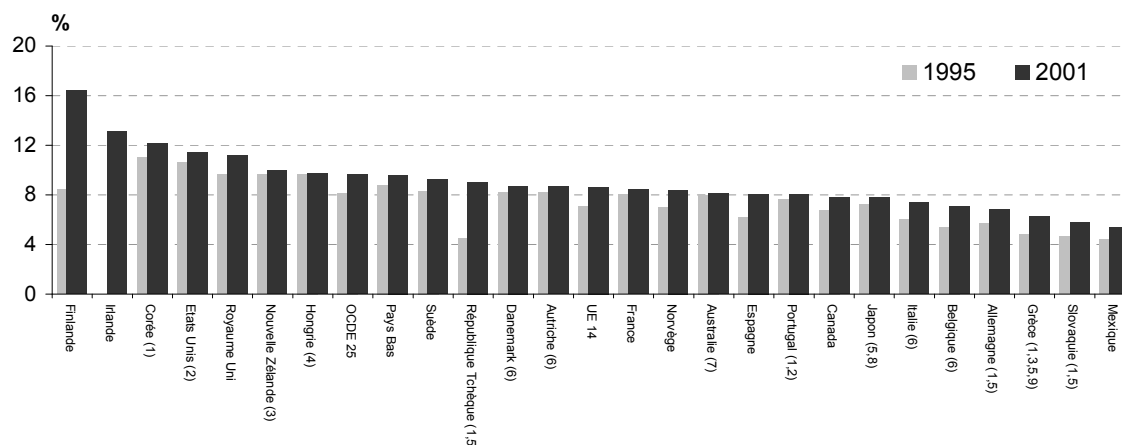
Par ailleurs, la part des secteurs producteurs de TIC dans l'ensemble de la valeur ajoutée varie sensiblement d'un pays à l'autre selon la spécialisation de l'économie, et l'impact potentiel de ces secteurs sur la croissance économique globale varie d'autant : selon Estevão, en 1999, le secteur producteur de TIC représentait 4,6% de la Valeur Ajoutée (VA) en France contre 8,7% aux Etats-Unis. Avec une nomenclature différente (basée sur les produits et non sur les secteurs) et des données de 2001²¹, l'OCDE propose des séries harmonisées permettant de comparer la part que représente la production de TIC dans les différentes économies développées (cf. graphique 2) : la France apparaît moins spécialisée dans ce secteur (8,5% de la VA) que le Royaume-Uni (11,2%) ou les Etats-Unis (11,4%). L'Allemagne serait encore moins spécialisée (6,9%). Enfin, sur des bases statistiques nationales datant de 2001, l'IDATE et Rexecode évaluent la part de la production de TIC²² à 5,1% du PIB en France contre 8,1% aux Etats-Unis. Quelles que soient les sources, le diagnostic reste le même.

Le poids de la production de TIC est donc relativement peu important en France par rapport à ce qu'il est dans l'économie américaine, et la France bénéficie relativement peu de l'expansion des échanges mondiaux de ce type de biens (depuis 2001, la production dans le secteur TIC est de nouveau en croissance aux Etats-Unis alors qu'elle reste stable en France), si bien que les gains potentiels de productivité pour l'ensemble de l'économie sont a priori plus faibles qu'aux Etats-Unis. Ainsi, entre 1995 et 2001, les moindres gains de productivité horaire de la France par rapport aux Etats Unis (+1,5% contre +2,3%, cf. ligne « Ensemble de l'économie » du tableau 4) sont en partie liés à une contribution plus faible des secteurs producteurs de TIC, non seulement car ceux-ci présentent en France des gains de productivités intrinsèques plus faibles (+5,5% contre +8%) mais aussi car leur poids dans l'économie est moins important qu'aux Etats-Unis.

²¹ A considérer avec une certaine précaution puisque la crise de 2001 a durement touché les secteurs producteurs de TIC (cf. section II.1.2). L'importance des écarts pourrait être différente sur des données plus récentes.

²² Sans les activités postales mais avec le commerce de gros de matériel TIC.

Graphique 2 : Part des TIC dans la valeur ajoutée totale (ensemble du secteur privé)



(1) La location de biens TIC (7123) n'est pas disponible.

(2) 1996 au lieu de 1995.

(3) Les services postaux sont inclus dans les services de télécommunication.

(4) 1998 au lieu de 1995.

(5) La "vente de gros" TIC n'est pas disponible.

(6) 2002.

(7) 1998/99 et 2000/01 au lieu de 1995 et 2001 respectivement.

(8) Comprend uniquement la part liée aux activités informatiques (72).

(9) "Autres biens manufacturiers TIC" comprend les équipements de télécommunication, câbles et instruments de précision, à l'exception de la Grèce, avec seulement les équipements de télécommunication. "Autres services TIC" comprend la commerce de gros et la location de biens TIC.

Source: Estimations OECD, basées sur des sources nationales; bases de données STAN et Comptes Nationaux, Mars 2004

Cette sous-représentation des TIC dans l'économie française est constatée surtout dans la production de matériel et moins dans les services. Même au sein de l'Europe, la France apparaît comme peu présente dans le secteur TIC, excepté dans les équipements de télécommunication.

Selon d'autres estimations dues à Van Ark²³ (cf. tableau 5), la contribution des secteurs producteurs de TIC aux gains de productivité par tête a été environ deux fois moins importante pour l'économie française que pour l'économie américaine entre 1996 et 1999 (0,4 pt contre 0,7 pt aux Etats-Unis, soit un rapport de 1 à 1,75), ce qui est cohérent avec le poids du secteur dans la valeur ajoutée (5,1% contre 8%²⁴, soit un rapport de 1 à 1,6). Sous l'hypothèse que le taux de croissance de l'emploi est le même dans le secteur des TIC et dans les autres secteurs, ceci revient à dire que, à poids égal dans le PIB, les secteur producteur de TIC contribuerait presque autant à la croissance de la productivité en France et aux Etats-Unis. Il faut toutefois mettre l'accent sur le fait que ces estimations s'arrêtent en 1999, et elles concernent la productivité par tête (et non horaire), sur laquelle la réduction du temps de travail (RTT) en France à partir de 1998²⁵ a pu influencer.

²³ Van Ark (2001), « The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective », OECD STI Working Paper, N° 2001/5.

²⁴ Source : Enquête IDATE-Rexecode (2004) sur données de 2001.

²⁵ La période 1996-1999 est toutefois suffisamment ancienne pour que la RTT, mise en place à partir de 1998, n'affecte pas trop la comparaison France -Etats-Unis.

Tableau 5 : Taux de croissance annuel moyen de la productivité par tête et contribution des secteurs producteurs de TIC

		France	Etats-Unis
1990-1995	Ensemble de l'économie	1,1%	1,2%
	dont secteurs producteurs de TIC <i>(contribution)</i>	0,2 pt <i>(18%)</i>	0,3 pt <i>(25%)</i>
1996-1999	Ensemble de l'économie	1,3%	2,1%
	dont secteurs producteurs de TIC <i>(contribution)</i>	0,4 pt <i>(30%)</i>	0,7 pt <i>(33%)</i>

Source : Van Ark (2001)

En conclusion, sur la période 1995-2000, les gains de productivité des secteurs TIC ont certes été moins importants en France qu'aux Etats-Unis (selon Estevão, cf. tableau 4) mais ce constat est de second ordre par rapport aux écarts de poids de ces secteurs dans l'économie. Les résultats des travaux de Van Ark, sur un champ un peu différent, laissent en effet penser que la majeure partie de l'écart de croissance imputable aux secteurs producteurs de TIC entre la France et les Etats-Unis serait liée au poids de ces secteurs dans les PIB respectifs et non au différentiel de gain de productivité dans ces secteurs.

II.1.2 L'éclatement de la bulle Internet en 2001 a eu des conséquences sur l'ensemble de l'économie, en Europe comme aux Etats-Unis, mais le ralentissement de la croissance a été moins important en France du fait de la moindre spécialisation dans les TIC.

Le retournement du secteur des TIC observé dans toutes les économies industrielles n'est pas seul à l'origine du ralentissement de la croissance de 2001 (attaques terroristes du 11 septembre, doute sur la soutenabilité de la dette de certaines entreprises et sur la sincérité des comptes...). Il a cependant joué par au moins trois canaux :

- l'ajustement brutal des échanges commerciaux, initié par la chute de la demande en produits TIC et par la récession américaine ;
- le retournement du secteur producteur de TIC ;
- la chute de la capitalisation boursière depuis l'éclatement de la bulle Internet.

Fin 2000 et début 2001, les risques associés au secteur des TIC et ses perspectives de croissance ont brutalement été réévalués lorsque les marchés financiers ont pris conscience du caractère irréaliste de leurs prévisions de profit et de la fin du boom de l'investissement lié au passage à l'an 2000. C'est ce phénomène qui a été qualifié d'« éclatement de la bulle Internet ».

En France, les gains de productivité horaire n'ont été que de 0,1% en 2001, après des gains annuels de plus de 1% (voir plus haut). Certes, la baisse des importations a été plus importante encore que la baisse des exportations, ce qui a consolidé le solde commercial, mais le taux de croissance de l'investissement en matériel informatique a été divisé par quatre environ en 2001 par rapport à la période 1995-2000, et celui de l'investissement en logiciels par trois²⁶. L'investissement en équipements de communication est en revanche demeuré en croissance stable.

Cependant, le taux de croissance du PIB a été deux fois plus faible aux Etats-Unis qu'en France et la diminution de la production industrielle y a été deux fois plus forte entre 2001 et

²⁶ Ces calculs de H.Baudchon (OFCE, 2002) reposent sur des séries issues de la Comptabilité Nationale.

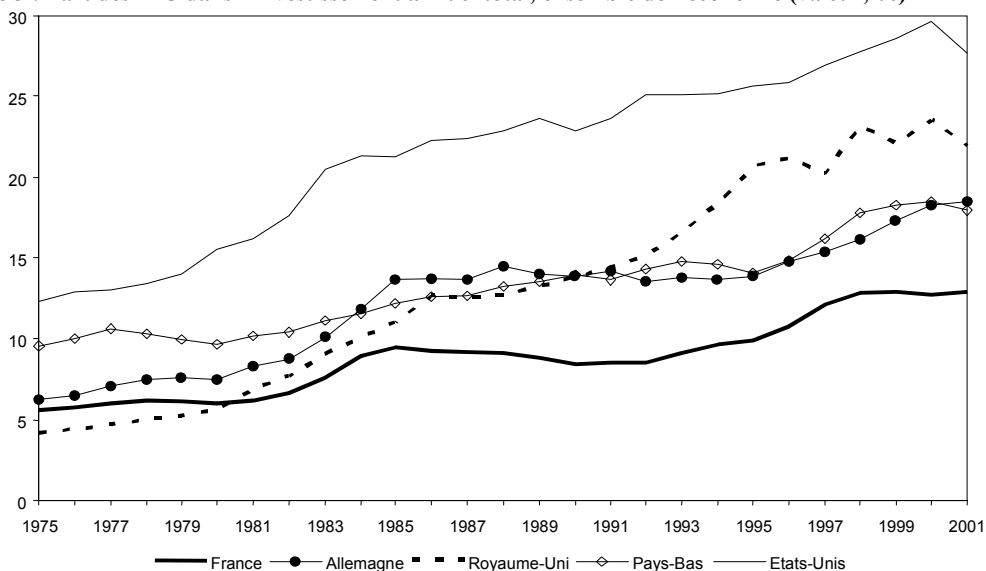
2002 (il y a eu de forts phénomènes de déstockage sur cette période). En effet, le retournement a affecté chaque économie différemment selon son type de spécialisation en TIC. La position de la France, qualifiée d'« intermédiaire », a contribué à lisser l'impact du retournement économique. Le retard relatif français a rendu l'ajustement correctif moins brutal qu'aux Etats-Unis. Le cas de la France a également été moins tranché que celui des autres pays européens plus spécialisés dans la production de TIC (Finlande, Irlande), à la fois en termes de ralentissement de la croissance et de retournement du secteur des TIC.

II.2 L'utilisation des TIC dans les entreprises engendre au niveau agrégé des gains de productivité beaucoup plus importants aux Etats-Unis qu'en France, grâce notamment à une plus grande spécialisation dans les secteurs fortement utilisateurs (banque, finance, assurance).

La plupart des secteurs de l'économie utilisent les TIC dans leur processus de production, et enregistrent de ce fait des gains de productivité (efficacité du processus de production). Les TIC contribuent donc à la croissance économique non seulement par le biais des gains de productivité des secteurs producteurs de TIC, mais aussi par ceux que permettent l'utilisation des TIC dans les secteurs non-producteurs.

Or même si la part des TIC dans l'investissement total des entreprises a crû régulièrement en France entre 1990 et 2000, un écart important demeurerait encore en fin de période avec les Etats-Unis (cf. graphique 3). La France se caractérise par une faiblesse structurelle de l'investissement (passé et présent) en TIC, et également par un retard du début de l'accumulation de ce type de capital. Selon Colecchia et Schreyer (2002), entre 1980 et 2000, l'économie française n'a pas creusé son retard, mais ne l'a pas non plus rattrapé, car l'investissement en TIC n'a pas progressé plus vite en France qu'aux Etats-Unis, l'un des pays leaders dans le domaine.

Graphique 3 : Part des TIC dans l'investissement annuel total, ensemble de l'économie (valeur, %)



Graphique proposé par Cette dans Artus et Cette (2004), à partir des données de Van Ark et al. (2002)

Une partie du moindre investissement global en TIC en France peut, en théorie, résulter d'une moindre demande, qui elle-même serait liée aux spécialisations françaises dans des secteurs relativement moins gourmands en TIC (à titre d'exemple, le secteur de l'intermédiation financière qui représente 5,2% du PIB au Royaume Uni et 9% du PIB aux Etats-Unis, ne

représente que 4,6% du PIB français²⁷), à la faible présence de PME indépendantes et exportatrices ou à une moindre pression concurrentielle à la réorganisation du travail dans les PME qui retarde l'adoption des TIC. De plus, même à demande identique, les investissements en TIC ne se traduisent pas automatiquement par des gains de productivité de l'ampleur de ceux observés aux Etats-Unis car plusieurs facteurs peuvent limiter les bénéfices à attendre de la diffusion des TIC en France : l'inadéquation de la qualité de la main-d'œuvre, l'âge des travailleurs, les rigidités sur le marché du travail et des biens, la mauvaise connaissance de l'anglais, le retard dans l'innovation organisationnelle des entreprises. Ces points seront détaillés dans la section IV du rapport.

Enfin la faible pénétration des TIC n'est peut-être pas sans lien avec la part modeste du secteur producteur : la proximité géographique entre les secteurs producteurs de TIC et les secteurs utilisateurs facilite probablement l'efficacité de l'introduction des TIC dans le processus de production.

Ainsi, l'écart de croissance de productivité entre la France et les Etats-Unis est spectaculaire dans les secteurs qui utilisent les TIC de façon particulièrement intensives sans en être producteurs²⁸ (cf. tableau 6). Ces secteurs ont enregistré des gains de productivité horaire de seulement 1,1% par an en France entre 1995 et 2001 contre 4,8% aux Etats-Unis. L'écart est d'autant plus notable que son évolution a coïncidé avec celle des taux de croissance de productivité horaire de chacune des deux économies (décrochage de la France dans la deuxième moitié des années 1990, alors même que la RTT a eu globalement tendance à stimuler la productivité horaire).

Tableau 6 : Comparaison des taux de croissance annuels moyens de la productivité horaire, entre secteurs utilisateurs de TIC et ensemble de l'économie

		France	Allemagne	Italie	Royaume Uni	Etats-Unis
1979-1990	Secteurs utilisateurs de TIC	4,3	2,1	1	2	1,2
	Ensemble de l'Economie	3,1	2,2	2,2	2,1	1,4
1990-1995	Secteurs utilisateurs de TIC	1,3	2,6	2,7	2,1	1,2
	Ensemble de l'Economie	1,6	2,5	2,4	3,2	1,2
1995-2001	Secteurs utilisateurs de TIC	1,1	2,1	1,6	3,3	4,8
	Ensemble de l'Economie	1,5	2	0,8	2,2	2,3

Repris de Estevão (2004), p. 15.

Selon Estevão (2004), le différentiel de croissance observé entre les pays européens étudiés et les Etats-Unis depuis 1995 peut être expliqué par un ralentissement fort de la productivité dans les secteurs traditionnels (secteurs qui ne sont ni producteurs, ni utilisateurs de TIC, de nombreux secteurs des services notamment) en Europe et en France notamment (-0,93 point de croissance), et par une intensification de la croissance de la productivité horaire dans les secteurs intensifs en TIC (commerce, finance) aux Etats-Unis. La contribution du capital TIC à la croissance des secteurs utilisateurs de TIC français et allemand est beaucoup plus faible qu'aux Etats-Unis (environ la moitié).

²⁷ Source : Base Value added shares relative to the total economy (VASH) de l'OCDE (données de 2001).

²⁸ Ces secteurs sont ceux de l'imprimerie, la chimie et les produits chimiques, les machines et appareils électriques, les instruments médicaux, d'optiques et de précision, le commerce de gros, l'intermédiation financière, les assurances et les fonds d'épargne retraite, la location de machines et d'équipement, la R&D et les services aux entreprises (hors services informatiques).

Entre 1995 et 2001, l'utilisation des TIC par les différents secteurs de l'économie (y compris les secteurs producteurs, cf. ligne « Contribution du *capital deepening* TIC » du tableau 7) contribue pour moins de 0,3 pt à la croissance en France (17% de la croissance de la productivité du travail lui est imputable), tandis qu'il contribue pour 0,8 pt aux Etats-Unis (37% de la croissance de la productivité).

