

La productivité en France, au Japon, aux États-Unis et au Royaume-Uni au cours du XX^e siècle

Gilbert Cette *

Banque de France et Université de la Méditerranée (DEFI)

Yusuf Kocoglu *

Léad, Université du Sud Toulon-Var et Centre d'études de l'emploi (CEE)

Jacques Mairesse *

CREST (ENSAE), UNU-MERIT (Université de Maastricht) et NBER

L'originalité de notre étude est de fournir une analyse comparée de comptabilité de la croissance économique et de la productivité pour la France, le Japon, les États-Unis et le Royaume-Uni à la fois sur la très longue période, depuis 1890, et de façon plus précise sur les vingt-cinq dernières années. Sur cette longue période séculaire, les États-Unis deviennent la première puissance mondiale à la place du Royaume-Uni. Et sur le dernier quart de siècle, la productivité connaît des évolutions contrastées dans les quatre pays, en relation notamment avec la diffusion inégale des technologies de l'information et de la communication (TIC).

La longue période analysée se caractérise par : (i) une forte croissance du PIB et de la productivité dans les quatre pays ; (ii) le déclin du niveau de la productivité du Royaume-Uni relativement à celui des États-Unis et, dans une moindre mesure, de la France et du Japon ; (iii) le rattrapage remarquable des niveaux de productivité des États-Unis par la France et le Japon après la Seconde Guerre mondiale. L'intensification du capital contribue fortement à ces évolutions, avec un rôle croissant des TIC sur le dernier quart de siècle. La contribution de l'intensification du capital aux gains de productivité varie beaucoup moins dans les quatre pays sur la période, mais elle demeure généralement moins importante, sauf au Japon, que celle de la productivité globale des facteurs. Cette dernière correspond aux effets de nombreux facteurs non mesurés comme la qualification de la main-d'œuvre, les changements techniques et organisationnels et les innovations.

Il ressort de l'analyse que les processus de rattrapage des niveaux de productivité les plus élevés varient fortement selon les pays et les périodes. Les positions relatives des différents pays peuvent se modifier rapidement sur certaines périodes courtes, ou au contraire demeurer durablement stabilisées, ces évolutions paraissant en partie liées aux situations institutionnelles des pays.

* Les analyses développées dans cet article n'engagent que ses auteurs et non les institutions qui les emploient.

gilbert.cette@banque-france.fr

kocoglu@univ-tln.fr

Jacques.Mairesse@ensae.fr

Mots clés : Productivité. Croissance. Capital. TIC. PGF.

La productivité est un facteur fondamental de la richesse des nations. Presque toutes les études théoriques et empiriques cherchant à comprendre les très forts écarts de croissance économique et de niveaux de vie entre pays sont centrées sur l'explication des différences des niveaux et taux de croissance de la productivité. Ces études sont extrêmement nombreuses et la nôtre, comme beaucoup d'entre elles, se fonde simplement et directement sur le cadre d'analyse classique dit de comptabilité de la croissance (rappelé dans ses grandes lignes dans l'encadré 2). Son originalité est dans la comparaison des performances productives de la France, du Japon, du Royaume-Uni et des États-Unis, à la fois sur le très long terme, depuis 1890, et à moyen terme, sur les vingt-cinq dernières années. Elle porte ainsi sur un siècle où les États-Unis sont devenus la première puissance économique mondiale à la place du Royaume-Uni, et aussi de façon plus précise sur le dernier quart de siècle où la productivité a connu des évolutions contrastées dans les quatre pays, en relation notamment avec le développement inégal des technologies de l'information et de la communication (TIC).

Nous avons essayé de tirer le meilleur parti des estimations des séries agrégées d'histoire économique, qui remontent au moins à la fin du XIX^e siècle et existent dans les quatre pays pour le PIB, l'emploi, la durée du travail et l'investissement en capital physique. L'encadré 1 fournit des indications sur les études et sources des estimations utilisées. Pour les vingt-cinq dernières années, nous avons autant qu'il était possible utilisé les comptes nationaux disponibles. Il est clair que le degré d'incertitude et d'imprécision affectant beaucoup des estimations sur lesquelles notre comparaison de productivité s'appuie peut être très grand, pas seulement d'ailleurs pour les périodes les plus éloignées mais aussi dans une mesure loin d'être négligeable pour celles plus récentes. On peut néanmoins penser que les ordres de grandeur sont assez fiables et que les très fortes différences en niveaux comme en évolution entre les quatre pays sont bien réelles. Une raison importante pour être confiant est la remarquable tradition statistique des quatre pays. Une autre est le fait de limiter la comparaison à l'ensemble des économies des quatre pays (lesquels ont par ailleurs gardé des frontières relativement stables sur toute la période d'étude). Compte tenu des difficultés particulières d'évaluation des stocks et services du capital physique, ainsi que des différences non négligeables de méthode d'évaluation dans les comptes nationaux, nous avons jugé préférable pour une meilleure comparabilité de (ré)-estimer les séries de capital des quatre pays sur la base des séries d'investissements en retenant des taux de dépréciation constants, ainsi que des parts constantes des coûts d'usage du capital (voir encadré 1). De la même façon, nous avons choisi d'adopter pour la France, le Japon et le Royaume-Uni les mêmes estimations de prix hédoniques (relativement aux indices de prix du PIB) qu'aux États-Unis pour les matériels informatiques et de télécommunications et les logiciels.

Dans cette étude, nous considérons trois notions de productivité : la productivité du travail en termes d'emplois et en termes d'heures de travail, et une productivité jointe du travail et du capital ou productivité globale des facteurs (PGF). L'encadré 2 fournit des indications sur le mode de calcul de la PGF. Nous comparons les niveaux et évolutions de ces indicateurs sur différentes périodes pour les quatre pays.

On commence par commenter les niveaux et évolutions sur la très longue période 1890-2004 (2.) avant de porter une attention particulière au dernier quart de siècle, 1980-2006 (3.) et au rôle particulier qu'y a joué la diffusion des TIC.