Tableau 7 : Décomposition de la croissance de la productivité horaire en France, en Allemagne et aux Etats-Unis

	France			Allemagne			Etats-Unis		
	1979-1990	1990-1995	1995-2000	1979-1990	1990-1995	1995-2000	1979-1990	1990-1995	1995-2000
Ensemble de l'économie									
Productivité	2,95	1,47	1,54	1,96	2,26	2,08	1,26	1	2,17
<i>Contribution de :</i>									
«Capital Deepening» TIC	0,18	0,13	0,27	0,48	0,38	0,55	0,48	0,41	0,80
«Capital Deepening» non-TIC	0,56	0,48	-0,24	0,60	1,01	0,51	0,24	0,23	0,25
Qualité du travail	0,37	0,26	0,47	0,33	0,07	0,01	0,26	0,23	0,25
PGF	1,85	0,59	1,05	0,55	0,80	1,01	0,28	0,13	0,87

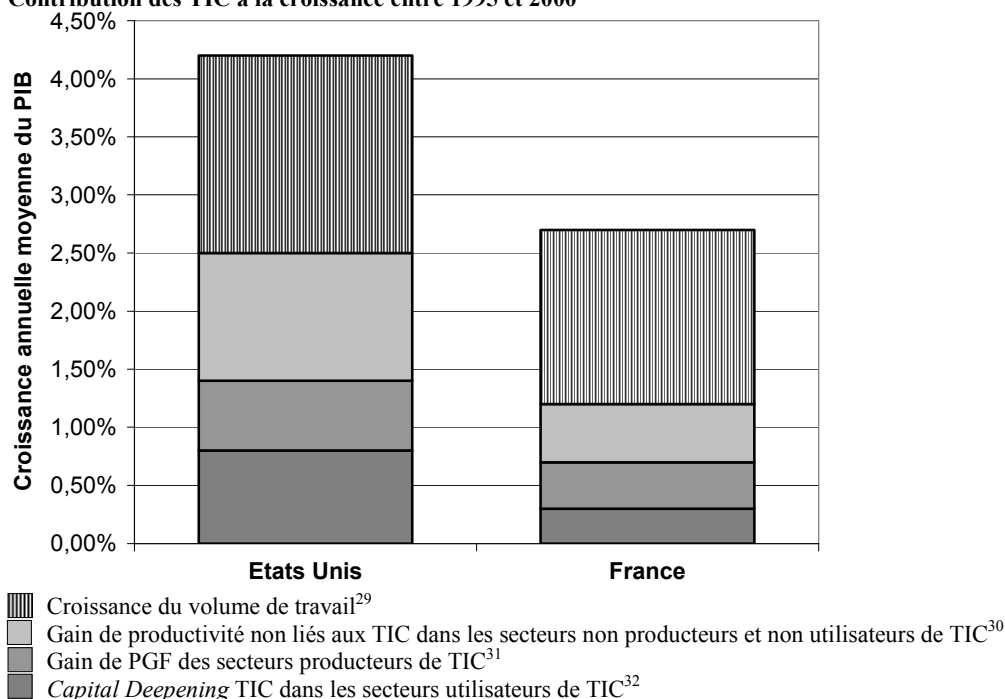
Repris de Estevão (2004), p. 20.

II.3 La différence de spécialisation dans la production de TIC explique 15% du retard de productivité entre la France et les Etats-Unis, alors que l'utilisation moins massive et moins efficace de ces technologies en explique près de 40%.

Il est très délicat de sommer et/ou de comparer les deux effets « production de TIC » et « utilisation des TIC » sur la croissance, d'autant qu'ils sont estimés ici par des auteurs différents, sur des bases différentes et suivant des conventions et des hypothèses parfois différentes.

Néanmoins, en considérant la contribution des secteurs producteurs estimées par Van Ark (cf. tableau 5) et Jorgensen et alii (cf. tableau 3), la contribution de l'usage des TIC estimée par Estevão (cf. tableau 7) et les taux de croissance de la productivité par tête estimés par Timmer, Ypma et Van Ark (cf. tableau 1), il ressort que la plus faible utilisation des TIC par les secteurs consommateurs en France a davantage contribué au retard de croissance par rapport aux Etats-Unis entre 1995 et 2000 que la moindre spécialisation de l'économie dans la production de TIC.

Graphique 4 : Contribution des TIC à la croissance entre 1995 et 2000



Source : Cf. notes de bas de page + calculs DGTPE

En effet, sur un différentiel de croissance de la productivité par tête de 1,3 pt par an environ sur la période (2,5% par an en moyenne aux Etats-Unis contre 1,2% par an en France), la production de TIC contribue pour 0,1 pt à 0,3 pt (selon les études)³³ et l'utilisation des TIC pour 0,5 pt³⁴ (cf. graphique 4). Autrement dit, l'adoption moins massive ou moins efficace des TIC par les entreprises en France explique au moins deux tiers de l'écart de performance entre la France et les Etats-Unis qui est imputable à ces technologies, contre seulement un tiers imputable à la part plus modeste du secteur producteur de TIC français.

Ceci indique donc que le retard de croissance lié aux TIC doit plutôt se combler via l'adoption et la bonne utilisation des nouvelles technologies par les secteurs utilisateurs. Parallèlement, en France, les gains annuels de productivité des secteurs producteurs de TIC sont plus importants que ceux des autres secteurs, donc la croissance française profiterait de toute façon d'une augmentation du poids de ces secteurs dans l'économie. L'analyse microéconomique conduit toutefois à affiner ce diagnostic et à émettre des recommandations de politique publique plus subtiles, comme le détaillent les sections suivantes (III : secteur producteur ; IV : secteur utilisateur).

²⁹ Source : Timmer, Ypma et van Ark (2003), mise à jour de 2005.

³⁰ Source : Estevão (2004).

³¹ Source : Jorgensen, Ho, Stiroh (2002) et Van Ark (2001) sur la période 1996-1999 pour les Etats-Unis ; van Ark (2001) sur la période 1996-1999, en cohérence avec Cette, Mairesse, Kocoglu (2004) sur 1995-2002 pour la France.

³² Source : Estevão (2004).

³³ La contribution des secteurs producteurs à la croissance de la productivité est de 0,5 pt selon Jorgensen, Ho, Stiroh (2002) et de 0,7 pt selon Van Ark (2001) aux Etats Unis, contre 0,4 pt en France selon Van Ark (2001).

³⁴ La contribution des secteurs utilisateurs à la croissance de la productivité est de 0,8 pt aux Etats Unis contre 0,3 pt en France selon Estevão (2004).

III - Les secteurs producteurs de TIC en France

En France, le secteur producteur de TIC³⁵ présentait en 2003 un chiffre d'affaires de 180 Md€ (hors taxe) soit 6,4% de la valeur ajoutée marchande. Il représentait 5,3% de l'emploi intérieur salarié³⁶. Cependant ces chiffres masquent de grandes disparités entre les différents secteurs des TIC : si la présence de la France est aujourd'hui marginale dans des secteurs tels que l'équipement informatique ou le logiciel, certains acteurs français présentent au contraire des places de premier plan dans des domaines importants de la production de TIC (services informatiques, semi conducteurs).

III.1 Pour certaines activités de production de TIC, le déclin de la France semble irréversible, soit en raison de la compétitivité-coût des pays concurrents (émergents), soit en raison de la nature désormais oligopolistique de certains marchés qui paraissent difficilement contestables (barrière à l'entrée, etc.).

Certains secteurs de la production de TIC ont presque disparu en France. L'industrie notamment (à quelques notables exceptions près, voir section III.2.) connaît une crise depuis les années 1980, et ce déclin s'est accéléré avec l'éclatement de la bulle en 2000-2001 et l'onde de choc déclenchée aux Etats-Unis. En terme de chiffre d'affaires, le poids des TIC dans l'ensemble de l'industrie manufacturière est passé de 12% en 2000 à 9% en 2003 et 2004 (cette évolution cumule une variation des volumes produits et une baisse des prix) et les effectifs ont baissé de 11% durant cette période³⁷. De plus, bien que la moitié des produits TIC fabriqués en France soit exportée, la balance commerciale du secteur accuse toujours un déficit important dû aux importations de matériels informatiques et d'électronique grand public.

L'industrie d'équipement informatique (*hardware*) notamment ne dispose plus en France d'acteur compétitif à l'échelle internationale. Les grandes entreprises (principalement des filiales de groupes étrangers comme HP ou IBM) déclinent depuis plusieurs années au profit des activités de service dans lesquelles elles se repositionnent. Bull, qui a vu son chiffre d'affaires divisé par trois entre 1998 et 2003, se recentre sur des marchés de niche (gros serveurs).

Dans ce secteur, le nombre d'emplois est passé de 51 000 en 1990 à 23 000 en 2004 (importants licenciements depuis 1999) et la production baisse de façon structurelle depuis les années 1990 (cf. graphique 5). Avec 2,1% de part de marché à l'exportation d'équipements informatiques en 2003³⁸, la France est en retrait par rapport aux Etats-Unis (7,9%), l'Allemagne (5,9%) et le Royaume Uni (5,1%), mais se situe surtout loin derrière la Chine (18%) dont la compétitivité des coûts de production n'est pas susceptible d'être contestée à moyen terme (faiblesse des coûts de main d'œuvre).

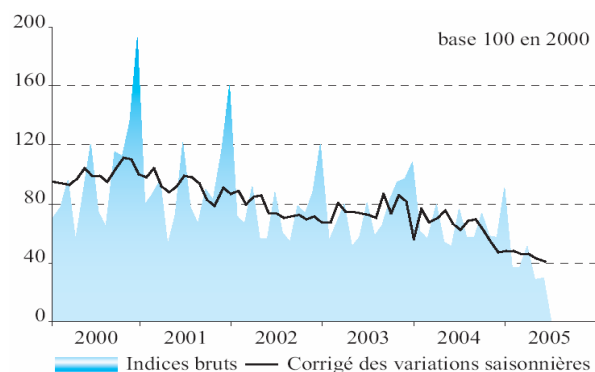
³⁵ Secteurs producteurs de TIC : industrie (matériel informatique, composants électroniques, électronique grand public, matériel de télécommunications, connectique, appareils de mesure et de contrôle), services (informatique, télécommunications) et commerce de gros.

³⁶ Source : SESSI – INSEE – Enquêtes Annuelles d'Entreprises (EAE).

³⁷ Même source.

³⁸ Source : Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII), base de données CHELEM (Comptes Harmonisés sur les Echanges et l'Economie Mondiale).

Graphique 5 : Evolution de la production informatique en France en volume entre 2000 et 2005



Source : SESSI – Enquêtes de production

Industrie informatique : NAF 30.0C « Fabrication d'ordinateurs et autre matériel informatique »

L'industrie de l'électronique grand public, a connu elle en France une chute de 20% de sa production entre 2000 et 2003 (-12% en Allemagne, -30% au Royaume Uni) et ne représente plus que 0,2% du PIB. Ce secteur est fortement marqué par les mouvements de délocalisation (développement de la production de télévision par Thomson en Chine) et n'existe presque plus aujourd'hui en France.

Du côté « software » de la filière informatique, l'industrie française du logiciel, bien qu'en croissance (+7.7% en valeur en 2004), ne présente pas la taille critique pour devenir un acteur significatif au plan mondial : les 100 premières entreprises françaises de l'édition logicielle réalisent ensemble un chiffre d'affaires annuel inférieur à 10% de celui de Microsoft³⁹. L'industrie du logiciel est d'ailleurs fortement dominée au niveau mondial par les éditeurs américains qui bénéficient à plein des externalités de réseau propres à ce type de produit, de l'irréversibilité liée au parc déjà installé et de l'importance de leur demande intérieure, créant ainsi une forte concentration de l'offre et d'importantes barrières à l'entrée.

A l'opposé, en France, les entreprises consomment davantage de services informatiques que de logiciels, d'où une spécialisation « historique » de l'offre orientée vers la prestation de service. Ainsi, les firmes américaines occupent 53% du marché intérieur français de produits logiciels, contre 36% pour les éditeurs français. Mais la France peut néanmoins conserver une certaine compétitivité sur des marchés de niche ou émergents (un grand nombre reste à conquérir, tel celui des logiciels de traduction, etc.), d'autant que son système éducatif, très orienté vers les mathématiques, est reconnu pour la compétence des informaticiens qu'il forme. L'industrie française du logiciel présente aujourd'hui trois éditeurs de taille significative au niveau international : Dassault Systèmes et Business Objects (lesquels représentent à eux deux plus de 50% du chiffre d'affaires total de l'industrie française du logiciel) et Ilog (qui est un des leaders mondiaux dans le domaine des logiciels d'aide à la décision stratégique d'entreprise)⁴⁰.

Dans l'industrie des équipements de télécommunication, le niveau de production a baissé de 18% en France et en Europe entre 2000 et 2003. La percée des constructeurs de terminaux du Sud-est asiatique se fait au détriment des constructeurs européens, notamment Alcatel (chiffre d'affaires divisé par 2,5 entre 2000 et 2003) qui a rétrogradé du troisième au sixième rang mondial en 8 ans. La montée en charge de Sagem depuis 2001 sur le marché des terminaux

³⁹ Leader mondial de l'édition logicielle, avec un chiffre d'affaires de 37 000 Md\$ en 2004 (source : The World's largest Corporations – Fortune vol. 152, n°2 du 25 juillet 2005, édition européenne).

⁴⁰ Source : Étude « Truffle 100 » réalisée par Truffle Venture, CXP et Mar-tech Finance (2005).

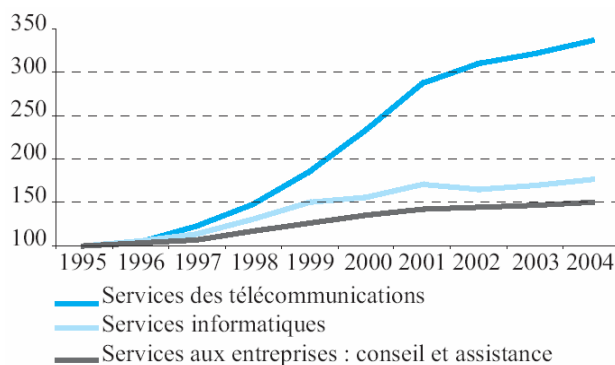
mobiles équilibre un peu la situation globale de l'industrie française (Sagem ne représente toutefois que 2% des ventes mondiales de terminaux mobiles en 2005, ce qui place le fabricant loin derrière les cinq leaders mondiaux⁴¹ qui se partagent 80% de l'ensemble des ventes en volume). La production de matériel de télécommunication demeure néanmoins l'une des industries TIC dans laquelle la France conserve un certain degré de spécialisation.

III.2 La France est compétitive à l'échelle internationale dans la prestation de services informatiques et de télécommunications, où elle s'est spécialisée et dispose d'avantages comparatifs, ainsi que dans les industries de semi-conducteurs et les logiciels embarqués.

Dans la filière informatique, la France présente une spécialisation dans la prestation de service, comme l'illustre la réussite de son tissu de SSII⁴². Des sociétés comme Cap Gemini Ernst & Young, SchlumbergerSema, Atos Origin ou Altran réalisaient toutes plus d'un milliard d'euros de chiffre d'affaires en 2002, dont plus de la moitié hors de France⁴³. Ce secteur est d'ailleurs particulièrement concentré puisque les 1,5% d'entreprises qui comptent plus de 30 salariés représentent plus de la moitié du chiffre d'affaires du secteur⁴⁴. Les ventes de service informatique ont progressé de 18% entre 2000 et 2004 (passant de 105 à 124 Md€⁴⁵, cf. graphique 6). Entre 1997 et 2003, les services informatiques ont contribué fortement à la croissance de l'emploi, le nombre de personnes occupées dans ce domaine passant de 203 000 à 340 000 (+68%)⁴⁶.

Toutefois la période 2002-2003 a été marquée par un net ralentissement de la croissance du chiffre d'affaires des services informatiques, après des taux annuels de plus de 15% observés entre 1997 et 2001 (conséquence du passage de l'an 2000 et du passage à l'euro pour lesquels les entreprises ont engagé d'importantes dépenses de service informatique). Les prix ont fortement baissé dans ce secteur en 2003 (-7% entre 2002 et 2003) mais l'activité connaît un regain depuis 2004 (croissance de la production de 4,4% en volume en 2004)⁴⁷.

Graphique 6 : Evolution du chiffre d'affaires des services de télécommunications, des services informatiques et des services aux entreprises en France entre 1995 et 2004 (base 100 en 1995).



Source : INSEE – comptes nationaux

⁴¹ Nokia, Motorola, Samsung, Sony Ericsson et LG.

⁴² SSII : Société de Service et d'Ingénierie Informatique.

⁴³ Source : « Etude de l'Industrie du Logiciel », H. Rannou et M. Ronai, Conseil Stratégique des Technologies de l'Information, 2003.

⁴⁴ Source : INSEE (2005).

⁴⁵ Source European Information Technology Observatory, 2003.

⁴⁶ Source : SESSI – INSEE – enquêtes annuelles d'entreprises, 2003.

⁴⁷ Source : INSEE « Les entreprises de services informatiques – Forte baisse des prix en 2003, reprise de l'activité en 2004 », Insee Première N°1043, septembre 2005.

Par contraste avec la faiblesse de l'édition de logiciels en France, les intégrateurs et les SSII ont conquis une position de premier plan (via notamment des opérations de croissance externe telle la fusion entre Cap Gemini et Ernst & Young en 2000). L'importance de la proximité géographique et de la langue de communication pour l'activité de service au client explique probablement en grande partie ce succès, mais d'autres facteurs jouent en faveur de la France par rapport au reste de l'Europe (e.g. la France emporte 25% du marché européen des services, contre 18% pour l'Allemagne). En particulier, les prix des prestations de services informatique seraient en France parmi les plus bas d'Europe : à prestation équivalente, le coût serait 40% plus élevé en Allemagne, 60% aux Pays Bas et 80% en Grande Bretagne.

Les services de télécommunications, quant à eux, ont poursuivi leur croissance même après l'éclatement de la bulle (+8% en 2002, +3,7% en 2003 en terme de chiffres d'affaires⁴⁸, cf. graphique 6), grâce à la téléphonie mobile (augmentation des bases d'abonnés et stabilisation du revenu par abonné grâce au développement des services multimédias) et à l'Internet (essor du marché du haut débit), et ce malgré le recul de la téléphonie fixe à laquelle le mobile se substitue progressivement⁴⁹.

Les services de télécommunications représentent environ 20% du chiffre d'affaires du secteur des TIC en France (trois quarts de l'ensemble du secteur des télécoms, équipements compris)⁵⁰, ce qui est comparable aux Etats-Unis mais moins important qu'en Allemagne ou en Grande Bretagne (environ 30%). En terme de demande, les dépenses des ménages et des entreprises pour ce type de prestation sont moins importantes en France que dans les pays voisins ou asiatiques, où les équipements sont plus sophistiqués, les prix plus bas (utilisation plus importante de services variés) et les échanges entre entreprises davantage orientés vers l'international. En terme d'offre, la France possède toutefois un avantage comparatif en terme d'infrastructures de télécommunications⁵¹, ce qui constitue un facteur d'attractivité pour les entreprises utilisatrices. De plus, le « dégroupage »⁵² contribue à élargir la concurrence entre opérateurs, ce qui devrait se traduire par une baisse des prix et une diversification de l'offre commerciale.

En dehors des activités de services, la France a su conserver une position forte dans certaines industries de TIC, notamment dans la production de semi-conducteurs (qui représente l'essentiel du chiffre d'affaires du secteur des composants électroniques en France). Malgré le déplacement du marché (offre et demande) vers les pays asiatiques, les activités de conception et de design industriel se maintiennent en France et le chiffre d'affaires des fabricants de semi-conducteurs augmente sensiblement (+3,4% entre 2003 et 2004). Aujourd'hui l'Europe affiche trois groupes parmi les dix premiers fabricants mondiaux de semi-conducteurs, dont le franco-italien ST Microelectronics (7,2 Md\$ de chiffre d'affaires en 2003).

L'industrie française est également performante dans la conception de logiciels embarqués. On connaît très mal l'ampleur des investissements consentis par les entreprises industrielles pour le développement de ces logiciels mais leur poids croît de façon extrêmement rapide⁵³ et

⁴⁸ Source : INSEE – Enquête annuelle d'entreprise dans les services et Comptes des services, 2003.