Encadré 1 : Sources des données utilisées

Les données mobilisées dans la présente étude articulent des indicateurs construits sur très longue période ou seulement, pour les TIC, sur les dernières décennies. Afin d'éviter les discontinuités, la méthode de rétropolation utilisée consiste, pour chaque indicateur, à appliquer sur la série portant sur la période la plus récente les taux de croissance des séries portant sur des périodes plus anciennes.

Les données en volume (PIB, investissement et capital fixe) sont exprimées en monnaies nationales (euro pour la France) constantes, basées sur l'année 2000. Pour les comparaisons de niveau de productivité, elles sont exprimées en dollar constant 2000, en mobilisant, pour chacune des années des comparaisons en niveau, les taux de change en parité de pouvoir d'achat implicites aux évaluations de PIB en dollar constant ppa 2000 fournies par Maddison (2003). Dans les notations qui suivent, les bases mobilisées sont reprises des études de Maury et Pluyaud (2004) si ^a, Cahn et Saint-Guilhem (2006) si ^b et Kocoglu (2001) si ^c.

Concernant le PIB

- France : compte nationaux pour la période 1959-2006 et Villa (1994) ^a pour la période antérieure ;
- Japon : comptes nationaux pour la période 1994-2006, OCDE pour la période 1970-1994 et Maddison (2001, 2003) pour la période antérieure ;
- Royaume-Uni : comptes nationaux sur la période 1965-2006 ; *Groningen Growth and Development Centre* (GGDC)* et Feinstein (1976) ^a pour la période antérieure ;
- États-Unis : comptes nationaux (BEA) pour la période 1929-2006 et Mitchell (1998) ^a pour la période antérieure.

Concernant l'Emploi

- France : comptes nationaux pour la période 1960-2006 et Villa (1994) ^a pour la période antérieure ;
- Japon : OCDE pour la période 1970-2006, GGDC pour la période 1959-1970 et Maddison (2001, 2003) pour la période antérieure ;
- Royaume-Uni : comptes nationaux pour la période 1960-2006 et Feinstein (1976) ^a pour la période antérieure ;
- États-Unis : comptes nationaux pour la période 1960-2006 et Mitchell (1998) ^a pour la période antérieure.

Concernant la durée du travail

Pour les quatre pays : OCDE pour la période 1970-2006, GGDC pour la période 1950-1970, Maddison (2001) pour les années 1870, 1913, 1950, interpolations linéaires sur les périodes 1890-1913, 1913-1950.

Concernant l'investissement non TIC

- France : comptes nationaux sur la période 1959-2006, Maddison pour la période 1935-1959, Levy-Leboyer (1978)^c pour la période 1820-1935. La ventilation de la FBCF totale entre matériels et bâtiments est tirée de Villa (1994) pour la période 1820-1935 ;
- Japon : comptes nationaux pour la période 1980-2006 et Maddison (1993) pour la période antérieure ;
- Royaume-Uni : comptes nationaux pour la période 1965-2006 et Maddison (1993) pour la période antérieure ;
- États-Unis : comptes nationaux pour la période 1967-2006 et Maddison (1993) pour la période antérieure.

Concernant l'investissement TIC

Pour les quatre pays : GGDC (EUKLEMS).

Concernant le capital fixe

Les séries de capital fixe sont construites en supposant un taux de déclassement annuel de 2,5 % pour le bâtiment, 10 % pour les équipements non TIC, 15 % pour les matériels de communication et 30 % pour les matériels informatiques et les logiciels. Des coefficients visant à prendre en compte les effets des dommages de guerre en France sont repris de Villa (1994)^c. Pour le Japon, les dommages de la Seconde Guerre mondiale sont pris en compte en utilisant les taux de croissance tirés de Maddison (1993) et les évaluations proposées par la Banque du Japon (1966).

Concernant les prix des produits TIC

Les indices de prix relatifs des TIC par rapport au prix de PIB sont, pour la France, le Japon et le Royaume-Uni, ceux de la comptabilité nationale des États-Unis (*cf.* Colecchia et Schreyer, 2001, pour une discussion détaillée de cette hypothèse).

* Ces données GGDC sont accessibles à l'adresse : <http://www.ggdc.net>.

1. Comparaison sur longue période

On commence par comparer les évolutions moyennes des indicateurs de productivité sur l'ensemble de la période 1890-2006 et les niveaux de productivité aux deux extrémités de cette longue période. La comparaison est ensuite faite sur les cinq sous-périodes suivantes : 1890 à 1913, avant la Première Guerre mondiale ; 1913 à 1950, incluant les années de crise économique de la décennie 1930 et celles de la reconstruction de l'après-Seconde Guerre mondiale afin d'écartier les principaux effets de cette dernière sur les capacités de production ; 1950 à 1973, précédant le premier choc pétrolier ; 1973 à 1980, entre les deux chocs pétrolier ; 1980 à 2006, cette période étant analysée de façon plus détaillée dans la section suivante.

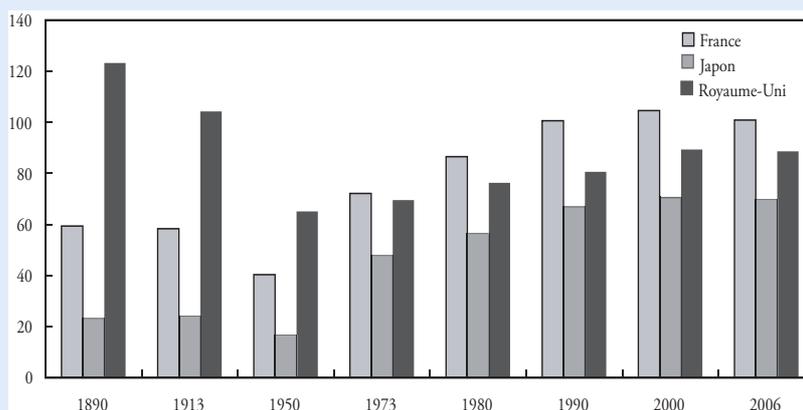
1.1. Sur l'ensemble de la période...