⁴⁹ Il faut néanmoins demeurer prudent sur ce dernier point car la diminution du nombre d'abonnements chez les opérateurs de téléphonie fixe coïncide avec l'essor des technologies de transfert de la voix par Internet (la « voix sur IP »), qui est une autre forme de téléphonie fixe. Selon France Télécom, la part des appels passés via Internet devrait passer de 15% en 2005 à 40% en 2006.

⁵⁰ Source : France Télécom, séance du 15 septembre 2005.

⁵¹ Selon une étude Ernst & Young (2004) réalisée auprès de décideurs internationaux, la qualité des infrastructures de télécommunications en France est perçue comme un facteur d'attractivité pour les entreprises.

⁵² Procédé technique qui permet aux opérateurs alternatifs d'accéder directement à la boucle locale des abonnés du réseau de l'exploitant public afin de leur fournir leurs propres services.

⁵³ A titre indicatif, 90 à 95% des processeurs construits sont enfouis dans des appareillages spécifiques. En terme de valeur, le système d'information embarqué représente aujourd'hui le tiers du coût d'un avion ou d'une voiture.

leur utilisation, qui s'oriente vers le grand public, est de plus en plus large. Les industriels sont amenés à produire eux-mêmes les logiciels qu'ils incorporent dans les systèmes et dans les produits qu'ils fabriquent. Les acteurs européens, et notamment français, de ce secteur, sont tout à fait compétitifs : outre Dassault Système, filiale de Dassault, des entreprises industrielles comme Alcatel, EADS, Thales, Sagem, Renault ou PSA tendent à devenir des « industriels du logiciel », même si certaines confient une partie du développement à des sociétés spécialisées.

Selon T. Pénard⁵⁴, la place que tient la France dans la conception de logiciels embarqués est stratégique. En effet, compte tenu de la modularité des biens et services TIC, l'essentiel de la valeur économique se situerait selon lui, non pas dans la production des composants, mais dans leur mise en relation par les « intégrateurs » : au niveau de la plate-forme numérique où se rencontrent le « hardware » et le « software ». Il serait ainsi essentiel de maîtriser cette valeur stratégique qui se situe dans les logiciels de téléphonie mobile, dans les logiciels embarqués de l'automobile ou de l'aéronautique, etc.

Enfin, toujours dans le domaine du logiciel, il semble que les informaticiens français soient particulièrement impliqués dans le développement des solutions « libres » (voir encadré) : 16% des développeurs seraient français⁵⁵. La demande internationale pour ce type de produits croît fortement depuis quelques années, notamment pour ce qui est des systèmes d'exploitation pour serveurs (Linux équipe 23% des serveurs dans le monde contre 30% pour Microsoft) et de certains domaines d'application (requérant une expertise technique importante).

⁵⁴ Remarque apportée lors d'une séance du groupe de travail.

⁵⁵ Source : Enquête FLOSS (Free/Libre/Open Source Software), 2002.

Présentation générale du logiciel libre

Le modèle du logiciel « libre », apparu en opposition au modèle dit « propriétaire », est fondé sur la mutualisation gratuite des développements (chaque utilisateur peut consulter, faire évoluer et redistribuer librement le code du programme). Il est apparu dans les années 1980 avec l'objectif initial de contrer la tendance des éditeurs de logiciels à conserver leurs codes secrets en ne les diffusant que sous forme compilée (c'est-à-dire binaire et compréhensible uniquement par la machine : on parle alors de logiciels « propriétaires »). Le modèle libre repose sur les incitations spontanées des développeurs : visibilité auprès des éditeurs pour les programmeurs individuels qui peuvent ainsi démontrer leurs compétences, développement de solutions adaptées à des besoins précis pour les entreprises (certaines emploient des programmeurs pour contribuer au développement de logiciels libres).

Un logiciel libre se définit par l'ensemble des règles qui régissent son utilisation et son développement et qui sont regroupées dans la « licence » que choisit l'initiateur du projet et à laquelle le logiciel et son utilisation doivent se conformer. Deux types de licence libres sont les plus courantes et s'opposent en partie :

- la General Public License (GPL), qui ne permet pas que le code source de l'application soit utilisé dans un logiciel qui ne soit pas lui-même sous licence GPL (donc libre) ;
- et la licence dite Berkeley Software Distribution (BSD) qui peut être utilisée dans des logiciels sous d'autres licences (y compris propriétaires), à condition que les deux logiciels restent distincts et que le code source initial reste libre.

Depuis dix ans, le logiciel libre s'est très fortement développé, au point de concurrencer aujourd'hui, voire de supplanter, un certain nombre de logiciels propriétaires. Il est très difficile de chiffrer l'importance prise par le logiciel libre mais, pour en citer l'exemple le plus remarquable, le système d'exploitation Linux est aujourd'hui utilisé par près de 30 millions de personnes, et équipe 23% des serveurs dans le monde, contre 30% pour Microsoft. La plus grande partie des logiciels libres est concentrée sur quelques domaines d'application requérant une expertise technique importante (installation compliquée, documentation difficile à comprendre). De fait, de nombreuses entreprises de service fondent leur modèle économique sur la prestation de services associée au logiciel libre : par rapport au modèle propriétaire, le coût d'acquisition inférieur des produits libres est compensé par une installation et une maintenance plus onéreuses.

En janvier 2006, 56% des entreprises installées en France⁵⁶ et 74% des collectivités territoriales⁵⁷ utiliseraient des logiciels libres, principalement pour des raisons de coût, mais aussi de fiabilité et d'indépendance vis-à-vis d'un fournisseur.

III.3 La spécialisation de la France dans les services TIC crée (ou préserve) davantage d'emplois mais dégage moins de valeur ajoutée qu'une spécialisation dans la production industrielle de biens technologiques.

En terme de production de TIC, la France présente donc une forte spécialisation dans les services (informatique, télécommunications), au détriment de la production industrielle. L'adoption de plus en plus massive de solutions logicielles libres va par ailleurs dans ce sens puisque ce modèle est basé sur la gratuité de l'application initiale et la prestation payante de services connexes de conseil, de formation, de maintenance, etc. Les entreprises utilisatrices de logiciels libres réduisent donc la demande qu'elles adressent au secteur de

⁵⁶ Source : Enquête 01 Informatique – Association Française de l'Audit et du conseil Informatique (AFAI)

⁵⁷ Source : Enquête de l'Association des Professionnels Internet des collectivités publiques locales (Apronet) et de la mission Ecoter sur l'utilisation des logiciels libres dans les collectivités territoriales (2005).

l'édition logicielle (propriétaire) et augmentent leur demande de service informatique, ce qui accroît le niveau de spécialisation du secteur producteur français.

Les conséquences de cette prédominance en France du service par rapport à la production industrielle de biens TIC sont diverses. La première concerne le phénomène de délocalisation. Déjà très répandue aux Etats-Unis, la stratégie de *l'offshore* conquiert progressivement les sociétés européennes du secteur informatique, même si elle ne concerne encore qu'une faible partie de la production de services et de logiciels (environ 1,5% du chiffre d'affaires des entreprises françaises du secteur informatique). La part de la main d'œuvre dans les coûts de production de TIC est suffisamment importante⁵⁸ pour que les entreprises soient incitées à déplacer leurs activités dans les pays émergents⁵⁹.

Néanmoins, une partie des emplois de production de TIC n'est pas « délocalisable », et la nature de ces emplois dépend du type d'activité concerné. Dans le service informatique, il semble que la part d'emplois pouvant être délocalisée (centre d'appels, infogérance, etc.) est relativement faible - de l'ordre d'un tiers⁶⁰ - étant donnée l'importance de la prestation de proximité : « quand cent personnes travaillent sur un projet important, une quarantaine doivent être au contact du client et soixante peuvent être partout dans le monde » selon P. Hermelin, directeur général de la SSII Cap Gémini. La proportion d'emplois « délocalisables » est plus importante dans la production industrielle, qui ne nécessite pas de proximité géographique entre l'offre et la demande.

Toutefois, il est à noter que la tendance actuelle à l'« industrialisation » croissante des services (des logiciels de mieux en mieux adaptés aux besoins des entreprises sont préparés par les sociétés de services en amont de la prestation chez le client, ce qui réduit d'autant la main d'œuvre mobilisée à proximité de la demande) pourrait accroître la part d'emplois « mobiles » dans les services. En particulier, le rapport d'un groupe de travail de l'OCDE⁶¹ montre que même les emplois à niveau de qualification élevé sont aujourd'hui susceptibles d'être touchés par le phénomène d'externalisation des services au niveau mondial. L'internationalisation incontournable des services, et en particulier des services informatiques, pourrait, à terme être très préjudiciable à la France dans la mesure où les SSII y sont aujourd'hui sous-exposées à la concurrence internationale (pour des raisons de langue notamment) et que cela les a progressivement rendu moins compétitives que, par exemple, leurs concurrentes indiennes⁶².

De manière plus générale, les activités de R&D sont au cœur des industries de TIC⁶³, puisque l'obsolescence y est souvent plus technique que physique, d'où des cycles de vie courts et une diffusion qui peut être bloquée pour des raisons de coûts d'apprentissage ou d'absence de masse critique (guerres de standard). A l'inverse, la R&D est très marginale voire totalement absente des activités de service. Or, les efforts de recherche engendrent des externalités positives de diffusion de connaissances. La R&D dans l'industrie des TIC crée ainsi de la

⁵⁸ A titre d'exemple, les coûts de main d'œuvre représentent en France 22% du total des coûts de production de matériel de télécommunication (source IDATE-Rexecode, 2004).

⁵⁹ A titre d'exemples, les cadres et ingénieurs chinois travaillent 40 heures par semaine pour un salaire mensuel moyen de 1500€ , et la délocalisation d'activités en Inde réduit en moyenne les coûts de production de 40% (source : Benzoni, Sikora (2004), « L'édition logicielle : son impact sur l'économie française, ses caractéristiques économiques face aux nouveaux défis », OMSYC). Un ingénieur débutant indien serait payé 4000 euros par an mais la croissance annuelle des salaires serait de 15% (source : Le Monde du 21/03/06)

⁶⁰ Source : Syntec.

⁶¹ Cf. Van Welsum & Vickery, « Potential offshoring of ICT-intensive using occupations », Working Party on the Information Economy, OCDE, 2004, DSTI/ICCP/IE(2004)19/FINAL. L'Étude porte sur 14 pays de l'OCDE et sur la période 1995-2003.

⁶² Cf. Futuris (2005), « Définir les priorités de recherche et d'innovation : vers un outil adapté aux spécificités sectorielles », Résultats du groupe de travail FutuRIS, novembre 2005.

⁶³ Pour ce qui est de la production de contenus numériques (logiciels, etc.) notamment, le bien est physiquement inusable, si bien que les industriels sont contraints de créer une obsolescence fonctionnelle à leurs produits en innovant continuellement.

valeur ajoutée grâce à sa puissance d'entraînement, alors que les effets diffusants des prestations de service sur le reste de l'économie sont au contraire très faibles.

Ce point est d'autant plus important que l'intensité de la R&D dans le secteur TIC est relativement importante en France par rapport aux autres pays européens : les dépenses de R&D représentaient en 2003 0,31% du PIB (3% de la production TIC et 5,7% de la valeur ajoutée du secteur), soit autant qu'en Allemagne (0,32%) et plus qu'au Royaume Uni (0,24%) et que la moyenne de l'« Europe des 15 » (0,27%)⁶⁴. L'effort soutenu dans le segment des télécommunications explique une large part de cette situation : France Télécom continue d'afficher une dépense parmi les plus élevées des grands opérateurs mondiaux, derrière Deutsche Telekom, malgré la réduction de sa part de chiffre d'affaire consacrée à la R&D (de 3% à 1,3% entre 1997 et 2003)⁶⁵.

La France bénéficie également des travaux de recherche fondamentale menés dans le domaine des TIC par l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) et de l'activité des grands acteurs industriels des secteurs non-TIC, de plus en plus impliqués dans le développement de technologies embarquées. Toutefois, si l'effort de R&D de la France dans le domaine des TIC est supérieur à la moyenne européenne, il est en recul par rapport à 1997 et reste très en retrait par rapport à celui des Etats-Unis et du Japon (cf. graphique 7). Selon L. Kott⁶⁶, le modèle de recherche dans les solutions logicielles est, par ailleurs, fondamentalement différent entre l'industrie américaine et l'industrie européenne (française en particulier) : la première élabore des produits « standards »⁶⁷, largement diffusés et facilement modulables, tandis que la seconde privilégie des produits unitaires spécifiques les plus performants possibles pour une application donnée (chaque acteur industriel a tendance à développer pour ses propres besoins ce qui rend les produits difficilement réutilisables). Au final, selon Kocoglu et Mairesse (2004), le retard de la France par rapport aux Etats-Unis s'accroît à cause d'un ralentissement de l'effort privé de R&D en France (-30% en terme réels depuis 1997), et que ceci ne peut qu'augmenter l'écart de spécialisation (et la contribution à la croissance qui lui est liée) entre les deux pays.

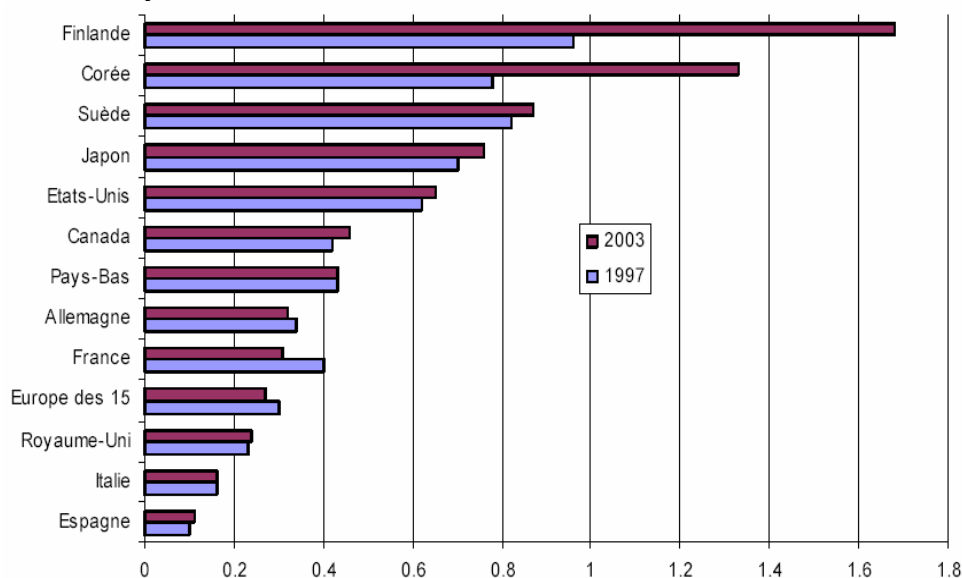
⁶⁴ Source : Etude « Recherche et développement en science et technologies de l'information dans les grands pays industriels », CSTI, octobre 2003.

⁶⁵ La R&D dans le secteur des télécommunications est globalement dans une dynamique baissière, avec le désengagement du Centre National d'Etudes des Télécommunications (qui s'est recentré sur les services) et celui de la Direction Générale de l'Armement (qui a, jusqu'à au moins tout récemment, délaissé les technologies duales, i.e. utilisables pour des biens à usage militaire et civil).

⁶⁶ Remarque apportée lors d'une séance du groupe de travail.

⁶⁷ Base d'une solution logicielle, non spécifique à une activité ou à un domaine particulier mais éventuellement déclinable pour des besoins particuliers. Le produit standard propose des fonctions générales à l'intersection de plusieurs champs d'utilisation.

Graphique 7 : Part des dépenses de R&D TIC dans le PIB en 1997 et 2003



Source : Etude « Recherche et développement en science et technologies de l'information dans les grands pays industriels », CSTI, octobre 2003.

Une dernière différence entre la spécialisation « services » et la spécialisation « industrie » du secteur TIC concerne la présence et la performance des éventuels *clusters*⁶⁸. Selon J. Vicente⁶⁹, il semble en effet que les agglomérations d'entreprises d'un même secteur engendrent davantage d'externalités positives et d'interdépendance entre les acteurs lorsqu'elles concernent des activités industrielles : le rapprochement d'un industriel avec ses fournisseurs, ses sous-traitants, des centres de recherche et d'autres entreprises proposant des activités connexes crée de la valeur et des innovations (modèle « Silicon Valley »). A l'inverse, les entreprises composant les *clusters* de prestation de service ont tendance à aligner leurs choix de localisation de manière mimétique (notamment en « copiant » les entreprises leaders) et à très peu se différencier. L'absence d'interaction productive et de complémentarité peut rendre le *cluster* instable (modèle « Silicon Sentier »⁷⁰) mais surtout ne confère à celui-ci aucun intérêt collectif (la proximité géographique des sociétés n'est alors pas créatrice de valeur). Il n'existe en France aucun *cluster* aux performances comparables avec la Silicon Valley, mais des pôles comme Sophia Antipolis ou « System@tic »⁷¹, sur des thématiques industrielles, sont aujourd'hui économiquement attractifs car les interactions entre les entités qui les composent engendrent des externalités créatrices de valeur économique.

⁶⁸ Pôles d'excellence regroupant des entreprises (voire des établissements de formation et/ou des centres de recherche) dont les activités sont liées (même secteur ou activités complémentaires).

⁶⁹ Cf. Vicente (2005), « Les espaces de la net-économie : clusters TIC et aménagement numérique des territoires », *Economica*, Collection NTIC, Paris.

⁷⁰ Pôle dédié aux portails Internet créé dans le centre de Paris dans les années 1990 et qui a disparu au moment de l'éclatement de la bulle Internet, du fait de l'absence d'interaction entre les entreprises qui le composaient.

⁷¹ Le pôle « Solution Communicantes Sécurisée », en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, sur le thème des puces électroniques, et le pôle « System@tic Paris-Région », porté par le groupe Thales, sur les systèmes électroniques complexes. Tous deux sont sélectionnés parmi les pôles de compétitivité de dimension mondiale.

III.4 Recommandations de politique publique : l'octroi d'aides spécifiques aux secteurs producteurs de TIC n'apparaît pas justifié économiquement ; en revanche il est souhaitable de soutenir l'effort de R&D de façon transversale et de promouvoir la concurrence sur les marchés présentant une offre trop concentrée.

En ce qui concerne les secteurs producteurs de TIC les plus en difficulté, rien ne semble justifier un soutien public spécifique. Le déclin de ces industries n'est pas lié à une quelconque imperfection de marché, mais à la faiblesse des coûts de main d'œuvre des pays émergents que les entreprises françaises ne peuvent durablement concurrencer (production de matériel informatique ou d'électronique grand public en Chine), ou à des concentrations oligopolistiques (autoentretenu par des effets de club) sur certains marchés historiquement dominés de manière incontestable par des géants étrangers (édition logicielle aux Etats-Unis).

La France présente en revanche un certain degré de spécialisation dans d'autres domaines. Les branches industrielles dans lesquelles des acteurs français sont performants sont celles dans lesquelles la France a su se constituer une avance technologique grâce notamment à d'importants efforts de recherche et d'innovation. Les investissements de R&D, qui engendrent des externalités positives et présentent de l'incertitude quant à leur rentabilité, ne peuvent être d'un niveau socialement optimal sans intervention des pouvoirs publics. La recherche fondamentale, tout d'abord, trop éloignée du marché et trop incertaine pour être prise en charge par le secteur privé, doit continuer à être financée par l'Etat (à travers l'INRIA ou le CNRS par exemple pour ce qui concerne les TIC).

Quant à la recherche appliquée des entreprises, il est justifié que l'Etat intervienne de façon transversale pour en rapprocher le rendement privé du rendement public (à travers le Crédit d'Impôt Recherche⁷² notamment) sans pour autant distordre le choix des acteurs privés, mieux à même de sélectionner les meilleurs projets et d'effectuer l'effort de recherche optimal. L'appui aux pôles de compétitivité (notamment ceux consacrés aux TIC) se justifie pour inciter les différents acteurs à se coordonner, en rapprochant recherche publique fondamentale et R&D privée par exemple.

Par ailleurs, compte tenu du caractère innovant des produits et des services TIC, la protection de la propriété intellectuelle constitue un enjeu particulier (cf. encadré « TIC et propriété intellectuelle »). Les innovations du secteur sont de plus en plus fondées sur des développements logiciels, aujourd'hui non brevetables en Europe malgré les requêtes des entreprises de l'édition (majoritairement américaines). Il est nécessaire d'harmoniser la position des Etats membres sur la protection des logiciels. Or, pour ce qui concerne la France, l'industrie logicielle est peu importante et le brevet pose problème au modèle du logiciel libre de par la transparence du code. Aussi un *statu quo* juridique en Europe peut permettre à la France de soulager sa dépendance vis-à-vis des éditeurs américains en profitant des alternatives libres, de plus en plus capables de concurrencer les produits propriétaires. De plus, d'un point de vue « opportuniste », si le brevet stimule l'innovation, le fait que les logiciels soient brevetables aux Etats-Unis permet aux éditeurs américains d'être suffisamment incités à effectuer de la R&D (grâce à l'importance de leur marché intérieur) et aux utilisateurs français de bénéficier ensuite des logiciels brevetés (innovants) si le logiciel libre n'est pas compétitif.

Néanmoins, rien ne justifie d'aller au delà en matière de soutien aux logiciels libres. En particulier, il n'est pas souhaitable que l'Etat les privilégie a priori aux solutions

⁷² Crédit d'impôt accordé à toute entreprise finançant de la R&D. Il n'interfère pas dans le choix des projets et laisse les acteurs privés juger eux-mêmes de la rentabilité potentielle de leurs projets.

propriétaires dans la commande publique (équipement des administrations⁷³). En effet, aucun des deux modèles (libre ou propriétaire) n'est pour l'instant clairement plus efficace que l'autre. Aussi, dans la mesure où des solutions libres et propriétaires sont déjà en concurrence sur un marché, les investissements logiciels des organismes publics doivent être effectués en fonction d'un bilan coûts-avantages au cas par cas. Ceci permettrait notamment d'accroître l'information des agents en signalant les solutions les plus performantes (ou les moins coûteuses). En revanche, sur les marchés contrôlés par un monopole, l'Etat peut favoriser une diversification de l'offre en orientant sa demande vers des solutions (libres) performantes mais dont la diffusion et donc les parts de marché sont limitées par le jeu des externalités (masse critique d'utilisateurs initiaux non atteinte).

⁷³ A titre indicatif, le marché des logiciels et des services informatiques relatifs à l'administration est estimé à 5,4 Md€ en 2005 et devrait croître de près de 11% entre 2005 et 2007 pour atteindre 6,6 Md€ (Source : Markess International, 2005).

TIC et propriété intellectuelle

Les TIC posent des problèmes d'adaptation de la propriété intellectuelle aux législateurs, et en particulier aux offices de brevet qui, face à la nouveauté et aux limites parfois ambiguës du « brevetable », ont tendance à octroyer des protections trop larges ou à récompenser des innovations très mineures.

En terme de propriété intellectuelle, trois instruments principaux existent :

- les brevets, qui protègent les innovations utiles ayant requis un véritable travail de recherche,
- le droit d'auteur, qui protège l'expression d'une idée mais pas son application par d'autres,
- le secret de fabrication qui ne confère une protection que qu'à condition qu'il ne soit pas percé.

Les programmes d'ordinateur ne peuvent théoriquement être brevetés : ils relèvent de la protection par le droit d'auteur qui empêche un concurrent de copier le logiciel mais lui permet de réimplanter les idées en réécrivant le code⁷⁴. C'est pourquoi les éditeurs de logiciels propriétaires protègent leurs innovations par secret de fabrication, en distribuant leur programmes sous forme compilée. Au contraire, le code des logiciels libres est par définition public, mais sa réutilisation est réglementée (cf. encadré « Présentation générale du logiciel libre »).

Il existe toutefois une certaine confusion puisque, par principe, toute invention susceptible d'application industrielle est brevetable, y compris dans le cas des inventions dont la mise en œuvre implique un logiciel. Ainsi certains offices de brevets admettent de nombreuses dérogations à la règle de non brevetabilité des programmes d'ordinateur : 21 000 demandes de brevet liées aux logiciels ont ainsi été déposées aux Etats Unis entre 1999 et 2002⁷⁵. En Europe, l'absence de réglementation du statut du brevet logiciel laisse le champ libre à la jurisprudence de l'Office Européen des Brevets (30 000 détenteurs de brevets logiciels déposés en Europe sont aujourd'hui dans l'incertitude quant à leur valeur). Si l'absence de protection engendre pour les éditeurs de logiciel européens une distorsion de concurrence avec les entreprises implantées dans les pays où le brevet est accordé (Etats Unis, Japon) et si elle risque de freiner l'innovation par érosion des profits des innovateurs, elle évite parallèlement la reconnaissance de la brevetabilité d'algorithmes ou de simples méthodes intellectuelles qui accroîtrait le coût de l'innovation par la multiplication des licences, et préserve le modèle libre pour qui il est impossible d'assumer ces coûts et de défendre des innovations⁷⁶.

La plupart des innovations du secteur des TIC nécessite par ailleurs l'utilisation d'innovations « complémentaires » pour être exploitées commercialement, ce qui pose le problème du partage de la propriété intellectuelle. Ceci engendre notamment de nombreux brevets de type « défensif », tels que les acteurs accumulent des brevets⁷⁷ non pour récolter des droits de licence mais afin de pouvoir se défendre contre les entreprises qui les accuseraient de violer leurs droits de propriété intellectuelle⁷⁸. On assiste également à un renouveau du partage de la

⁷⁴ La protection par le droit d'auteur en tant qu'œuvre numérique est valable 70 ans, l'attribution d'un brevet est valable 20 ans.

⁷⁵ Cf. Tirole (2003), « Protection de la propriété intellectuelle : une introduction et quelques pistes de réflexion », rapport du Conseil d'Analyse Economique (CAE).

⁷⁶ De plus, la divulgation des codes sources du logiciel libre facilite la détection d'une violation de protection.

⁷⁷ En 2004, et toujours dans le domaine du logiciel, IBM et Microsoft ont déposé à eux deux 7 000 brevets, soit environ 20 par jour (source United States Patent and Trademark Office).

⁷⁸ Ce type de brevet est fréquent dans les domaines à forte propension au brevet tels que l'électronique grand public ou les systèmes de télécommunication.

propriété intellectuelle par des systèmes de pools de brevets ou de licences croisées entre entreprises.

La question de la propriété intellectuelle se pose également aux industries culturelles qui sont affectées par le développement des réseaux de « pair à pair » (*peer-to-peer*, cf. section V.3.) nés de la numérisation de l'information et de la généralisation des connexions haut débit.. Ces industries, qui exploitent classiquement le droit d'auteur, voient la rémunération de la création intellectuelle dégradée par la substitution des téléchargements gratuits aux ventes de produits (disques DVD). Ce phénomène réduit théoriquement l'incitation à la création, aussi des moyens doivent être envisagés pour préserver la rémunération des artistes. Ces solutions peuvent être techniques (assurer le respect des droits de propriété en « verrouillant » les fichiers grâce aux systèmes de gestion numérique des droits –DRM) ou économiques (prélever une partie des recettes des sites de téléchargement ou des forfaits d'accès à Internet pour rétribuer les ayant droits).

IV - Les secteurs utilisateurs de TIC en France

IV.1 En France, le niveau de l'équipement des entreprises, et en particulier des PME, est inférieur à ceux observés dans les autres pays européens et aux Etats-Unis.

Depuis les années 1980, les TIC ont progressivement pénétré tous les secteurs d'activité, permettant une automatisation des tâches, le pilotage de processus, la mise en réseau. Cette évolution a conduit à une augmentation importante de la part des TIC dans l'investissement des entreprises, qui a doublé voire triplé selon les pays en vingt ans, passant de 6,8% en 1980 à 14,4% en 2000 en France et de 15% à 30% aux Etats-Unis. Or cette évolution à prix courant masque l'extraordinaire croissance en volume de l'investissement dans ces technologies (le prix relatif des ordinateurs aux Etats-Unis a baissé de 20% par an et celui des logiciels et des équipements de communication de 4% par an au cours du dernier quart de siècle⁷⁹).

Si l'on affine le diagnostic (cf. tableau 8), les dépenses des entreprises françaises dans toutes les catégories de biens TIC ont été nettement moins importantes qu'aux Etats-Unis entre 1980 et 2000, avec un rapport de l'ordre de 1 à 2 (écart qui ne s'est cependant pas creusé durant cette période). L'Allemagne et le Royaume-Uni ont investi davantage (que la France) dans le secteur des technologies de l'information, alors que l'Italie a investi davantage en équipements de communication. Au total, si ces trois pays ont présenté des taux d'investissement en TIC nettement inférieurs à celui des Etats-Unis sur la période considérée, ils ont cependant tous été supérieurs à celui de l'économie française⁸⁰.

Tableau 8 : Part de l'investissement en TIC dans l'investissement productif

Type d'investissement en TIC (en % du total de l'investissement en valeur)	Années	France	Allemagne	Royaume Uni	Italie	Etats-Unis
Equipements en Technologies de l'Information (TI)	1980	2,5	4,6	2,9	4,1	5,1
	1990	3,5	5,5	6,0	4,2	7,0
	1995	3,9	4,6	8,6	3,5	8,7
	2000	4,4	6,1	8,4	4,2	8,3
Logiciels	1980	1,3	3,6	0,3	1,7	3,0
	1990	2,6	3,7	2,1	3,8	8,0
	1995	3,5	4,5	3,5	4,3	10,1
	2000	6,1	5,7	3,0	4,9	13,6
Equipements de Communication	1980	2,9	3,9	1,6	4,0	7,1
	1990	3,2	4,8	2,0	5,7	7,5
	1995	3,5	4,2	3,6	6,7	7,3
	2000	3,9	4,3	3,6	7,2	8,0
Total TIC	1980	6,8	12,2	4,8	9,7	15,2
	1990	9,4	13,9	10,1	13,7	22,5
	1995	10,8	13,3	15,6	14,4	26,1
	2000	14,4	16,2	15,0	16,3	29,9

*Repris de Colecchia et Schreyer, 2002
1999 au lieu de 2000 pour l'Italie.*

Depuis le milieu des années 1990, l'équipement des entreprises en ordinateurs a été très rapide, et le raccordement des entreprises à l'Internet a suivi une évolution comparable. Aujourd'hui, toutes les grandes entreprises disposent d'une connexion à Internet, en France (99,3% des entreprises de plus de 250 salariés en 2003⁸¹) comme dans l'ensemble des pays industriels.

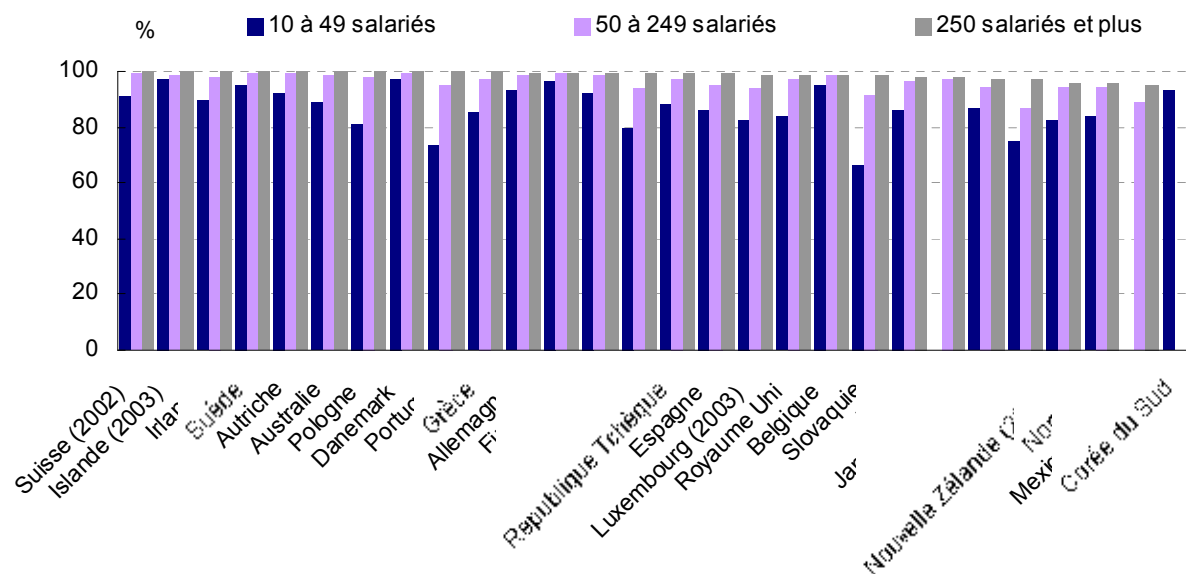
⁷⁹ Source : « Impacts économiques de la révolution numérique » – P-A. Muet, septembre 2005.

⁸⁰ Ces comparaisons doivent toutefois tenir compte du fait que les niveaux d'investissement dépendent de l'équipement initial, ce dernier étant différent selon les pays.

⁸¹ Source : OCDE (2004).

Pour ce qui est des PME (cf. graphique 8), 93% d'entre elles (entreprises de 6 à 200 salariés) étaient connectées à Internet en 2004 en France (contre 40% en 1998 et 73% en 2000)⁸². Les PME françaises restent néanmoins légèrement moins équipées que leurs homologues allemandes (99% des PME connectées), italiennes (95%) ou espagnoles (94%)⁸³, mais le sont à un niveau équivalent de celui des PME américaines (93% des entreprises de 20 à 99 salariés⁸⁴). Cependant les entreprises françaises connectées à Internet le sont souvent à haut débit : c'était le cas de 62% d'entre elles en 2003 (contre seulement 47% en Allemagne et 36% en Italie⁸⁵) de 75% en 2004 et de 89 PME sur 100 fin 2005⁸⁶.

Graphique 8 : Pénétration d'Internet dans les entreprises de plus de 10 salariés selon la taille de l'entreprise (2004).



Sources : OCDE, base de données TIC et Eurostat, Etude communautaire sur l'usage des TIC dans les entreprises, Mai 2005

Les entreprises françaises présentent surtout un retard important dans la mise en place de sites sur la « Toile » (*Web*). Avec 26% d'entreprises de plus de 10 salariés disposant d'un site, la France présente le taux le plus faible des pays de l'OCDE, très largement distancée par la Suède (82% des PME), l'Allemagne (72 %), le Royaume-Uni (53 %), etc.⁸⁷. Ce taux est proche de 50% aux Etats-Unis⁸⁸. Qui plus est, la proportion d'entreprises disposant d'un site Internet n'augmente plus depuis 2003 en France, tandis qu'il continue de croître en Allemagne.

De plus, les sites des entreprises allemandes sont plus complets et plus fournis que ceux des entreprises françaises (ces derniers se réduisant généralement à des « sites vitrines »⁸⁹). 25 % proposent plus de 20 pages Web, alors qu'en France un site sur deux est un microsite comportant 5 pages ou moins. Seuls 6% des sites des PME françaises permettent la vente et le paiement ligne contre respectivement 12% et 13% pour ceux des PME allemandes et

⁸² Source : BNP Paribas Lease Group, janvier 2005.

⁸³ Même source, données de 2003.

⁸⁴ Source : Yankee Group, juin 2003.

⁸⁵ Source : BNP Paribas Lease Group, avril 2004.

⁸⁶ Source : BNP Paribas Lease Group, janvier 2006.

⁸⁷ Données de 2004, sauf pour la France (2003), Source : OCDE, Eurostat, mai 2005. Cependant, selon une autre source (BNP Paribas Lease Group, 2005), la part des PME française de 6 à 200 salariés disposant d'un site Web en 2004 serait de 55%, contre 65% pour les PME allemandes.

⁸⁸ 47% pour les entreprises de 20 à 99 salariés et 54% pour les entreprises de 100 à 499 salariés. Source : Yankee Group, juin 2003.

⁸⁹ Sites rudimentaires présentant l'entreprise mais ne proposant pas de fonctionnalité autre (de type présentation du catalogue, commande ou paiement en ligne, etc.).

italiennes⁹⁰. De manière générale, les PME françaises sont réticentes à vendre en ligne, et elles accusent un retard important par rapport aux PME européennes dans l'adoption du commerce en ligne « B to B »⁹¹, alors que paradoxalement la propension de ces entreprises à acheter sur Internet est importante.

En dépit des progrès constatés depuis cinq ans en la matière, le stade de développement des entreprises françaises dans l'utilisation des technologies de l'information demeure structurellement inférieur à celui des autres pays européens, en particulier pour ce qui concerne les PME.

IV.2 L'écart d'investissement en TIC des entreprises françaises par rapport aux entreprises américaines s'explique conjointement par une sur-accumulation de TIC aux Etats-Unis, par des prix jusqu'ici plus élevés en France mais surtout par une structure industrielle moins propice à l'adoption massive de ces technologies en France.

Il existe différents facteurs, sans doute complémentaires les uns aux autres, pouvant expliquer la faiblesse structurelle de l'investissement en TIC des entreprises françaises par rapport aux entreprises allemandes, britanniques, scandinaves ou américaines. En premier lieu, une part du déficit de la France dans l'adoption des TIC résulte en réalité d'une suraccumulation de technologies, aux Etats-Unis notamment, à la fin des années 1990, comme le montre la baisse de la part des TIC dans l'investissement total en 2001 aux Etats-Unis et l'éclatement concomitant de la bulle financière liée aux TIC.