Sur l'ensemble de la période 1890-2006 ici étudiée, la progression de la productivité du travail est considérable dans les quatre pays : le niveau de la productivité par emploi et par heure de travail est multiplié par, respectivement, environ 10 et 20 en France, 25 et 40 au Japon, 5 et 9 au Royaume-Uni et 7 et 12 aux États-Unis (tableau 1). Les écarts importants entre la progression de la productivité par emploi et de la productivité par heure de travail s'expliquent comptablement par la diminution de la durée annuelle moyenne du travail : sur la période, cette dernière baisse d'environ 50 % en France (passant d'environ 3 110 heures à 1 540 heures), 45 % au Royaume-Uni (2 990 heures à 1 670 heures), 40 % aux États-Unis (2 850 heures à 1 710 heures) et 35 % au Japon (2 734 heures à 1 784 heures). Sur ces presque 120 années, le Japon connaît la croissance annuelle moyenne la plus forte de la productivité : 2,8 % par emploi et 3,2 % par heure, et le Royaume-Uni la plus faible : 1,4 % par emploi et 1,9 % par heure, la France (2,1 % et 2,7 %) et les États-Unis (1,8 % et 2,2 %) se situant entre ces deux extrêmes.

Peu d'études antérieures permettent des comparaisons avec les résultats ici obtenus sur longue période. Concernant le Japon et le Royaume-Uni, les niveaux de la productivité horaire du travail relativement aux États-Unis paraissent proches de ceux fournis par Maddison (2007) (tableau 2). Bien que Maddison (2007) ne propose pas de comparaison des niveaux de PGF, ses résultats concernant les niveaux relatifs de productivité horaire du travail et de productivité du capital paraissent assez cohérents avec nos évaluations de niveaux relatifs de PGF.

Graphique 1 : Productivité horaire du travail

En % du niveau des États-Unis

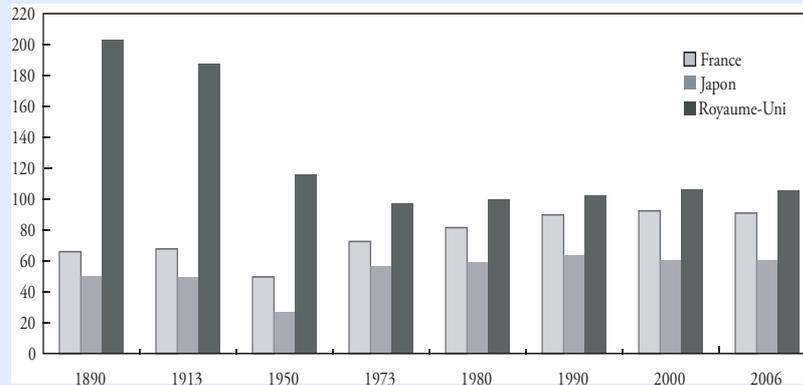


Champ : Ensemble de l'économie — ppa dollar 2000.

Source : Calculs des auteurs, cf. encadré 1 concernant les sources et encadré 2 pour le mode de calcul de la PGF.

Graphique 2 : Productivité globale des facteurs

En % du niveau des États-Uni



Champ : Ensemble de l'économie — ppa dollar 2000.

Source : Calculs des auteurs, cf. encadré 1 pour les sources et encadré 2 pour le mode de calcul.

Encadré 2 : Le principe de l'approche comptable de la croissance *

Les grands principes de l'approche comptable de la croissance ont été proposés notamment par Solow (1956, 1957). Les relations qui suivent concernent la décomposition en niveau et en taux de croissance du PIB et de la productivité.

La combinaison productive est représentée par une fonction de production à deux facteurs (capital et travail) et un terme de productivité globale des facteurs *PGF* (ou terme de progrès technique autonome). La production (ou *output*) noté *Y* peut s'écrire :

$$Y = PGF \cdot F(K_j, L_i)$$

où K_j et L_i représentent respectivement le volume du capital de type *j* et du travail de type *i*. En adoptant comme approximation la fonction Cobb-Douglas, linéaire en logarithme, et en supposant une homogénéité du facteur travail, on obtient les relations :

$$y = pgf + \sum_j \alpha_j k_j + \beta l \text{ soit en différences : } \Delta y = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j \Delta k_j + \beta \Delta l$$

où y , k_j , l et pgf représentent les logarithmes du volume de l'*output*, du capital de type *j*, du travail et de la *PGF*, Δ indique une différence première (ou taux de variation annuel) et α_j et β sont les élasticités de l'*output* par rapport aux *inputs* K_j et L . Il est supposé en général que les rendements d'échelle sont unitaires (constants), ce qui s'écrit :

$$\sum_j \alpha_j + \beta = 1$$

Le taux de croissance de l'économie se décompose ainsi en une somme du taux de croissance de chacun des *inputs* pondérés par leur élasticité de production et du taux de croissance de la *PGF*. La comptabilité de la croissance peut être aussi présentée de façon strictement équivalente en termes de comptabilité de la productivité du travail en écrivant (sous l'hypothèse habituelle de rendements d'échelle constants) :

$$(y - l) = pgf + \sum_j \alpha_j (k_j - l) \text{ soit en différences : } (\Delta y - \Delta l) = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j (\Delta k_j - \Delta l)$$

où $\alpha_j (k_j - l)$ représente la contribution de l'intensité capitalistique en capital de type *j* à la productivité du travail.