Une autre explication possible quant à la lenteur de la diffusion en France serait que le prix des investissements en TIC serait resté durablement plus élevé qu'ailleurs, et surtout qu'aux Etats-Unis. Ceci pourrait être dû à des structures de production et de diffusion moins concurrentielles en France, ou encore au fait que les équipements (en particulier les logiciels), pour beaucoup produits aux Etats-Unis, semblent être commercialisés plus tardivement en Europe et avec des marges plus importantes. Cependant ces présomptions n'ont pas fait l'objet d'études détaillées et les arguments ne sont, en tout état de cause, plus applicables aujourd'hui (selon une étude réalisée par Ernst & Young pour la DGE en 2005⁹², la France présente aujourd'hui, dans le domaine des TIC, des prix compétitifs au niveau mondial, et même meilleurs que la majorité des autres pays d'Europe).

Une étude de l'OCDE⁹³ souligne également l'importance de facteurs « culturels », et en particulier de la langue : les TIC étant majoritairement produites dans les pays anglophones, ceci peut s'avérer être un facteur influent dans le choix d'investissement d'une entreprise, en particulier de petite taille. De plus, la faible part du secteur producteur de TIC en France et en Europe interdirait à ces économies de bénéficier de phénomènes de *spillovers* (externalités, complémentarités) entre producteurs et utilisateurs de ces matériels⁹⁴.

Il semble par ailleurs (selon le MEDEF⁹⁵) que des imperfections d'information (méconnaissances des outils eux-mêmes et de leur potentiel, craintes et réticences à l'égard des nouvelles technologies jugées trop complexes, trop coûteuses et/ou insuffisamment

⁹⁰ Source : BNP Paribas Lease Group, janvier 2005.

⁹¹ Business to Business : entre entreprises.

⁹² Ernst & Young (2005), « Etude de la chaîne de valeur du marché du PC », Etude réalisée pour la Direction Générale des Entreprises (DGE).

⁹³ OCDE (2003), ICT and Economic Growth.

⁹⁴ On pense notamment aux solutions de type progiciels dont la production a besoin d'être proche du marché pour que l'offre soit adaptée aux besoins spécifiques de la demande.

⁹⁵ Cf. le rapport du groupe de travail intitulé : « Favoriser l'usage des technologies de l'Information et de la Communication (TIC) dans les PME, pour leur compétitivité », disponible sur <http://www.syntec-informatique.fr/DesktopDefault.aspx?TabID=119&NewsID=120>.

performantes, etc.) freine l'équipement et la bonne absorption des TIC par les PME françaises.

Mais il semble que le facteur explicatif le plus important soit lié à la structure industrielle de la France et au degré de concurrence entre les entreprises que celle-ci engendre. D'une part, la France présente une faible spécialisation dans les activités nécessitant des investissements importants en TIC (moins de service d'intermédiation financière qu'au Royaume-Uni par exemple). D'autre part la France ne dispose pas véritablement d'un tissu dense de PME exportatrices et indépendantes (contrairement à l'Allemagne par exemple) : de nombreuses PME françaises sont dans une logique verticale de filière et orientées vers un grand groupe. Cette spécificité de la France en terme de structure industrielle, serait notamment liée au poids des réglementations qui favoriserait les (grandes) entreprises déjà installées au détriment des nouvelles entreprises. Cette structure se traduit naturellement par des choix d'investissement moins orientés vers les nouvelles technologies, car celles-ci sont moins nécessaires à la compétitivité des entreprises. Les PME seraient alors trop faiblement incitées à investir dans de nouveaux outils technologiques du fait d'une concurrence insuffisante à l'échelle nationale (entre PME, et plus encore entre PME et groupes) et internationale.

IV.3 Les entreprises n'utilisent efficacement les TIC qu'en accompagnant leurs investissements de changements organisationnels. L'adoption des TIC semble induire une montée en qualification et d'un rajeunissement de la main d'œuvre. Toutes ces évolutions sont plus difficiles en France qu'aux Etats-Unis.

Outre une moindre adoption des TIC, la France présente également un impact plus faible de l'utilisation de ces technologies sur la performance des entreprises. Ceci suggère que cette utilisation des TIC se fait de façon moins efficace qu'ailleurs (aux Etats-Unis notamment).

IV.3.1 L'utilisation de TIC est complémentaire à l'adoption de pratiques organisationnelles innovantes. Les réticences ou les difficultés à se réorganiser peuvent expliquer l'usage moins massif et moins efficace des TIC dans les entreprises en France.

Dans la théorie économique, TIC et organisations du travail innovantes sont complémentaires⁹⁶. Selon F. Rowe, il serait même inefficace d'inciter à tout prix les entreprises à s'équiper en TIC sans tenir compte du changement d'organisation que cela nécessite pour être performant. Or, des travaux menés par Askenazy montrent justement qu'en France les entreprises accusent un retard « organisationnel » aussi important que l'est leur sous-équipement relatif en TIC⁹⁷.

Une intégration réussie des TIC au sein de l'entreprise est accompagnée d'innovations non technologiques complémentaires : nouvelles stratégies, nouvelles structures organisationnelles requérant souvent des qualifications accrues de la part des salariés. En particulier, les TIC facilitent la transmission interne d'information et rendent les niveaux intermédiaires

⁹⁶Voir sur ce point, en particulier :

- Greenan et Mairesse (1999), « Organizational Change in French Manufacturing: What Do We Learn From Firm Representative and From Their Employees? », NBER Working Paper n° 7285 (données françaises).

- Brynjolfsson et Hitt (2000), « Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance », *Journal of Economic Perspectives*, Fall (données américaines).

- Askenazy et Gianella (2000), « Le paradoxe de productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation », *Economie et Statistique*, n°339-340 (données américaines).

⁹⁷ Ces deux caractéristiques sont certainement liées : l'impact des TIC sur la productivité est à la fois « direct » (capital TIC) et « indirect », les TIC rendant possibles certaines nouvelles formes d'organisation plus efficaces du travail. Remarques apportées lors d'une séance du groupe de travail.

d'encadrement moins utiles. Ainsi, P. Askenazy⁹⁸ affirme que l'intégration des TIC dans l'entreprise exige une évolution et une formation particulière des managers (selon lui, le problème de management inadapté serait particulièrement prononcé en France). P-A. Muet⁹⁹ explique, quant à lui, que l'adoption de TIC conduit les entreprises à travailler en réseau et notamment à externaliser une partie de leurs activités auprès de sous-traitants.

Ainsi, si l'informatisation (seule) d'une part, et le (seul) recours à des pratiques organisationnelles innovantes d'autre part, présentent tous deux des effets positifs sur les performances d'une entreprise, l'impact de l'adoption couplée de ces deux pratiques est supérieur à la somme des deux effets précédents. L'impact des nouvelles pratiques d'organisation serait d'autant plus significatif que ces entreprises sont déjà fortement informatisées.

Plus précisément, selon Askenazy, Thesmar et Thoenig (2004)¹⁰⁰, TIC et organisations du travail innovantes seraient complémentaires, non pas au niveau de la firme, mais à l'échelle du secteur. Les choix organisationnels des entreprises seraient déterminés par le degré de diffusion sectorielle des TIC via une pression concurrentielle accrue, les entreprises utilisant les TIC étant plus réactives - mais pas nécessairement plus efficaces dans leur processus de production - que celles qui ne les utilisent pas.

Enfin, Greenan et Mairesse (2004) mettent en évidence un effet de complémentarité entre l'adoption d'Internet d'une part et l'adoption de pratiques organisationnelles innovantes d'autre part. Les travaux de Crépon, Heckel et Riedinger (2005) ne permettent pas de confirmer l'existence d'une telle complémentarité, mais les auteurs montrent que les entreprises utilisant Internet en France adoptent plus fréquemment que les autres de « nouvelles pratiques organisationnelles » telles que l'organisation en centres de profit ou le recours à des certifications de type ISO 9001, 9002 ou autres (certifications de qualité).

En conclusion, la complémentarité entre TIC et organisation innovante du travail est vérifiée empiriquement, même si l'ampleur du gain net de la complémentarité au niveau de l'entreprise est discutée.

IV.3.2 Les TIC engendrent un biais en faveur des travailleurs qualifiés dans la composition de la main d'œuvre au sein des entreprises utilisatrices.

En théorie, le capital TIC peut être plus ou moins substituable au travail non qualifié. De fait, l'utilisation de TIC va souvent de pair avec une forte qualification des salariés, corrélation qui laisse penser qu'il existe des complémentarités entre informatique et capital humain au niveau des entreprises. La combinaison de ces complémentarités et de la baisse de prix des ordinateurs conduirait les entreprises à déplacer leur demande de travail vers des catégories spécifiques de travailleurs.

Selon Biscourp & alii (2000)¹⁰¹, la diffusion des TIC ne bénéficierait pas nécessairement à des individus disposant de qualités spécifiquement liées à l'utilisation de l'informatique, mais exercerait plutôt des effets de substitution entre ordinateurs et main-d'œuvre peu qualifiée (au sein d'une forme organisationnelle adaptée).

Les travaux de Crépon, Heckel et Riedinger (2005), sur données françaises, mettent en évidence le fait que l'utilisation d'Internet ne semble pas affecter capital et travail de manière

⁹⁸ Cf. intervention auprès du groupe de travail lors de la séance du 7 juillet 2005.

⁹⁹ « Impacts économiques de la révolution numérique », P-A. Muet, septembre 2005.

¹⁰⁰ Travail sur données françaises (Enquête « Réponse »: Relations Professionnelles et Négociations d'Entreprise) mais anciennes (1998).

¹⁰¹ Sur données individuelles françaises portant sur la période 1994-1997.

(significativement) hétérogène. Par contre, au sein du facteur travail, toutes les catégories de salariés ne sont pas affectées de manière homogène : l'adoption d'Internet augmente significativement la productivité, des qualifiés et des très qualifiés, contrairement aux autres catégories.

Enfin, une étude de Askénazy et Moreno-Galbis (2005)¹⁰² montre que l'adoption de TIC est associée à un taux de rotation accru des salariés de production (peu et moyennement qualifiés), alors que l'adoption d'organisations du travail innovantes semble davantage affecter le taux de rotation dans les postes d'encadrement. L'interprétation économique de ce phénomène est que les TIC (resp. les formes d'organisation innovantes du travail) tendent en France à accroître la productivité relative des postes d'encadrement (resp. des salariés de production) et corrélativement à réduire le taux de rotation relatif sur ce type de poste.

Il reste que ces résultats doivent être considérés avec précaution, car ils sont très vraisemblablement entachés de biais d'endogénéité¹⁰³ qui semblent difficiles voire impossibles à traiter avec les données disponibles actuellement.

IV.3.3 L'usage des TIC dans les entreprises se fait au détriment des travailleurs âgés.

Des travaux de Ananian et Aubert (2004), et de Aubert, Caroli et Roger (2004) montrent qu'il existerait un biais des TIC à l'encontre des travailleurs âgés. Ces derniers sont relativement moins nombreux dans les entreprises innovantes, que ce soit dans les secteurs des services ou dans le secteur manufacturier. L'innovation technologique touche tous les salariés âgés, quelle que soit leur qualification d'origine : la qualification ne suffirait pas à protéger complètement contre les conséquences de l'âge en terme d'employabilité.

Les auteurs montrent également qu'en France, l'introduction de nouvelles technologies est associée à moins d'embauches de travailleurs âgés, mais pas à des sorties (significativement) plus importantes de ces catégories de travailleurs. Cette observation pourrait donc suggérer l'existence d'une obsolescence des qualifications, qui justifierait des embauches moins fréquentes pour les salariés âgés dans les entreprises innovantes (au sens de l'investissement en TIC). Pour ce qui est des « sorties », le fait que les seniors ne soient pas davantage touchés que les plus jeunes dans les entreprises intenses en TIC est lié, au moins en partie, aux rigidités existant sur le marché de travail (protection de l'emploi) qui limitent les possibilités de licenciements pour les employeurs.

IV.4 Recommandations de politique publique : accroître l'équipement en TIC des entreprises n'est pas un objectif en soi. Cela s'effectuera naturellement si les TIC sont nécessaires à leur compétitivité (développement de concurrence) et l'aide directe à l'équipement des entreprises non utilisatrices de TIC présente plus de risque que d'avantage (incapacité à se réorganiser).

L'idée même du retard français en terme d'adoption de nouvelles technologies est à nuancer. D'abord du fait du probable surinvestissement des entreprises américaines jusqu'en 2001. Ensuite en raison de phénomènes de rattrapage en cours et de l'appréciation de l'euro par rapport au dollar : selon G. Cette¹⁰⁴, une parité passant de 0,9 à 1,3 représente l'équivalent de

¹⁰² Sur des données françaises (Enquête Réponse de 1998).

¹⁰³ Il est possible que les coefficients estimés ne reflètent pas l'impact direct des seules TIC sur la productivité, mais l'impact de tout un ensemble de facteurs non observés corrélés avec l'utilisation des TIC (dynamisme du chef d'entreprise par exemple).

¹⁰⁴ Remarque apportée lors d'une séance du groupe de travail.

4 années de baisse des prix des TIC et devrait avoir un effet important de stimulation sur la demande si cette baisse est bien répercutée sur les prix de détail.

Il convient ensuite de signaler que l'adoption plus tardive des TIC par les entreprises en France peut aller de paire avec une plus grande maturité dans l'adoption de celles-ci. E. Brousseau¹⁰⁵ explique notamment (évoquant la pratique de la vente en ligne) que les applications mises en place par les entreprises sont souvent plus coûteuses, mais surtout plus élaborées et mieux intégrées à l'ensemble du système d'information que dans les autres pays. Les entreprises, qui s'équipent plus tardivement en France qu'ailleurs, tirent notamment profit de la maturité des technologies testées plus tôt par d'autres. On peut donc penser qu'en dépit de la lenteur de son développement, l'utilisation des TIC en France présente d'emblée une maturité avancée.

La diffusion des TIC engendre des externalités qui devraient spontanément inciter des entreprises non utilisatrices à investir dans des solutions technologiques, par mimétisme (vis à vis des entreprises du même secteur ou implantées à proximité) ou sous des contraintes de compétitivité (alignement sur les standards technologiques de l'entreprise leader de la filière ou des entreprises concurrentes).

L'Etat a vocation à intervenir pour corriger des imperfections de marché, et le sous-équipement relatif en TIC des entreprises en France peut, dans certains cas, être lié à de telles imperfections. Ainsi l'existence de rigidités sur le marché du travail pourrait retarder l'adoption de pratiques organisationnelles innovantes (elles-mêmes nécessaires à une absorption efficace des TIC). En particulier, les travailleurs faiblement qualifiés et les seniors sont moins désirables dans les entreprises utilisatrices de nouvelles technologies (cf. section IV.3.). La réduction des rigidités qui limitent la capacité des entreprises à adapter la main d'œuvre à leur besoin pourrait ainsi favoriser l'adoption des TIC.

Par ailleurs, la faiblesse de l'investissement en TIC de certaines entreprises (notamment les plus petites) pourrait s'expliquer par un déficit d'information concernant les possibilités offertes par les TIC et les gains potentiels. Ce type d'investissement engendre une forte incertitude quant aux profits futurs et donc le coût immédiat de l'équipement peut être jugé trop important (manque de compétences, etc.). Dans ce cas, il est souhaitable que les pouvoirs publics améliorent l'information des dirigeants de PME en communiquant à un niveau local et en facilitant la mutualisation des expériences entre entreprises.

Enfin, une grande partie du sous-investissement en TIC s'explique, non par des raisons propres au secteur des TIC, mais par un phénomène transversal : la faible incitation pesant sur les entreprises pour accroître leur compétitivité (cf. déficit de R&D, faiblesse de l'innovation, etc.). Il est donc préférable d'adopter des mesures transversales, bonnes pour l'économie par ailleurs, plutôt que des mesures ciblées sur le seul secteur des TIC. Il est recommandé de concentrer les efforts publics sur le développement de la concurrence lorsqu'elle est insuffisante et la levée des rigidités de marchés administratives afin de faciliter la bonne appropriation des TIC. A l'inverse, il convient d'éviter de subventionner directement les entreprises sous-équipées car ceci pourrait porter préjudice à leur compétitivité si elles ne peuvent adapter leur organisation et leur main d'œuvre à leurs nouveaux outils.

¹⁰⁵ Cf. intervention auprès du groupe de travail lors de la séance du 26 mai 2005.

V - L'utilisation des TIC par les ménages en France

V.1 Le retard relatif des ménages français sur ceux des autres pays d'Europe de l'Ouest les plus avancés et des Etats-Unis en ce qui concerne l'adoption des TIC se comble naturellement. Dans certains domaines (connexion à Internet haut débit), la France présente même aujourd'hui une certaine avance.

Le retard de la France (par rapport à l'Allemagne, au Royaume Uni et aux Etats-Unis notamment) dans l'utilisation des TIC par les ménages était important en 2000-2001. En 2000, moins de trois ménages français sur dix (27%) disposaient d'un ordinateur contre 46% des ménages britanniques, 47% des ménages allemands et 51% des ménages américains. En 2001, seuls 20% des ménages disposant d'une ligne fixe étaient connectés à Internet en France, soit une proportion deux fois moindre qu'en Allemagne (35%), au Royaume Uni (38%)¹⁰⁶ et aux Etats Unis (51%)¹⁰⁷.

Depuis 2000, les taux d'équipement ont fortement progressé. En juin 2005, 53% de la population (18 ans et plus) disposait d'au moins un ordinateur à domicile (11% en avait plusieurs), et 39% était abonnée à Internet¹⁰⁸ (cf. graphique 9), soit des progressions respectives de 3 et 4 points par rapport à 2004. Depuis cinq ans, le parc informatique des particuliers est de plus en plus souvent relié à Internet : en 2000, 41% des ordinateurs étaient connectés ; aujourd'hui, près des trois quarts le sont (73%, 25,8 millions d'internautes fin 2005¹⁰⁹).

L'accès à Internet reste cependant moins fréquent qu'en Allemagne (50%), au Royaume Uni (53%) et aux Etats-Unis (61%)¹¹⁰. Mais, avec une croissance de 14,3% du nombre d'internautes entre 2003 et 2004¹¹¹, la France présente le taux le plus important d'Europe occidentale, signe d'un rattrapage toujours en cours. Et même si le rythme de croissance va mécaniquement ralentir avec l'augmentation du nombre de ménages connectés, il demeure très supérieur à celui des Etats Unis (taux de croissance annuel inférieur à 3%). Selon des prévisions datant de 2003¹¹², la France devrait avoir rattrapé d'ici 2007 son retard sur l'Allemagne en terme de pénétration d'Internet dans la population.

¹⁰⁶ Source : Nielsen/Netratings.

¹⁰⁷ Source : OCDE (2002), « Perspectives des technologies de l'information de l'OCDE ».

¹⁰⁸ Source : Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de vie (CREDOC), Enquêtes « Conditions de vie et aspirations des Français » (2005).