La mise en œuvre de cette décomposition demande que l'on dispose d'évaluations de la production et de ses facteurs. Dans le cadre d'analyses macroéconomiques, celles-ci sont pour

l'essentiel fournies par les comptes nationaux. Les sources mobilisées dans la présente étude sont détaillées en encadré 1. Elle demande aussi que l'on connaisse les élasticités de la production par rapport aux facteurs. Outre l'hypothèse de rendements d'échelle constants, on admet très généralement que les facteurs de production sont rémunérés à leur productivité marginale (au moins de façon approximative sur moyenne-longue période), ce qui implique que les élasticités des facteurs puissent être estimées par les parts de leurs rémunérations (leurs coûts) dans le revenu total (ou coût total). Les coûts du travail (salaires et charges sociales liées) représentant environ les deux tiers du revenu, on suppose dans la présente évaluation que $\sum_j \alpha_j = 0,3$ et donc $\beta = 0,7$. Nous supposons par ailleurs, que le capital K utilisé l'année t est le capital installé à la fin de l'année $t-1$.

Au final, la PGF est obtenue comme un « résidu » : elle mesure la contribution à la productivité du travail qui n'est pas imputable au volume des facteurs de production. De telles décompositions sont surtout descriptives. Sans permettre des explications causales, elles sont adaptées aux comparaisons et explications des écarts de niveau et de croissance de la productivité entre périodes et pays.

Dans la présente étude, on distingue dans le volume du facteur travail (L) le niveau de l'emploi (N) et la durée annuelle moyenne du travail (H), avec l'égalité comptable $L = N.H$. Les décompositions proposées de la productivité concernent alternativement la productivité par emploi ou la productivité par heure travaillée, et sont réalisées à partir des relations respectives (dans lesquelles la contribution de la PGF est identique) :

$$(y - n) = pgf + \sum_j \alpha_j (k_j - n) + (1 - \sum_j \alpha_j) . h \text{ soit en différences :}$$

$$(\Delta y - \Delta n) = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j (\Delta k_j - \Delta n) + (1 - \sum_j \alpha_j) . \Delta h$$

$$(y - l) = pgf + \sum_j \alpha_j (k_j - l) \text{ soit en différences : } (\Delta y - \Delta l) = \Delta pgf + \sum_j \alpha_j (\Delta k_j - \Delta l)$$

* Sur l'histoire de la comptabilité de la croissance et de l'évaluation de la PGF (ou « résidu ») voir Griliches (1996) ou Maddison (2007).

En 1890, le niveau de la productivité du travail, par emploi ou horaire, est aux États-Unis environ quatre à cinq fois plus élevé qu'au Japon, 50 % plus élevé qu'en France mais 25 % plus bas qu'au Royaume-Uni (tableau 1 et graphiques 1 et 2)¹. L'emploi agricole est alors très important en France et au Japon, en pourcentage de l'emploi total, comparé aux deux autres pays. Compte tenu des évolutions sur la période, la hiérarchie des pays en termes de niveau de productivité du travail est très différente en 2006 de celle de 1890. En 2006, le niveau de la productivité du travail est, comparé au niveau des États-Unis, inférieur d'environ 30 % par emploi ou par heure au Japon, inférieur d'environ 10 % également par emploi ou par heure au Royaume-Uni tandis qu'il est inférieur d'environ 10 % par emploi mais semblable par heure en France².

1. Les niveaux relatifs de productivité de la France, du Japon et du Royaume-Uni ici commentés diffèrent de ceux mentionnés dans Cette (2004, 2007). Ces écarts cependant réduits et qui n'affectent pas les faits stylisés commentés, s'expliquent essentiellement par une différence de sources des données de base mobilisées. Les sources ici utilisées sont détaillées dans l'encadré 1 tandis que celles de Cette (2004, 2007) sont Maddison (1994, 2001 et 2003).

2. Bourlès et Cette (2005, 2007) ont montré que la bonne performance française sur la fin de la période en termes de productivité horaire comparée aux États-Unis s'explique en partie par des niveaux inférieurs de durée du travail et de taux d'emploi, les rendements de ces deux grandeurs étant fortement décroissants. Après correction des effets sur la productivité des écarts sur ces deux grandeurs, il apparaît que la productivité horaire du travail serait en 2006, en France, inférieure d'environ 5 % au niveau des États-Unis.

Tableau 1 : Niveaux et taux de croissance annuels moyens de la productivité, 1890-2006

	Taux de croissance annuel moyen, en %,				Niveau, en % de celui des États-Unis					
	1890-2006				1890			2006		
	France	Japon	Royaume-Uni	États-Unis	France	Japon	Royaume-Uni	France	Japon	Royaume-Uni
Productivité du travail, par emploi	2,1	2,8	1,4	1,8	64,7	22,2	129,3	91,0	72,6	86,4
Productivité du travail, par heure	2,7	3,2	1,9	2,2	59,4	23,2	123,3	100,9	69,7	88,6
Productivité globale des facteurs, par heure	1,6	1,8	1,0	1,6	65,9	49,9	203,0	90,8	60,6	105,9

Champ : Ensemble de l'économie — ppa dollar 2000.

Source : Calculs des auteurs, cf. Encadré 1 concernant les sources et encadré 2 pour le mode de calcul de la PGF.

Tableau 2 : PIB par heure travaillée

En % du niveau des États-Unis	1870	1913	1950	1973	2003
Japon	20	21	16	49	64
Royaume-Uni	113	84	63	67	79

Champ : Ensemble de l'économie — ppa dollar 1995.

Source : Maddison (2007, tableau 6.4, p. 305).

Tableau 3 : Structure de l'emploi

En % de l'emploi total

	France		Japon		Royaume-Uni		États-Unis	
	1970	2004	1970	2004	1970	2004	1970	2004
Agriculture et extraction	14,3	3,7	20,2	5,4	5,2	1,5	5,2	2,8
Industrie manufacturière, eau, gaz et énergie	25,8	14,4	26,5	17,7	33,0	12,3	23,2	10,9
Construction	10,2	6,3	8,1	9,0	7,2	6,8	5,0	6,0
Commerces de gros et de détail	15,5	17,3	20,9	25,5	19,0	23,3	21,6	23,8
Transports et télécommunications	5,6	6,2	5,6	5,8	6,7	5,9	4,6	4,2
Autres services	28,7	52,0	18,8	36,6	28,9	50,2	40,5	52,3
Total	100,0							

Source : Base EUKLEMS.

La croissance de la productivité globale des facteurs (PGF) est la principale source des gains de productivité horaire du travail sur l'ensemble de la période : environ 50 % à 60 % en France, au Japon et au Royaume-Uni et 70 % aux États-Unis, la contribution complémentaire de l'intensification des techniques étant nettement inférieure (tableau 4). Ainsi, les facteurs de progression de la PGF (entre autres l'élévation de la qualité de la main-d'œuvre, les changements techniques et organisationnels, de meilleures institutions...) contribuent davantage, dans leur ensemble, aux gains de productivité observés sur la période que l'intensification des techniques.

En 1890, comparé aux États-Unis, le niveau de la PGF est supérieur d'environ 100 % au Royaume-Uni mais inférieur d'environ 35 % en France et 50 % au Japon. Compte tenu d'une progression moyenne relativement ralentie au Royaume-Uni et rapide en France, le niveau de la PGF est dans les deux pays sensiblement équivalent en 2006 à celui des États-Unis. Une telle convergence ne s'observe pas pour le Japon : la convergence s'y arrête à un niveau relatif d'environ 60 % au début des années 1970 pour la PGF, et 70 % au début des années 1990 pour la productivité horaire du travail. Cet arrêt de la convergence s'explique sans doute en bonne partie par un effet de structure sectorielle : les activités à faible productivité, comme l'agriculture, le bâtiment ou le commerce, représentent toujours en fin de période une part de l'économie nettement plus importante au Japon que dans les trois autres pays (tableau 3).

1.2. ... et par sous-périodes

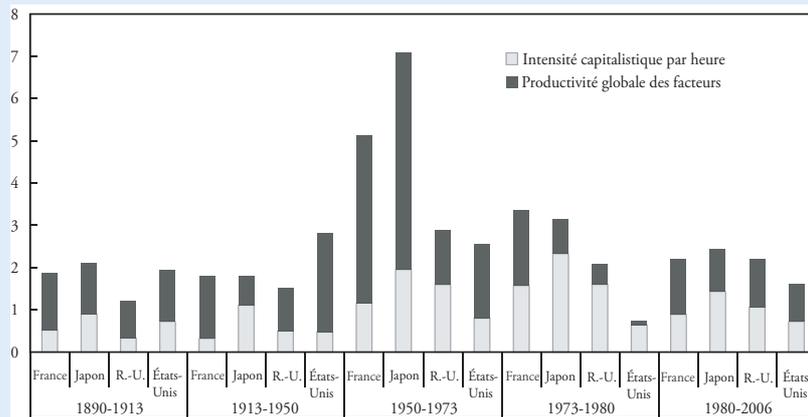
Les résultats des évaluations par sous-périodes de la croissance de la productivité du travail par emploi et horaire et de la PGF sont présentés dans le tableau 4 et le graphique 3 ci-après.

Peu d'analyses permettent une comparaison sur une aussi longue période entre plusieurs pays industrialisés. Les évaluations de la présente étude sont bien entendu très proches de celles de Maury et Pluyaud (2004), les données de base de volume du PIB et d'emploi étant très proches pour les quatre pays. Elles sont cohérentes avec celles de Gordon (2003), Cette (2004, 2007) ou van Ark, Frankema et Duteweerd (2004) qui calculent des évolutions de la productivité du travail sur différentes sous-périodes à partir des évaluations de volume du PIB et d'emploi de Maddison (2001).

Concernant plus spécifiquement la France, l'évaluation de Dubois (1985), qui prolonge celle de Carré, Dubois et Malinvaud (1972), concerne la seule économie marchande, l'écart de champ avec notre analyse concernant l'ensemble de l'économie pouvant expliquer certaines différences. Selon Dubois (1985, tableau 6, p. 14) la croissance de la productivité par emploi est d'environ de 5,0 % sur la période 1951-1973 et 2,4 % sur la période 1973-1984. La contribution de la PGF à la croissance de la productivité par emploi est, toujours selon Dubois (1985, tableau 8, p. 21), de 1,4 % sur la sous-période 1896-1913, 1,4 % sur la sous-période 1913-

1951, et 4,2 % sur la sous-période 1951-1973. Les écarts avec notre évaluation sont minimes et peuvent tout à fait tenir aux différences de champ et de méthodologie.

Graphique 3 : Taux de croissance annuel moyen de la productivité horaire du travail (en %) et contributions (en points)



Champ : Ensemble de l'économie — ppa dollar 2000.

Source : Calculs des auteurs, cf. encadré 1 pour les sources des données et encadré 2 pour le mode de calcul.

Concernant le Royaume-Uni et le Japon, nos évaluations paraissent proches de celles de Maddison (2007) sur les sous-périodes 1913-1950 et 1950-1973 (tableau 6). Pour le Royaume-Uni, elles sont également cohérentes avec celles de Crafts (2004a, b et c) qui aboutissent cependant sur la période 1950-1973 à des gains de productivité horaire légèrement plus importants (d'environ 0,2 point par an) du fait d'une PGF plus dynamique.

Concernant enfin les États-Unis, Ferguson et Wascher (2004) proposent une telle décomposition de la croissance de la productivité horaire mais dans le secteur marchand non-agricole de l'économie américaine et avec une périodisation un peu différente de celle retenue ici (tableau 7). Les écarts entre cette évaluation et la nôtre ne paraissent pas importants et peuvent également s'expliquer par la différence de champ et de méthodologie. Nos évaluations de la croissance de la productivité du travail et de la PGF sont également assez proches de celles de Maddison (2007). Cependant, sur la sous-période 1913-1950, notre évaluation de la croissance de la PGF est plus élevée que celle de Maddison (2007) d'environ 0,7 point par an, alors que l'écart n'est que d'environ 0,3 point pour la productivité du travail (tableau 6).