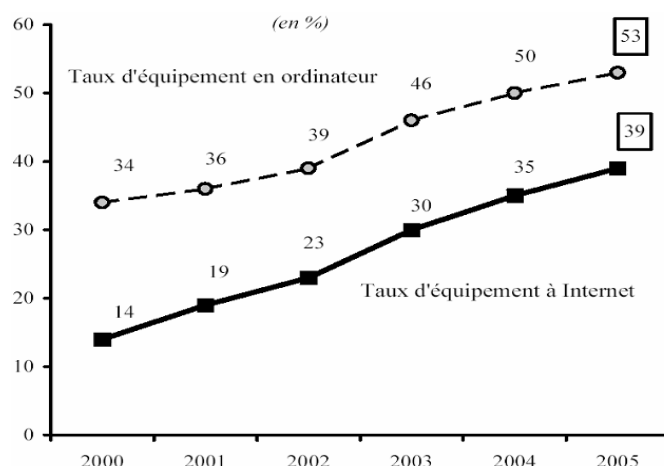
¹⁰⁹ Individus de 11 ans et plus qui se sont connectés au cours du dernier mois, données de novembre 2005. Source : Médiamétrie.

¹¹⁰ Source : eMarketer, mai 2005. Selon Millward Brown (octobre 2004), les pays scandinaves présentent quant à eux des taux compris entre 70% et 80%.

¹¹¹ Source : Nielsen – NetRatings, février 2005. Selon eMarketer, le taux de croissance annuel devrait baisser d'ici 2008 pour atteindre un niveau compris entre 4% et 5%.

¹¹² Source : eMarketer.

Graphique 9 : L'équipement en ordinateur et en connexion Internet à domicile (18 ans et plus)



Source : CREDOC, Enquêtes « Conditions de vie et aspirations des Français » (2005)

Parallèlement à ce rattrapage dans l'utilisation d'Internet, les ménages français connectés présentent une avance sur ceux des autres pays dans l'accès au haut débit : 81% des connexions se feraient à haut débit en France (95% d'entre elles via l'ADSL), contre seulement 63% au Royaume Uni et 52% en Allemagne¹¹³. La France comptait 27 abonnés à haut débit pour 100 habitants mi-2005 contre 3 en 2003. Cette rapidité dans la diffusion du haut débit en France (le taux de pénétration dans les foyers a presque doublé entre 2003 et 2004) s'explique notamment par la faiblesse des prix : au 1^{er} octobre 2004, le prix moyen du haut débit pour 1 Mégabit par seconde était de 28€ en France, contre 40€ au Royaume Uni, 42€ en Allemagne et une moyenne de 56€ en Europe¹¹⁴. Les connexions ADSL se sont multipliées dans les communes rurales, réduisant fortement les disparités géographiques d'accès. Enfin, avec une moyenne de 13 heures en ligne par semaine, les internautes français sont également ceux qui se connectent le plus parmi les Européens¹¹⁵.

Concernant la téléphonie (Cf. graphique 10), le pourcentage d'adultes disposant d'une ligne fixe à leur domicile ne cesse de décroître (82% en 2005, contre 90% en 2000) malgré une intensification de la concurrence sur ce segment (30% des adultes disposant d'un fixe sont abonnés chez plusieurs opérateurs), au profit des téléphones mobiles dont la diffusion se poursuit (aujourd'hui 70% des Français en sont équipés)¹¹⁶. Au final, la diffusion du téléphone mobile est plus rapide que le recul du téléphone fixe, ce qui témoigne d'une hausse globale de l'équipement de télécommunication dans les ménages (et ce sans tenir compte de l'essor des communications téléphoniques par Internet). De plus, le téléphone mobile fait de plus en plus souvent converger différentes applications : 64% de la population envoie régulièrement des SMS¹¹⁷, 64% des 12-17 ans téléchargent des sonneries et des jeux sur leur mobile et 10% des possesseurs de téléphones portables s'en servent pour naviguer sur Internet.

¹¹³ Source : Hotwire/MORI, juin 2005.

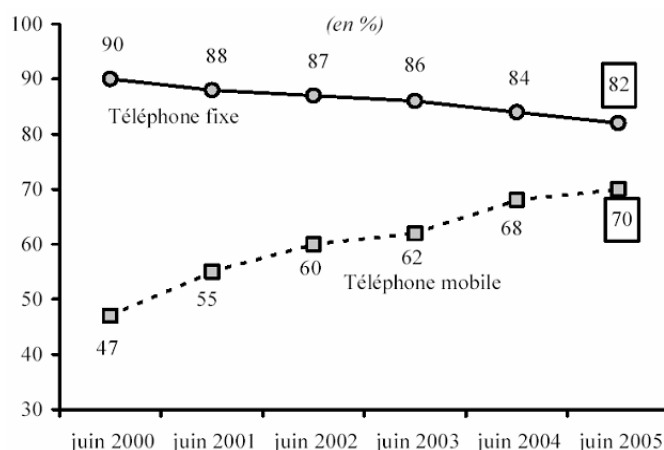
¹¹⁴ Source : Ministère finlandais des télécommunications, 2005.

¹¹⁵ Source : Etude « EIAA Mediascope Europe » de l'European Interactive Advertising Association (EIAA).

¹¹⁶ Source : CREDOC, Enquêtes « Conditions de vie et les Aspirations des Français » (2005).

¹¹⁷ 97% chez les 12-17 ans, avec une moyenne de 28 SMS par semaine pour cette sous-population contre 14 pour l'ensemble des 12 ans et plus. Source CREDOC, juin 2005.

Graphique 10 : Taux d'équipement des adultes (18 ans et plus) en téléphone fixe et mobile.



Source : CREDOC, Enquêtes « Conditions de vie et aspirations des Français » (2005)

Le retard relativement important qui était constaté dans l'équipement des ménages en TIC au début des années 2000 se résorbe naturellement et aucune défaillance de marché ne semble gêner la pénétration d'Internet (notamment à haut débit) ou l'utilisation des téléphones mobiles et des services qu'ils proposent. L'intervention publique en faveur de l'équipement des ménages en TIC ne semble donc pas justifiée, hormis pour accroître la transparence des coûts ou réduire les *switching costs*¹¹⁸.

La demande dans certains domaines reste cependant durablement plus faible que dans les autres pays industriels (dans les services de télécommunication ou la télévision numérique par exemple). On peut penser que ceci traduit une différence de goût des ménages français par rapport aux ménages allemands ou britanniques, à savoir une moindre préférence pour ces types de produits. La faiblesse de la demande serait alors liée à un arbitrage dans le panier de consommation des ménages (qui préfèrent consacrer leur budget à d'autres dépenses) et non à une imperfection de marché. L'Etat n'aurait donc pas vocation à intervenir là non-plus.

V.2 Les ménages français réalisent de plus en plus d'achats sur Internet, cependant le développement du commerce électronique est confronté à des obstacles liés à des imperfections d'information que l'Etat doit résorber.

Le commerce électronique « B to C »¹¹⁹ progresse à un rythme soutenu en France : en juin 2005, 39% des internautes déclaraient avoir réalisé des achats en ligne dans l'année contre seulement 32% en 2004. A l'échelle de la population, c'est plus d'un français sur cinq (11 millions de personnes) qui a acheté sur Internet en 2005¹²⁰. Le commerce électronique représente aujourd'hui la moitié du chiffre d'affaires de la vente à distance (46%¹²¹).

Les raisons de cet essor sont nombreuses : la diffusion d'Internet (et du haut débit) bien sûr, mais également le développement et la diversification de l'offre, la baisse des prix proposés et l'amélioration progressive de la confiance dans le paiement en ligne.

Néanmoins, avec un chiffre d'affaires estimé à 6Md€ en 2004, le commerce électronique ne représente aujourd'hui que 1,5% de l'ensemble des ventes du commerce de détail (1,9% aux

¹¹⁸ Coût du changement de prestataire de service.

¹¹⁹ *Business to Consumer* : achats des particuliers aux entreprises.

¹²⁰ Source : CREDOC, Enquêtes « Conditions de vie et aspirations des Français » (2005).

¹²¹ Source : Fédération des Entreprises de Vente A Distance (FEVAD).

Etats-Unis), ce qui place la France en troisième position du marché « B to C » européen, derrière le Royaume Uni et l'Allemagne.

Depuis l'éclatement de la bulle Internet, l'offre du commerce électronique a eu tendance à se concentrer autour des grands acteurs qui ont su se maintenir : début 2004, 84% du chiffre d'affaires du commerce électronique auprès des particuliers était réalisé par des sites ouverts avant 2001 (5% des entreprises réalisent 90% du chiffre d'affaires total des services et produits vendus aux particuliers sur Internet)¹²². En France, les cinq premiers sites marchands en terme d'audience sont Ebay (25% des « cyberacheteurs » y font des achats), la Fnac (21%), Cdiscount (19%), Amazon (13%) et La Redoute (12%)¹²³.

Contrairement à ce qui avait pu être envisagé initialement, Internet n'a à ce jour pas engendré de bouleversement profond dans la vente auprès des consommateurs finaux. Le commerce électronique est (encore) loin de menacer le commerce traditionnel, d'autant que ses caractéristiques propres (livraison à domicile, faiblesse des coûts de shopping¹²⁴, absence de contrainte horaire, personnalisation de l'offre, amélioration de l'information grâce aux moteurs de recherche, etc.) n'en font qu'un substitut « imparfait » aux achats en magasin. Le commerce électronique a certes l'avantage d'engendrer une concurrence plus forte, et donc des prix plus bas (grâce aux moteurs de recherche et à l'absence de coûts de transport notamment)¹²⁵. Certains biens ne peuvent d'ailleurs être achetés que par Internet (les billets de compagnies aériennes à bas prix par exemple). Mais le commerce en ligne n'est attractif et rentable que pour certains produits et services et ne se substituera jamais (complètement) au commerce traditionnel: en 2005, 51% des « cyberconsommateurs » ont acheté des produits culturels, 40% du matériel informatique, 38% des voyages (42% du commerce électronique B-to-C en valeur en 2004, cf. tableau 8), et seulement 5% des produits alimentaires¹²⁶ (dans ces secteurs, la croissance du commerce en ligne a vraisemblablement eu pour conséquence une baisse importante des ventes dans le commerce traditionnel).

Tableau 8 : Chiffre d'affaires du commerce électronique B to C en France 2004 selon le type de produit vendu.

Sites spécialisés dans...	Chiffre d'affaires global en 2004 (millions d'euros)	Croissance 2003/2004 (en valeur)	Poids en 2004 (en valeur)
Tourisme (voyage, transport, hôtellerie)	2.080	+51%	42%
High-Tech (informatique, multimédia, électronique grand public, électroménager)*	1.070	+41%	22%
Vente Par Correspondance (VPC) généraliste**	625	+49%	13%
Produits culturels (livres, disques, vidéos)	325	+20%	7%
Cybermarchés (supermarchés en ligne)	154	+11%	3%

Source : Benchmark Group.

* Les ventes de produits high-tech par des vendeurs de biens culturels ont été réaffectées au secteur high-tech et les ventes de produits d'équipement de la maison ou de la personne dans le secteur "Divers".

** Chiffre d'affaires des VPC généralistes tous produits confondus, y compris les ventes de produits high-tech ou de biens culturels.

¹²² Source : « Le commerce électronique - Une demande en expansion, une offre qui s'adapte », JB Berry, INSEE Première, N°1040, septembre 2005.

¹²³ Source : Médiamétrie/FEVAD, mars 2005.

¹²⁴ De type passage en caisse, files d'attente, port des courses, etc.

¹²⁵ Il faut toutefois mentionner à ce sujet les travaux de S. Larribeau et T. Pénard (2002 et 2003) qui soulignent les risques de collusion entre détaillants sur Internet (et donc de hausse des prix), du fait de la transparence des stratégies tarifaires entre les acteurs et de la grande flexibilité des prix (absence de coût de catalogue). Toutefois, l'arrivée sur le marché de « discounters » (comme Cdiscount) diversifie l'offre et permet aux acheteurs de bénéficier de prix inférieurs à ceux proposés dans le commerce traditionnel.

¹²⁶ Source : CREDOC, Enquêtes « Conditions de vie et aspirations des Français » (2005).

Les trois freins majeurs au développement du commerce en ligne sont :

- du côté de l'offre : l'incertitude concernant le vendeur, qui pénalise surtout les entreprises ne disposant pas de point de vente physique car ce dernier constitue aux yeux des consommateurs un gage minimum de sérieux¹²⁷ (sur Internet, les entreprises du commerce traditionnel disposent d'ailleurs d'un atout décisif sur celles qui ne vendent qu'en ligne). Une directive communautaire de 2000 a pour but de garantir la transparence et une meilleure information pour ce qui concerne le prestataire de services et son lieu d'établissement dans l'Union européenne (dans le faits, on peut penser que la méfiance vis-à-vis d'un vendeur implanté à l'étranger demeure) ;
- du côté de la demande, le temps d'adaptation à un nouveau mode de distribution, quoique ce problème se résout naturellement, et ce d'autant plus vite que le haut débit se diffuse rapidement en France (l'achat de biens culturels sous format numérique nécessite le téléchargement du produit dont la taille est parfois trop importante pour que ceci puisse être fait à bas débit) ;
- enfin, sur le fonctionnement même du marché, la question de la sécurité des paiements. Celle-ci relève toutefois d'une mauvaise information des consommateurs puisque, selon l'enquête Taylor Nelson Sofres (juin 2003), 52% des internautes qui n'achètent pas en ligne craignent avant tout pour la sécurité des transactions, alors que seuls 3% des acheteurs effectifs déclarent, en 2004, avoir rencontré des problèmes de ce type.

L'action des pouvoirs publics pourrait cibler les freins du côté de l'offre et du fonctionnement du marché : l'information auprès des utilisateurs quant à la sécurité des transactions en ligne (le développement des procédures administratives disponibles sur Internet va par exemple dans ce sens en impliquant des paiements – amendes, impôts) et la mise en place d'un système de certification pour rassurer les acheteurs potentiels vis à vis du vendeur et de la sécurité des transactions.

V.3 La numérisation de l'information a fait naître des communautés d'échanges de produits et de connaissances sur Internet. Elles améliorent fortement l'information du consommateur sur les produits et la diffusion des biens culturels numérisés mais leur développement nécessite la mise en place d'outils nouveaux de gestion des droits pour préserver la rémunération de la création intellectuelle.

Les communautés en ligne (ou « virtuelles ») se sont développées de manière très rapide ces dix dernières années dans les économies industrielles, profitant des possibilités nouvelles offertes par l'Internet (possibilité d'accéder à un champ extrêmement large d'individus et d'interagir avec eux). Ces communautés, qui se créent spontanément, permettent à leurs membres de mutualiser leurs expériences et de partager des informations concernant la qualité de certains produits ou leur utilisation. Elles joueraient un rôle de plus en plus important dans la mesure où la complexité, la diversité et la vitesse de renouvellement des biens s'accroissent.

Les communautés en ligne améliorent donc l'adaptation réciproque de l'offre et de la demande sur les marchés physiques en permettant aux utilisateurs d'accroître leur information (et de réduire leur incertitude) concernant les produits, mais également aux producteurs de

¹²⁷ Internet offre une grande flexibilité à la création/disparition d'entreprises désirant commercialiser des produits, car la mise en place d'un site de vente en ligne est beaucoup plus aisée que l'ouverture d'un magasin. Cette flexibilité envoie aux consommateurs un signal négatif selon lequel les sites de vente en ligne sont moins sûrs et moins fiables que les points de vente traditionnels.

mieux identifier les besoins des consommateurs. En effet, les retours d'expérience renseignent les consommateurs potentiels sur les caractéristiques d'un produit et sa qualité « à l'usage », ils apportent aux utilisateurs des compléments d'information sur la façon de l'utiliser, mais ils sont également pour les producteurs un moyen d'identifier les imperfections du produit et les attentes de la demande.

Les communautés conduisent ainsi à une plus grande différenciation des produits, à un surcroît de demande pour les biens dits d'expérience¹²⁸ (les avis des spectateurs sur un film affinent l'information disponible sur celui-ci et réduisent les risques de mauvais choix pour les futurs spectateurs donc accroissent leur demande), à une utilisation plus performante des biens complexes et à un effort d'innovation plus efficace (à travers le jeu interactif des innovateurs et des utilisateurs). Les marchés finaux sont de plus en plus assistés (autorégulés) par l'expérience des communautés en ligne, qui tendent à se substituer aux médias de masse (incapables de traiter la diversité des biens, notamment pour ce qui est des biens culturels ou des multiples versions des produits électroniques et informatiques) et à étendre les réseaux sociaux.

Parallèlement aux communautés d'échanges d'avis, d'autres communautés sont consacrées à la mise en commun (gratuite) de fichiers numériques (biens culturels, jeux vidéos, logiciels) : les réseaux *peer-to-peer*. Ces réseaux tirent profit du fait qu'un bien numérisé peut être reproduit et diffusé à coût marginal nul sans que sa qualité ne soit dégradée. Ils accroissent donc fortement le bien être de leurs utilisateurs à court terme. Ils remettent en revanche en cause à moyen terme le modèle éditorial de financement de la création intellectuelle (classiquement rémunérée par une partie des recettes des ventes de disques, de DVD, de licences logicielles, etc. Cf. encadré « TIC et propriété intellectuelle »). Leur développement se fait au détriment des industries traditionnelles (maisons de disques, éditeurs de logiciels, etc.) qui continuent à supporter les coûts fixes de création (enregistrement de disques, tournage de films, programmation) mais voient leur échapper une partie des recettes tirées des ventes auxquelles se substitue le *peer-to-peer*. Ainsi, les droits français, américain ou encore européen assimilent, sans ambiguïté, à un délit de contrefaçon le téléchargement gratuit de fichiers protégés via des systèmes de *peer-to-peer*¹²⁹.

Fin 2004, le SNEP¹³⁰ évaluait à 760 millions le nombre de fichiers musicaux disponibles sur les réseaux *peer-to-peer* (le *peer-to-peer* concerne aujourd'hui 60% du trafic Internet). Toutefois le téléchargement illégal aurait marqué un tassement en 2005, les internautes les plus farouches (75% de la mise à disposition de fichiers via les services de *peer-to-peer* sont le fait de 15% des internautes) ayant aujourd'hui constitué l'essentiel de leur bibliothèque musicale. Le recul du *peer-to-peer* s'explique également par les actions judiciaires « exemplaires » menées à l'encontre de certains pirates, et par les opérations de rachats ou la disparition de plateformes (les actions anti-piraterie de l'industrie musicale, au cours de l'année 2004 ont engendré la fermeture de 60 900 sites pirates, la mise hors service de 477 serveurs illégaux de *peer-to-peer*, et la destruction de 1,6 milliards de titres illégaux dans 102 pays¹³¹). La France reste cependant un des pays comptant le plus grand nombre d'utilisateurs de ces réseaux d'échange illégaux.

¹²⁸ Un « bien d'expérience » est un bien dont la qualité ne peut pas être connue du consommateur avant que ce dernier ne l'ait utilisé (ou consommé) ou qu'il n'ait obtenu des informations de personnes l'ayant utilisé.