Tableau 4 : Taux de croissance annuels moyens de la productivité horaire du travail, et contributions (en % et en points), en France, au Japon, au Royaume-Uni et aux États-Unis

Champ : ensemble de l'économie

A) France	1890- 1913	1913-1950	1950-1973	1973-1980	1980-2006
PIB	1,9	0,9	5,3	2,9	2,1
Productivité par emploi [a]	1,6	1,0	4,7	2,6	1,5
Productivité par heure [b]	1,9	1,8	5,2	3,4	2,2
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique, par heure [c]	0,5	0,3	1,2	1,6	0,9
Productivité globale des facteurs [d]	1,4	1,5	4,0	1,8	1,3
B) Japon	1890- 1913	1913-1950	1950-1973	1973-1980	1980-2006
PIB	2,5	2,2	9,3	3,4	2,3
Productivité par emploi [a]	1,8	1,3	7,5	2,6	1,8
Productivité par heure [b]	2,1	1,8	7,4	3,2	2,4
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique, par heure [c]	0,9	1,1	2,0	2,3	1,4
Productivité globale des facteurs [d]	1,2	0,7	5,4	0,9	1,0

C) Royaume-Uni	1890- 1913	1913-1950	1950-1973	1973-1980	1980-2006
PIB	1,9	1,3	2,9	1,0	2,5
Productivité par emploi [a]	0,9	0,7	2,5	0,9	2,0
Productivité par heure [b]	1,2	1,5	2,8	2,1	2,2
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique, par heure [c]	0,3	0,5	1,6	1,6	1,1
Productivité globale des facteurs [d]	0,9	1,0	1,2	0,5	1,1
D) États-Unis	1890- 1913	1913-1950	1950-1973	1973-1980	1980-2006
PIB	4,1	3,2	4,0	2,5	3,1
Productivité par emploi [a]	1,6	1,9	2,3	0,2	1,6
Productivité par heure [b]	2,0	2,8	2,5	0,7	1,6
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique, par heure [c]	0,7	0,5	0,8	0,6	0,7
Productivité globale des facteurs [d]	1,3	2,3	1,7	0,1	0,9

[b] = [c] + [d]

Source : Calculs des auteurs, cf. encadré 1 concernant les sources des données et encadré 2 pour des précisions sur le calcul de la PGF.

Tableau 5 : Décomposition de la croissance annuelle moyenne de la productivité en France

Champ : secteur marchand — en %

	1896-1913	1913-1929	1929-1951	1951-1973	1973-1984
Productivité par emploi	1,7	1,5	1,3	5,2	2,4
Productivité par heure [b]	2,0	2,5	1,7	5,6	3,8
Contributions :					
Intensité capitalistique, par heure [c]	0,6	0,7	0,5	1,4	1,8
Productivité globale des facteurs [d]	1,4	1,8	1,2	4,2	2,0

[b] = [c] + [d].

Source : Dubois (1985), à partir des tableaux 6 et 8, p. 14 et 21.

Tableau 6 : Taux de croissance annuels moyens de la productivité du travail et de la productivité globale des facteurs, par heure

Champ : ensemble de l'économie — en points

	Productivité du travail			Productivité globale des facteurs		
	Japon	Royaume-Uni	États-Unis	Japon	Royaume-Uni	États-Unis
1870-1913	2,0	1,2	1,9	- 0,2	0,3	0,4
1913-1950	1,8	1,7	2,5	0,2	0,8	1,6
1950-1973	7,7	3,1	2,8	5,1	1,5	1,8
1973-2003	2,6	2,2	1,7	0,6	0,9	0,7

Source : Maddison (2007), tableau 6.5, p. 306.

Tableau 7 : Taux de croissance annuels moyens de la productivité du travail et contributions aux États-Unis

Champ : secteur marchand non agricole — en % et en point

	1890-1917	1917-1927	1927-1948	1948-1973	1973-1995	1995-2003
Productivité horaire [b]	1,5	3,8	1,8	2,9	1,4	3,0
Contributions :						
Intensité capitaliste, par heure [c]	0,7	1,0	0,1	1,0	1,0	1,6
Productivité globale des facteurs [d]	0,8	2,8	1,7	1,9	0,4	1,4

[b] = [c] + [d].

Source: Ferguson et Wascher (2004), p. 6.

Si les deux sous-périodes postérieures au premier choc pétrolier sont regroupées, on retrouve bien aux États-Unis pour la productivité horaire « la grande vague » commentée par Gordon (1999, 2003) : la productivité accélère après 1913 par rapport à la période antérieure, puis décélère après 1950 et à nouveau après 1973. Il est intéressant de remarquer que la PGF est la source de ce profil, la contribution de l'intensification des techniques de production demeurant presque complètement stabilisée. Dans les trois autres pays, en termes de productivité tant horaire que par emploi, la « grande vague » apparaît mais la sous-période de plus forte croissance de la productivité n'est plus 1913-1950 mais 1950-1973. Cette « grande vague » apparaît plus prononcée au Japon qu'en France et en France qu'au Royaume-Uni. Le retard des trois pays sur les États-Unis que traduit le décalage de la « grande vague » est habituellement expliqué par divers facteurs, parmi lesquels une diffusion plus tardive de l'énergie électrique, une élévation également plus tardive de la qualité moyenne de la main-d'œuvre (niveau d'éducation)³ et un plus fort protectionnisme (*cf.* Gordon, 2003, pour une revue de littérature). Comme aux États-Unis, la PGF est la principale source du profil de la productivité dans les trois autres pays, la contribution de l'intensification des techniques de production n'étant cependant pas négligeable. La contribution de l'intensité capitalistique est toujours plus élevée au Japon que dans les trois autres pays, du fait d'un rythme d'accumulation du capital également plus important.

L'analyse par sous-périodes fait apparaître certaines différences entre les quatre pays ici comparés.

De 1890 à 1913, la France le Japon et les États-Unis connaissent une évolution proche de la productivité par emploi (environ 1,7 % par an) et par heure de travail (environ 2 %). La croissance de la productivité est la plus faible au Royaume-Uni, du fait d'une plus faible contribution de la PGF principalement, mais aussi pour une moindre part de l'intensité capitalistique. Les parts des contributions de l'intensité capitalistique et de la PGF à la croissance de la productivité sont proches dans les quatre (respectivement 1/4 à 1/2 et 1/2 à 3/4). Le niveau de productivité horaire relativement au niveau des États-Unis demeure stabilisé pour la France (à environ 45-50 %) et au Japon (à environ 20-25 %) tandis que celui du Royaume-Uni baisse d'environ 20 points (passant de 125 % à 105 %).

De 1913 à 1950, la progression de la productivité (par emploi ou horaire) est nettement plus rapide aux États-Unis (par an, 1,9 % par emploi et 2,8 % par heure) qu'en France (1,0 % et 1,8 %), au Japon (1,3 % et 1,8 %) et surtout qu'au Royaume-Uni (0,7 % et 1,5 %). À l'exception du Japon, différentes contributions de la PGF sont la source de ces écarts, la contribution de l'intensification des techniques de production étant proche dans les quatre pays et presque identique à celle de la sous-période précédente. Au Japon, la contribution de l'intensité capitalistique est très importante sur cette sous-période (environ 70 % des gains de productivité horaire). En conséquence de ces évolutions, le niveau relatif (au niveau

3. Voir à cet égard Van Ark, Frankema et Duteweerd (2004).

des États-Unis) de la productivité horaire du travail se dégrade de quelques points pour la France et le Japon, et passe en 1950 à respectivement environ 40 % et 20 %. Il baisse fortement pour le Royaume-Uni où il passe à environ 65 % en 1950.

De 1950 à 1973, la progression annuelle moyenne de la productivité (par employé et par heure) est très forte au Japon (respectivement 7,5 % et 7,4 %) et en France (4,7 % et 5,2 %), et plus faible au Royaume-Uni (2,5 % et 2,8 %) et aux États-Unis (2,3 % et 2,5 %). Au Japon et aux États-Unis, la croissance de la productivité s'explique principalement par celle de la PGF (pour plus de 70 %) tandis qu'en France et au Royaume-Uni, les contributions de la PGF et de l'intensité capitaliste sont à peu près équilibrées. Aux États-Unis, la contribution de l'intensification des techniques demeure stabilisée. La France et le Japon opèrent un rattrapage rapide des niveaux de productivité des deux autres pays, davantage par la PGF que *via* la diffusion de techniques de production plus intensives en capital pour le Japon et le contraire pour la France. Les changements de structure économique contribuent également de façon importante aux écarts de gains de productivité entre les quatre pays. Sur cette période, la part de l'agriculture dans le PIB baisse fortement en France pour se rapprocher de celles du Royaume-Uni et des États-Unis. Card et Freeman (2002, p. 55) évaluent ainsi que, de 1960 à 1979, l'impact comptable sur la productivité du travail du changement de la part de l'emploi agricole serait chaque année d'environ 0,5 point en France contre 0,1 point au Royaume-Uni et aux États-Unis. En conséquence de ces évolutions, le niveau relatif (au niveau des États-Unis) de la productivité horaire du travail s'améliore nettement en France et au Japon où il passe en 1973 à respectivement environ 70 % et 50 %, et très légèrement au Royaume-Uni où il passe à 70 %, soit le niveau de la France.

Sur la courte période 1973-1980 des deux chocs pétroliers, la productivité (par emploi et horaire) ralentit fortement dans les quatre pays. Sa progression demeure la plus rapide en France (par an, respectivement 2,6 % et 3,4 %) et au Japon (2,6 % et 3,2 %), intermédiaire au Royaume-Uni (0,9 % et 2,1 %) et très faible aux États-Unis (0,2 % et 0,7 %). Bourlès et Cette (2007) ont montré qu'une grande part (environ les 2/3) du ralentissement de la productivité aux États-Unis sur cette sous-période s'explique par une augmentation du taux d'emploi et une moindre baisse de la durée du travail, les rendements de ces deux grandeurs étant fortement décroissants. Dans les quatre pays, ce ralentissement s'explique comptablement par celui de la PGF. La contribution de l'intensification des techniques augmente même en France et au Japon, et le ralentissement de la productivité horaire y est moins important que celui de la PGF. La France se caractérise cependant par les plus forts gains de PGF. En conséquence de ces évolutions, le niveau relatif (au niveau des États-Unis) de la productivité horaire du travail progresse vivement en France, pour passer en 1980 à environ 80 %, et plus faiblement au Japon et au Royaume-Uni où il passe à environ 55 % et 75 %.

Enfin, sur la dernière sous-période 1980-2006, la productivité par emploi et horaire et la PGF ralentissent à nouveau en France et au Japon tandis qu'elles

accélèrent aux États-Unis. Au Royaume-Uni, la productivité par emploi et la PGF accélèrent également, mais la croissance de la productivité horaire demeure inchangée. La hiérarchie entre pays des gains de productivité moyens dépend de l'indicateur retenu. La croissance de la productivité par emploi est la plus élevée au Royaume-Uni (2,0 % par an), suivi du Japon (1,8 %), des États-Unis (1,6 %), puis de la France (1,5 %), tandis qu'en termes horaire, elle est la plus élevée au Japon (2,4 %), suivi de la France et du Royaume-Uni (2,2 %), puis des États-Unis (1,6 %). Le ralentissement de la productivité s'explique à la fois par celui de l'intensification des techniques et par celui de la PGF en France et seulement par le ralentissement de l'intensité capitaliste au Japon. Au Royaume-Uni (pour la seule productivité par emploi) et aux États-Unis, l'accélération de la productivité s'explique par celle de la PGF. Comme sur les autres sous-périodes de l'après-Second Guerre mondiale, la France continue de bénéficier de la plus forte croissance de la PGF, qui connaît cependant un ralentissement marqué. En conséquence de ces évolutions, le niveau relatif (au niveau des États-Unis) de la productivité horaire du travail progresse vivement en France, pour devenir semblable, et plus faiblement au Japon et au Royaume-Uni où il passe respectivement à environ 70 % et 90 %.