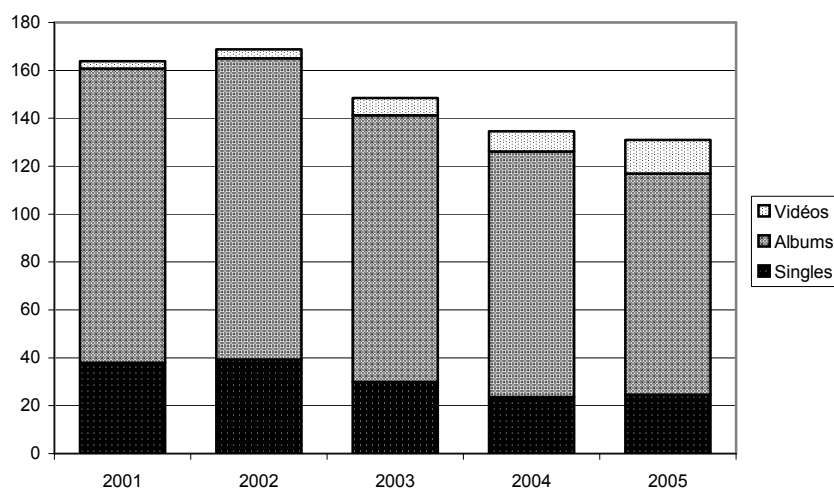
¹²⁹ Seule la « copie privée » est aujourd'hui permise en tant qu'exception à la protection par le droit d'auteur, à condition qu'elle donne lieu à une « compensation équitable ». Cette compensation prend, en France, la forme d'une taxe sur les supports vierges au profit des ayants droits.

¹³⁰ Syndicat National des Editeurs Phonographiques.

¹³¹ Source : SNEP.

Si le téléchargement de fichiers numériques sur les réseaux de partage est souvent un substitut à l'achat en magasin¹³², il peut également en être un complément dans le cas des biens culturels lorsqu'il permet au consommateur de découvrir les nouveaux produits et de mieux adapter ses achats à ses goûts. Ainsi, 20% de la baisse des ventes de disques dans le monde entre 1998 et 2002 serait imputable au développement du téléchargement gratuit¹³³, et depuis l'arrivée en France du haut débit en octobre 2002, le marché du disque a baissé de 35% en valeur, dont une nouvelle baisse de 8.6% entre 2004 et 2005¹³⁴ (mais ceci s'explique en partie par une baisse des prix en magasin : -15% sur les deux dernières années). Toutefois l'utilisation des réseaux *peer-to-peer* augmenterait parallèlement la consommation totale de musique (marchande et non marchande)¹³⁵ : selon A. Klein, vice-président d'EMI Music, 61% des utilisateurs d'Ipod¹³⁶ achèteraient davantage de produits liés à la musique depuis qu'ils peuvent ainsi consommer des fichiers numériques Mp3 (acquis légalement ou non)¹³⁷.

Graphique 11 : Evolution et répartition des ventes de disques en France entre 2001 et 2005 (en millions d'unités vendues).



Source : www.disqueenfrance.com (2006)

Aussi les éditeurs ont sans doute un parti à tirer d'Internet mais ceci nécessite une adaptation voire un bouleversement de leur modèle commercial. Les maisons de disques pourraient notamment réduire le coût de l'information apportée au consommateur (la promotion représente aujourd'hui plus de la moitié du coût total d'un disque) en laissant celui-ci « essayer » librement (à faible coût voire à coût nul) les produits pour mieux orienter ses achats, tout en diversifiant leur offre pour être au plus proche des attentes individuelles (lorsque le produit ne présente une forte utilité que pour un petit nombre de consommateurs, il

¹³² La possibilité d'obtenir gratuitement une copie réduit (plus ou moins fortement selon le degré de substitution) la propension à payer pour obtenir l'original.

¹³³ Etude sur des données de 16 pays, portant sur les années 1998 à 2002 (Peitz et Waelbroeck, 2004, « The effect of internet piracy on music sales: cross-section evidence », *Review of Economic research on Copyright Issues*, vol. 1 p.71-79.).

¹³⁴ Source : SNEP.

¹³⁵ Cf. Bounie, Bourreau et Waelbroeck (2005), « Pirates or Explorers ? Analysis of Music Consumption in French Graduate Schools », Telecom Paris Economics Working Paper EC-05-01. Cette étude met en évidence l'existence de deux groupes de consommateurs de *peer-to-peer* : les « pirates purs » pour qui l'utilisation des réseaux de partage réduit l'achat de disques (substitution), et les « explorateurs » qui utilisent le téléchargement de Mp3 pour découvrir les nouveaux produits, et pour qui l'échange gratuit de musiques a in fine un effet positif sur la consommation de musique payante (complément).

¹³⁶ Le Ipod est un modèle de lecteur-balladeur Mp3.

¹³⁷ Cette remarque a été apportée lors du séminaire OCDE sur l'avenir de l'économie numérique (Rome 30-31 janvier 2006).

n'a pas besoin des mêmes protections qu'un bien préparé pour un marché de masse). Ceci conduirait à une révolution par rapport à l'actuel modèle de « stars » (concentration de l'offre autour de produits phares).

L'orientation choisie aujourd'hui est celle de la vente légale en ligne. Elle représente en France 2% du commerce de musique (en valeur) et suscite un engouement croissant. 20 millions de fichiers musicaux ont été téléchargés légalement en 2005 en France contre 2 millions en 2004. Cette augmentation s'explique par une offre de plus en plus large sur les plates-formes légales (750 000 titres fin 2005, 1 million prévu au printemps 2006)¹³⁸. Elle s'explique également par le développement de la notoriété des sites de musique en ligne : fin 2004, 49% des 16-29 ans savaient qu'il existe des moyens légaux d'acheter de la musique en ligne, contre 38% en 2003¹³⁹.

Parallèlement, les technologies dites DRM¹⁴⁰ de gestion numérique des droits ont été créées pour protéger les auteurs et réorienter une partie de la valeur économique des biens culturels vers les éditeurs. Si celles-ci permettent effectivement à l'avenir une protection satisfaisante des droits de propriété intellectuelle et si une offre payante attractive se développe (ce qui suppose une concurrence suffisante), il s'agit sans nul doute de la meilleure solution au problème d'incitation à la création. Le DRM permettrait aux industries concernées de maintenir leur rémunération tout en profitant ponctuellement des possibilités de diffusion large et éventuellement gratuite (pour faire découvrir des artistes) et, plus généralement, permettrait à l'économie de bénéficier des gains d'efficacité liés à une diminution drastique des coûts de reproduction, de diffusion et de stockage des biens culturels¹⁴¹. Si le contrôle exercé par les technologies DRM sur la reproduction et la diffusion des fichiers numériques venaient à remettre en cause la possibilité de copier librement ces fichiers pour un usage privé, alors il faudrait parallèlement supprimer l'actuelle taxe française sur les CD vierges.

Mais si les technologies DRM se montraient insuffisantes pour rémunérer la création intellectuelle (des pirates trouveront toujours des moyens techniques pour les contourner illégalement, à plus ou moins grande échelle¹⁴²), ou si leur utilisation engendrait une moins bonne diffusion des biens numériques (à cause d'une restriction excessive du droit à la copie privée, de problèmes d'interopérabilité entre supports, etc.), alors des solutions complémentaires ou alternatives devraient être envisagées. Ces solutions pourraient par exemple prendre la forme de taxes sur la publicité, sur l'accès à Internet ou sur les « flux remontants »¹⁴³ mais, outre les problèmes liés au montant de ces taxes et à la répartition des revenus, il conviendrait de s'interroger sur la compatibilité juridique de telles solutions avec les traités de l'Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) d'une part, la directive 2001/29 d'autre part, ainsi que sur la possibilité, pour la France, y compris sur un plan pratique, d'être le seul grand pays à choisir une telle voie.

¹³⁸ Source : SNEP.

¹³⁹ Source : GFK.

¹⁴⁰ Digital Right Management : technologie de sécurisation du contenu et de gestion des droits d'accès aux fichiers audio-numériques. Le DRM permet de diffuser du contenu en protégeant les droits d'auteur et en limitant les copies.

¹⁴¹ Selon N. Curien, cela engendre néanmoins une réduction du bien être des utilisateurs qui ne disposent alors plus d'une liberté totale dans la diffusion gratuite des fichiers, alors que pourtant le coût de celle-ci est nulle.

¹⁴² Le projet de loi sur les droits d'auteur et droits voisins (PLDADVSI), qui a pour objet de transposer la directive communautaire 2001/29 du 22 mai 2001, qualifie de contrefaçon la pratique consistant à contourner les mesures techniques de protection, et introduit des sanctions pour un tel délit.

¹⁴³ Le flux remontant (ou *upload*) désigne la transmission d'informations d'un système de données local (poste client) à un système de données distant (serveur).

Bibliographie

ALGOE (2003), « Etude pour la diffusion des TIC dans les PME », *Rapport remis à la DIGITIP*.

Ananian et Aubert (2004), « Travailleurs âgés, nouvelles technologies et changements organisationnels : un réexamen à partir de l'enquête "Réponse" », INSEE-DESE mimeo.

Van Ark, Inklaar et McGuckin (2002), « Productivity, ICT and Services Industries: Europe and the United States », Groningen Growth and Development Center, mimeo.

Artus (2001), « La Nouvelle Economie », *La Découverte*, coll. Repères.

Artus et Cette (2004), *Productivité et Croissance*, Rapport du Conseil d'Analyse Economique (voir notamment les références bibliographiques de ce rapport).

Askenazy et Gianella (2000), « Le paradoxe de la productivité : les changements organisationnels, facteur complémentaire à l'informatisation », *Economie et Statistique*, n°339-340.

Askenazy et Moreno-Gallis (2005), « The Impact of Technological and Organizational Changes on Labor Flows. Evidence from French Establishments », mimeo Cepremap.

Askenazy et Thesmar et Thoenig (2005), « On the Relation between Organisational Practices and New Technologies: The Role of (Time Based) Competition », *Economic Journal*, à paraître.

Athey et Stern (1998), « An Empirical Framework for Testing Theories about Complementarity in Organizational Design », *NBER Working Paper n° 6600*.

Aubert, Caroli et Roger (2004), « New Technologies, Workplace Organisation and the Age Structure of the Workforce : Firm-Level Evidence », INSEE, Document de Travail de la DESE n° G2004/07, et *Economic Journal*, à paraître.

Audenis, Deroyon et Fourcade (2005), « L'impact des nouvelles technologies de l'information et de la communication sur l'économie française. Un bouclage macroéconomique », *Revue Economique*, n°1/2005.

Ballet et Berry (2005), « Les acteurs du commerce électronique », *INSEE Première*, n° 999.

Baranes et Cortade (2005), « Fusions horizontales sur le marché de l'Internet », *document de travail LASER-CREDEN*.

Baranes et Flochel (2005), « Competition and mergers in networks with call externalities », *Royal Economic Society Annual Conference 2004* 56.

Baudchon (2002), « Le contre-choc de la « Nouvelle Economie : une étude de cas sur 5 pays de l'OCDE », *Revue de l'OFCE*, 83.

Beffa (2005), « Pour une nouvelle politique industrielle », rapport au Président de la République.

Benzoni, Sikora (2004), « L'édition logicielle : son impact sur l'économie française, ses caractéristiques économiques face aux nouveaux défis », *OMSYC*.

Berry (2005), « Le commerce électronique : une demande en expansion, une offre qui s'adapte », *INSEE Première* n°1040

Biscourp, Crépon, Heckel, Riedinger (2000), « Les entreprises et la baisse du prix des ordinateurs. Une analyse microéconomique par la fonction de production », *Economie et Statistique*, n° 339-340, 9/10.

Bounie, Bourreau et Waelbroeck (2005), « Pirates or Explorers ? Analysis of Music Consumption in French Graduate Schools », Telecom Paris Economics Working Paper EC-05-01.

Bresnahan, Brynjolfsson et Hitt (2002), « Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 117, n°1, pp. 339-376.

Brousseau et Chaves (2004), « Diffusion and Impact of E-Commerce : The French Specific Path », *CRITO*.

Brynjolfsson et Hitt (2000), « Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance », *Journal of Economic Perspectives*, Fall.

Cette, Kocoglu et Mairesse (2004), « L'effet de la diffusion des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sur la productivité par employé en France », *Bulletin de la Banque de France*, n° 121.

Cette, Lopez et Noual (2004), « Investment in Information and Communication Technologies: an Empirical Analysis », à paraître dans *Applied Economics Letters*.

Cette, Mairesse et Kocoglu (2005), « ICT Diffusion and Potential Output Growth », à paraître dans *Economics Letters*.

Cohen et Debonneuil (2000), *Nouvelle Economie*, Rapport du CAE, La Documentation Française.

Colecchia et Schreyer (2002), « La contribution des Technologies de l'Information et des Communications à la croissance économique dans neuf pays de l'OCDE », *Revue économique de l'OCDE*, n°34, 2002/1.

Crafts (2002), « The Solow Productivity Paradox in Historical Perspective », *CEPR Discussion Paper Series*, n°3142.

CREDOC (2005), « La diffusion des technologies de l'information dans le société française », Rapport remis au CGTI et à l'ARCEP.

Crémer et Gaudeul (2004), « Quelques éléments d'économie du logiciel libre », *Industrial Organization* 0409004.

Crépon, Heckel et Riedinger (2005), « Have Information Technologies shifted upward Multifactor Productivity in the 90s? Evidence from French firm level data », CREST mimeo.

Curien (2003), « Demand Self-organization: Learning through Infomediation », document de travail du CNAM.

Curien, Fauchard, Laffond et Moreau (2004), « Online consumers communities », document de travail du CNAM.

Curien, Laffond, Lainé et Moreau (2003), « Communautés Epistémiques : Organisation du travail et Efficacité », *Revue d'Economie Politique*, 113(HS): 183-203.

Curien et Muet (2003), « La société de l'Information », *Rapport du CAE*, La Documentation Française.

David (1990), « The Dynamo and the Computer: An Historical Perspective on the Modern

Productivity Paradox », *American Economic Review*, vol. 80(2)

Debonneuil et Fontagné (2003), *Compétitivité*, Rapport du CAE, La Documentation Française.

Durand (2005), « Droits d'auteur et piratage sur Internet : quelles réponses à la question du contournement de la propriété intellectuelle », Document de travail DGTPE.

Ernst & Young (2005), « Etude de la chaîne de valeur du marché du PC », Etude réalisée pour la Direction Générale des Entreprises (DGE).

Estevão (2004), « Why Is Productivity Growth in the Euro Area So Sluggish ? », *IMF Working Paper*, WP/04/200.

Fraumeni (2001), « E-Commerce: Measurement and Measurement Issues », *American Economic Review*, vol. 91, n°2.

Frydel (2005), « Un ménage sur deux possède un micro-ordinateur, un sur trois a accès à Internet », *INSEE Première*, n° 1011.

Futuris (2005), « Définir les priorités de recherche et d'innovation : vers un outil adapté aux spécificités sectorielles », Résultats du groupe de travail FutuRIS, novembre 2005.

Gensollen (2004), « Biens informationnels et communautés médiatées », à paraître dans la revue *Revue d'Economie Politique*.

Gordon (2000), « Does the New Economy Measure up to the Great Inventions of the Past ? », *Journal of Economic Perspectives*, vol.14, n°4.

Gordon (2002), « Technology and Economic Performance in the American Economy », *CEPR Discussion Paper Series*, n°3213.

Greenan et Mairesse (1999), « Organizational Change in French Manufacturing: What do we learn from Firm Representative and from their Employee? », Document de travail du NBER n°7285.

Greenan et Mairesse (2003), « How do New Organizational Practices Shape Production Jobs? Results from a Matched Employer-Employee Survey in French Manufacturing », *Document de travail du Centre d'Etudes de l'Emploi (CEE) n°28*.

Mc Guckin et Van Ark (2002), « Performance 2001: Productivity, Employment and Income in the World's Economies », The Conference Board, Research Report, n°R-1301-01-RR.

IDATE et Rexecode (2004), « Compétitivité du secteur TIC en France », Rapport remis à la DIGITIP.

INSEE (2004), « Le Ralentissement de la Productivité dans les Années 1990 : effet transitoire des politiques d'emploi ou rupture plus profonde ? », in *L'Economie Française. Comptes et Dossiers*.

Jorgenson, Ho et Stiroh (2002), « Projecting Productivity Growth : Lessons from the US Growth Resurgence », *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, 3e trim.

Jorgenson et Stiroh (1999), « Productivity Growth : Current Recovery and Longer-Term Trend », *The American Review*, vol.89(2).

Katz et Krueger (1999), « The High-pressure US Labor Market of the 1990's », Princeton Working Paper.

Kocoglu et Mairesse (2004), « An Exercise in the Measurement of R&D Capital and its Contribution to Growth: a Comparison between France and the United States and with ICT »,

article présenté à la 28ème conférence de l'International Association for Research in Income and Wealth, Août 2004.

Larribeau & Pénard (2002), « Le commerce électronique en France : un essai de mesure sur le marché des CD », *Économie et Statistiques*, N°355-356, 27-46.

Larribeau & Pénard (2003) « Que peut-on dire des stratégies tarifaires sur Internet ? Une étude économétrique sur la vente en ligne de CD en France », *Systèmes d'information et management*, N°3.

Lequiller (2000), « La nouvelle économie et la mesure de la croissance », *Economie et Statistique*, n°339-340.

Litan et Rivlin (2001), « Projecting the Economic Impact of the Internet », *American Economic Review*, vol.91, n°2.

Mairesse (2003), « Y a-t-il encore un paradoxe de la productivité? », communication au séminaire « Recherche » de l'INSEE-CREST, 24 avril 2003.

Marshak et Andrews (1944), « Random Simultaneous Equations and the Theory of Production », *Econometrica*.

MEDEF (2005), « Favoriser l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les PME, pour leur compétitivité », Rapport du groupe de travail MEDEF.

Muet (2005), « Impacts économiques de la révolution numérique », 54^e Congrès annuel de l'AFSE.

OCDE (1996), « Industry Productivity : International Comparison and Measurement Issues », *OECD Proceedings*.

OCDE (2003), *ICT and Economic Growth*.

OCDE (2003), *Perspectives Economiques de l'OCDE* (n°73).

OCDE (2004), *Perspectives des technologies de l'information de l'OCDE*

OCDE (2005), *Perspectives des communications de l'OCDE*

Ohno (1988), *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*, Productivity Press, Cambridge Mass.

Ohno (1989), *L'esprit Toyota* traduction française de Ohno (1988), Masson, Paris.

Oliner et Sichel (2000), « The Resurgence of Growth in the Late 1990's: is Information Technology the Story? », *Journal of Economic Perspectives*, vol. 14, n°4.

Oliner et Sichel (2002), « Information Technology and Productivity: Where are We and Where are We going? », *Federal Reserve Bank of Atlanta Economic Review*, 3e trim.

Oulton (2002), « ICT and Productivity Growth in the United Kingdom », *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 18, n°3.

Peitz et Waelbroeck (2004), « The effect of internet piracy on music sales: cross-section evidence », *Review of Economic research on Copyright Issues*, vol. 1 71-79.

Peitz et Waelbroeck (2004), « An economist's guide to digital music », document de travail CESifo.

Plane (2004), « Le secteur des télécommunications surfe-t-il de bulle en bulle ? », *Revue de l'OFCE*, 88.

Rannou et Ronai (2003), « Etude sur l'industrie du logiciel », rapport du CSTI.

- RNTL (2000) « Rapport du groupe de travail : systèmes embarqués », *Rapport remis au RNTL*.
- RNTL (2001) « Rapport du groupe de travail : systèmes enfouis et temps réel, co-développement », *Rapport remis au RNTL*.
- SESSI (2005), « L'utilisation des TIC dans les Entreprises : L'industrie et les services plus "branchés" que le commerce », *Le 4 pages des statistiques industrielles*, n° 201.
- SESSI (2005), « Les technologies de l'information et de la communication en chiffres », *Production Industrielle (hors série), chiffres clés*.
- SESSI (2004), « Tableau de bord du commerce électronique ».
- Stiroh (2002), « Reassessing the Impact of IT in the Production Function: a Meta-Analysis », à paraître dans *Annales d'Economie et de Statistiques*.
- Suire et Vicente (2004), « Les dynamiques de proximité de la net-économie : formation et stabilité des clusters TIC », 4^{ème} journée de la proximité, Aix-Marseille.
- Suire (2003), « Location strategies of ICT firms : from cyber to edge district », *Géographie Economie Société* 5 (2003) 379-397.
- Timmer, Ypma et Van Ark (2003), « IT in the European Union: Driving Productivity Divergence? », GGDC Research Memorandum GD-67, University of Groningen, Appendix Tables, updated June 2005 (accessible à l'adresse <http://www.ggdc.net/dseries/growth-accounting.shtml>).
- Tirole (2003), « Protection de la propriété intellectuelle : une introduction et quelques pistes de réflexion », rapport du Conseil d'Analyse Economique (CAE).
- Van Ark (2001), « The Renewal of the Old Economy: Europe in an Internationally Comparative Perspective », OECD STI Working Paper, N° 2001/5.
- Van Welsum & Vickery (2004), « Potential offshoring of ICT-intensive using occupations », Working Party on the Information Economy, OCDE, DSTI/ICCP/IE(2004)19/FINAL.
- Vicente (2005), « Les espaces de la net-économie : clusters TIC et aménagement numérique des territoires », *Economica*, Collection NTIC, Paris.

Annexe 1 : Lettre de mission

19.OCT.2004 17:17

MISSION COMM. ELECTRO

N2694 P. 2/5

MISSION COMM. ELECTRO



MISSION ECONOMIE NUMERIQUE

64-70 ALLEE DE SERCY
TELEDOC 803
75012 PARIS
www.men.minefi.gouv.fr

Secrétariat:

Téléphone: 01.53.44.93.56 / 01 53 44 93 57

Télécopie: 01.53.44.92.00

N° 026

LE PRESIDENT

Paris, le - 4 OCT. 2004

NOTE A L'ATTENTION DE MONSIEUR TAVERNIER DIRECTEUR DE LA PREVISION ET DE L'ANALYSE ECONOMIQUE

Objet : Relance du groupe de travail « Aspects macro et micro-économiques » au sein de la Mission Economie Numérique.

Le groupe de travail «Aspects macro et micro-économiques» de la Mission pour l'Economie Numérique, dont vous avez assuré la présidence, a présenté en 2001 une synthèse des études disponibles sur la mesure et les mécanismes de la contribution à la croissance des Technologies de l'Information et de la Connaissance (TIC).

Le groupe a suspendu ses travaux en indiquant qu'il serait souhaitable de renouveler l'exercice ultérieurement en actualisant la synthèse des travaux disponibles, en France et à l'étranger.

Aujourd'hui, plusieurs nouvelles études sont disponibles, tant sur les causes et les effets de l'éclatement de la bulle internet en 2001 que sur la contribution des TIC à la compétitivité des entreprises. En outre, ces technologies sont beaucoup plus largement diffusées dans l'économie. Ces nouveaux éléments sont susceptibles d'apporter un éclairage nouveau sur la contribution des TIC à la croissance.

Je souhaite donc vous confier, conjointement avec Jean-Michel Charpin, Directeur général de l'INSEE, la présidence d'un nouveau groupe de travail de la Mission Economie Numérique. Il sera chargé, en s'appuyant sur les experts de votre choix, de proposer une nouvelle synthèse des études existantes et de l'interpréter, en recherchant en particulier les orientations de politique économique susceptibles d'accroître la croissance par un usage plus efficace des TIC.

MINISTÈRE DE L'ECONOMIE
DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

En particulier, les questions suivantes nous semblent mériter d'être abordées :

- Les questions macroéconomiques et en particulier l'impact des TIC sur la productivité, l'emploi, l'activité et la croissance. Le rapport pourrait notamment mettre en perspective la situation de la France vis à vis des autres pays comparables. Il pourrait également éclairer l'impact du bon usage des TIC dans l'implantation des entreprises sur le territoire français.
- L'étude microéconomique de l'évolution du secteur des TIC depuis 2001. Il serait intéressant d'aborder des thèmes tels que l'évolution de l'offre et de la demande selon les secteurs utilisateurs, par exemple le cas des modèles de logiciels ouverts ou gratuits.
- L'analyse de la crise de 2001, de ses causes et de ses conséquences sur la situation des entreprises productrices de TIC.
- Un point sur les méthodes de comptabilisation de l'investissement en TIC dans la comptabilité nationale et les éventuelles divergences qui demeurent avec les pays de l'OCDE.

Le rapport pourrait également comprendre des éléments de prospective comme les innovations potentielles du secteur des TIC et des propositions de mesures.

Votre groupe, clôturera ses travaux et remettra son rapport définitif en juin 2005. J'attacherai du prix à ce que vos travaux prévoient un rapport d'étape dont je souhaiterais disposer en mars 2005.



Henri GUILLAUME

Annexe 2 : Liste des membres du groupe de travail¹⁴⁴

Didier BLANCHET (INSEE, chef du département des études économiques d'ensemble).

Gilles BREGANT (Mission Economie Numérique, secrétaire général).

Emmanuel CAQUOT (DGE, chef du service des technologies et de la société de l'information).

Alain CHAPPERT (INSEE, directeur des études et synthèses économiques).

Gilles D'ANCHALD (Mission Economie Numérique, chargé de mission.).

Michèle DEBONNEUIL (Membre du Conseil d'Analyse Economique).

Cécile DUBARRY (Direction du Développement des Médias, sous-directrice développement et de la société de l'information).

Stéphane GALLON (DGTPE, chef du bureau politique industrielle, recherche et innovation).

Charles-Antoine GIULIANI puis Anne EPAULARD (DGTPE, chef du bureau politiques de croissance).

Henri LAMOTTE (DGTPE, chef du service des politiques publiques).

Pierre-Alain MUET (Inspection Générale des Finances, coéditeur du rapport du Conseil d'Analyse Economique "La société de l'information", 2004).

Jean-Luc SCHNEIDER (DGTPE, sous-directeur analyse macroéconomique).

Jean-Pierre SOUZY (Conseil Général des Technologies de l'Information).

Jean-Luc TAVERNIER (DGTPE, directeur des politiques économiques).

Daniel VASSEUR (DGTPE, sous-directeur des politiques sectorielles).

Mathieu WEILL (DGE, chef du bureau de la prospective et des études économiques).

¹⁴⁴ La composition du groupe de travail a évolué tout au long de l'année 2005, du fait des mobilités de certains membres au cours de l'année.

Annexe 3 : Séances, intervenants et thèmes abordés

Mercredi 20 octobre 2004

Thème : *la contribution de la R&D et des TIC à la croissance de la productivité.*

- **Jacques Mairesse**, Inspecteur Général à l'INSEE
 - Greenan & Mairesse (2003), « How do New Organizational Practices Shape Production Jobs ? Results from a Matched Employer-Employee Survey in French Manufacturing », *Document de travail du CEE n°28*.
 - Kocoglu & Mairesse (2004), « An Exercise in the Measurement of R&D Capital and its Contribution to Growth: a Comparison between France and the United States and with ICT », article présenté à la 28ème conférence de l'International Association for Research in Income and Wealth, Août 2004.

Jeudi 18 novembre 2004

Thème : *L'impact de l'informatisation sur la productivité et la demande d'emploi des entreprises.*

- **Nicolas Riedinger**, du département des études économiques d'ensemble de l'INSEE.
 - Crépon, Heckel & Riedinger (2004), « Have Information Technologies shifted upward Multifactor Productivity in the 90's? Evidence from French firm level data », INSEE-CREST *mimeo*.
- **Patrick Aubert**, du département de l'emploi et des revenus d'activité de l'INSEE.
 - Aubert, Caroli & Roger (2004), « New Technologies, Workplace Organisation and the Age Structure of the Workforce : Firm-Level Evidence », INSEE, Document de travail de la DESE n° G2004/07, à paraître dans l'*Economic Journal*.
 - Ananian & Aubert (2004), « Travailleurs âgés, nouvelles technologies et changements organisationnels : un réexamen à partir de l'enquête "Réponse" », INSEE-DESE *mimeo*.

Jeudi 16 décembre 2004

Thème : *L'évaluation macroéconomique de l'impact des TIC sur la croissance.*

- **Jean-François Ouvrard**, de la division croissance et politiques macroéconomique de l'INSEE.
 - INSEE (2004), « Le ralentissement de la productivité dans les années 90 », in *Rapport sur les Comptes de la Nation*.
- **Nathalie Fourcade**, du bureau synthèse internationale de la DGTPE.
 - Audenis, Deroyon et Fourcade (2005), « L'impact des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication sur l'économie française. Un bouclage macroéconomique », *Revue Economique*, n°1/2005.

Jeudi 20 janvier 2005

Thème : *Diffusion des TIC et croissance.*

- **Gilbert Cette**, directeur des analyses macroéconomiques et des prévisions à la Banque de France.
 - G. Cette, J. Mairesse et Y. Kocoglu (2005), « ICT Diffusion and Potential Output Growth », à paraître dans *Economics Letters*.
 - G. Cette, J. Lopez et P.-A. Noual (2004), « Investment in Information and Communication Technologies : an Empirical Analysis », à paraître dans *Applied Economics Letters*..

Jeudi 28 avril 2005

Thème : *Les conséquences de l'éclatement de la bulle Internet de 2001.*

- **Hélène Baudchon**, économiste à l'Observatoire Français des Conjonctures Economiques (OFCE).
 - H. Baudchon (2002), « Le contre-choc de la "Nouvelle Economie" : une étude de cas sur cinq pays de l'OCDE », *Revue de l'OFCE*, n°83.
- **Mathieu Plane**, économiste à l'OFCE.
 - M. Plane (2004) « Le secteur des télécommunications surfe-t-il de bulle en bulle ? », *Revue de l'OFCE*, 88.

Jeudi 12 mai 2005

Thème : *La production de TIC en France.*

- **Michel Martinez**, directeur des études de Réxécode.
 - IDATE et Rexecode (2004), « Compétitivité du secteur TIC en France », Rapport remis à la DIGITIP.

Thème : *Economie numérique et modèles d'affaires numériques.*

- **Thierry Pénard**, professeur d'économie à l'université de Rennes 1.
 - T. Pénard & E. Brousseau (2004), « Digital Assemblers : The Economics of New Business Models »
 - T. Pénard & S. Larribeau (2005), « Price and Price Dispersion on the Internet: Evidence on French Data »

Jeudi 26 mai 2005

Thème : *Les tendances et perspectives technologiques dans le secteur des TIC.*

- **Marc Bourreau**, maître de conférence à l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications.
 - M. Bourreau & M. Gensollen (2004), « Trends in Information and Communication Technologies ».
 - M. Bourreau, D. Bounie, M. Gensollen & P. Waelbroeck « The Effect of Online Customer Reviews on Purchasing Decisions: the Case of Video Games ».

Thème : *Le commerce électronique.*

- **Eric Brousseau**, professeur d'économie à l'université Paris X.
 - Brousseau et Chaves (2004), « Diffusion and Impact of E-Commerce : The French Specific Path », *CRITO*.
 - T. Pénard & S. Larribeau (2005), « Price and Price Dispersion on the Internet: Evidence on French Data »

Jeudi 2 juin 2005

Thème : *L'économie du logiciel.*

- **Laurent Benzoni**, professeur d'économie à l'université Panthéon-Assas (Paris II).
 - Benzoni, Sikora (2004), « L'édition logicielle : son impact sur l'économie française, ses caractéristiques économiques face aux nouveaux défis », *OMSYC*.
- **Stéphane Kimmerlin**, responsable stratégie et **Sylvain Géron**, directeur éducation et recherche de Microsoft France

Jeudi 23 juin 2005

Thème : *La concurrence dans le secteur des télécommunications.*

- **Edmond Baranes**, professeur d'économie à l'université de Montpellier.
 - E. Baranes & T. Cortade (2005), « Can Horizontal Mergers in Internet Improve Social Welfare ? »

Thème : *Les communautés en ligne.*

- **Nicolas Curien**, Professeur Titulaire de la Chaire d'Economie et politique des télécommunications au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM).
 - Curien, Fauchard, Laffond et Moreau (2004), « Online consumers communities », document de travail du CNAM.

Jeudi 30 juin 2005

Thème : *Les clusters TIC.*

- **Jérôme Vicente**, professeur d'économie à l'université de Toulouse 1.
 - Vicente (2005), « Les espaces de la net-économie : clusters TIC et aménagement numérique des territoires », *Economica*, Collection NTIC, Paris.

Jeudi 7 juillet 2005

Thème : *Utilisation des TIC et changements organisationnels dan les entreprises.*

- **Frantz Rowe**, professeur d'économie à l'université de Nantes.
 - B. Geffroy-Maronat, R. El Amrani & F.Rowe « Intégration du système d'information et transversalité. Comparaison des approches des PME et des grandes entreprises ».
- **Philippe Askenazy**, chargé de recherche au Centre d'Etudes Prospectives d'Economie Mathématique Appliquées à la Planification (CEPREMAP).
 - Askenazy et Moreno-Gallis (2005), « The Impact of Technological and Organizational Changes on Labor Flows. Evidence from French Establishments », mimeo Cepremap
 - Askenazy et Thesmar et Thoenig (2005), « On the Relation between Organizational Practices and New Technologies: The Role of (Time Based) Competition », *Economic Journal*, à paraître.

Thème : *Le logiciel libre.*

- **Jacques Crémer**, directeur de l'Institut d'Economie Industrielle (IDEI).
 - Crémer et Gaudoul (2004), « Quelques éléments d'économie du logiciel libre », *Industrial Organization* 0409004.

Jeudi 8 septembre 2005

Thème : *La R&D dans les TIC.*

- **Laurent Kott**, directeur général d'INRIA-Transfert à l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA).

Thème : *L'usage des TIC dans les PME.*

- **Catherine Gabay**, directrice de l'innovation, de la recherche et des nouvelles technologies au Mouvement des Entreprises de France (MEDEF).
 - MEDEF (2005), « Favoriser l'usage des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans les PME, pour leur compétitivité », Rapport du groupe de travail MEDEF.

Jeudi 15 septembre 2005

Thème : *Les services de télécommunications.*

- **Pascal Périn** et **Lucile Simon**, de la direction Plan et Stratégie de France Télécom.

Thème : *Le peer-to-peer.*

- **Patrick Waelbroeck**, de l'European Centre for Advanced Research in Economics and Statistics (ECARES).
 - A. Duchene & P. Waelbroeck, « Peer-to-Peer, Piratage et Droits d'Auteur : Impact sur les Producteurs et les Consommateurs ».

Annexe 4 : Le cadre théorique de la comptabilité de la croissance

Le cadre de la comptabilité de la croissance repose sur une “fonction de production” et un ensemble de facteurs de production (capital, travail) agrégés. Sous une hypothèse de concurrence pure et parfaite et avec une fonction de production de type « Cobb-Douglas », l'élasticité de la valeur ajoutée à un facteur est égale au niveau macroéconomique à la part de la rémunération de ce facteur dans la valeur ajoutée. Sous l'hypothèse additionnelle de rendements d'échelle constants, l'équation donnant le taux de croissance de la valeur ajoutée en fonction des progressions des quantités de facteurs peut être écrite de la façon suivante :

$$\dot{Y} = (1 - \alpha) \cdot \dot{N} + \alpha \cdot \dot{K} + PGF$$

où le point désigne un taux de croissance, α désigne l'élasticité de la valeur ajoutée à la quantité de capital (égale à la part de la rémunération du capital dans la valeur ajoutée si les marchés - travail, capital - sont équilibrés) et la productivité globale des facteurs (PGF) représente le progrès technique exogène (résidu de Solow).

Une fois ce cadre général (et simple) posé, plusieurs raffinements peuvent être introduits afin d'améliorer l'analyse des facteurs de la croissance :

- Plusieurs types de « capital » peuvent être considérés, en introduisant notamment une distinction entre capital TIC et capital hors TIC¹⁴⁵, afin de prendre en compte cette hétérogénéité dans la mesure de la contribution globale du capital.
- Pour chaque facteur introduit, les auteurs calculent le plus souvent un *coût d'usage*, lequel est égal à la productivité marginale du facteur considéré sous l'hypothèse de concurrence parfaite.

Toutefois, comme le montrent certains travaux empiriques¹⁴⁶, cette méthode d'évaluation est très sensible aux conventions comptables sous-jacentes qui diffèrent d'un pays à l'autre. De ce fait, les comparaisons internationales (usuelles) fondées sur cette méthodologie requièrent la plus grande vigilance.

La plupart des études empiriques analysent non pas directement la croissance du PIB, mais celle de la productivité, ce qui revient à contrôler la croissance de l'emploi, implicitement supposée exogène¹⁴⁷.

La croissance de la productivité peut alors être décomposée en calculant :

- la contribution de l'investissement en capital (« capital deepening »): $\alpha \cdot \dot{K}$, en distinguant capital TIC et capital non TIC
- la contribution des gains de PGF: PGF

Cette décomposition peut se réaliser dans les secteurs producteurs de TIC (où l'effet des TIC sur la croissance réside principalement dans la PGF) et dans les secteurs utilisateurs de TIC (où l'effet des TIC réside principalement dans l'investissement en capital TIC).

¹⁴⁵ De même, le facteur travail est décomposé en travail qualifié, d'une part, et non qualifié, d'autre part.

¹⁴⁶ Cf. Cette, Kocoglu, et Mairesse (2004), « L'effet de la diffusion des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sur la productivité par employé en France », *Bulletin de la Banque de France*, n° 121.

¹⁴⁷ Importance des facteurs démographiques, par exemple.

Comme nous l'avons souligné plus haut, il est possible que les TIC affectent la PGF des secteurs utilisateurs de TIC également, mais ce cadre d'analyse ne permet pas de mesurer cet impact¹⁴⁸.

¹⁴⁸ Les études micro-économétriques permettent d'approfondir ce point, voir Crépon, Heckel et Riedinger (2003).