2. Évolutions sur la période 1980-2006

Dans cette partie, nous commentons successivement les évolutions de la productivité sur les sous-périodes 1980 à 1990, 1990 à 1995, 1995 à 2000 et 2000 à 2006 et nous présentons ensuite les effets plus spécifiques de la diffusion rapide des technologies de l'information et des communications (TIC) durant ces sous-périodes.

2.1. Évolutions de la productivité sur le dernier quart de siècle (1980-2006)

Nos estimations de la croissance de la productivité par emploi et horaire ainsi que les contributions du capital TIC, du capital non-TIC et de la PGF sont présentées par sous-périodes dans le tableau 8 et le graphique 4.

Au cours de la période 1980-1990, la croissance de la productivité par emploi est la plus rapide au Japon (taux annuel moyen de 2,7 %), suivi de la France et du Royaume-Uni (environ 2 %). C'est aux États-Unis qu'elle est la plus faible (1,4 %), bien qu'en augmentation par rapport à la période 1973-1980 (0,2 %). Concernant la productivité horaire, c'est en France et au Japon que l'évolution est la plus forte (près de 3 %), suivis du Royaume-Uni (2 %) et des États-Unis (1,4 %). Le différentiel de croissance de la productivité horaire entre d'une part la France et le Japon et d'autre part le Royaume-Uni et les États-Unis s'explique par une contribution plus forte à la fois de la PGF et de l'intensité capitaliste. Au total sur cette décennie, le rattrapage, en termes de productivité, des États-Unis par les trois autres pays se poursuit à un rythme plus soutenu pour le Japon et la France que pour le Royaume-Uni.

Tableau 8 : Taux de croissance annuels moyens de la productivité du travail (en %) et contributions des facteurs (en points), en France, au Japon, au Royaume-Uni et aux États-Unis

Champ : Ensemble de l'économie

A) France	1980-2006	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2006
PIB	2,1	2,4	1,2	2,8	1,7
Productivité par emploi [a]	1,5	2,1	1,2	1,2	1,1
Productivité horaire [b]	2,2	2,9	1,8	1,9	1,6
Contributions à la croissance de la productivité horaire					
Intensité capitalistique par heure [c]	0,9	1,2	1,0	0,5	0,7
<i>Capital hors TIC par heure</i>	0,6	0,9	0,8	0,2	0,4
<i>Capital TIC par heure</i>	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3
PGF [d]	1,3	1,7	0,8	1,4	0,9
B) Japon	1980-2006	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2006
PIB	2,3	3,9	1,5	1,0	1,5
Productivité par emploi [a]	1,8	2,7	0,9	1,0	1,6
Productivité horaire [b]	2,4	3,1	2,4	1,7	2,0
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique par heure [c]	1,4	1,6	1,9	1,5	0,8
<i>Capital hors TIC par heure</i>	1,0	0,3	1,5	0,9	0,5
<i>Capital TIC par heure</i>	0,4	0,3	0,4	0,6	0,3
PGF [d]	1,0	1,5	0,5	0,2	1,2

C) Royaume-Uni	1980-2006	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2006
PIB	2,5	2,6	1,7	3,2	2,5
Productivité par emploi [a]	2,0	1,9	2,5	1,9	1,6
Productivité horaire [b]	2,2	2,0	2,8	2,3	2,0
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique par heure [c]	1,1	1,0	1,5	1,1	0,9
<i>Capital hors TIC par heure</i>	0,6	0,6	1,1	0,4	0,5
<i>Capital TIC par heure</i>	0,5	0,4	0,4	0,7	0,4
PGF [d]	1,1	1,0	1,3	1,2	1,1

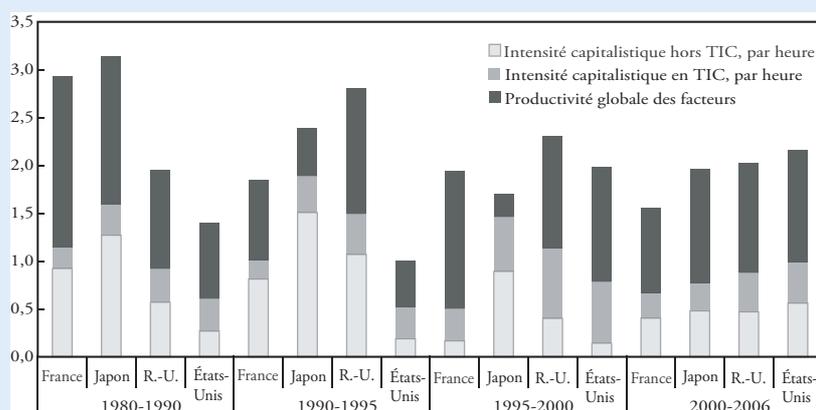
D) États-Unis	1980-2006	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2006
PIB	3,1	3,3	2,5	4,1	2,4
Productivité par emploi [a]	1,6	1,4	1,2	2,0	1,9
Productivité horaire [b]	1,6	1,4	1,0	2,0	2,2
Contributions à la croissance de la productivité horaire :					
Intensité capitalistique par heure [c]	0,7	0,6	0,5	0,8	1,0
<i>Capital hors TIC par heure</i>	0,3	0,3	0,2	0,1	0,6
<i>Capital TIC par heure</i>	0,4	0,3	0,3	0,7	0,4
PGF [d]	0,9	0,8	0,5	1,2	1,2

[d] = [b] - [c]

Source : calculs des auteurs, cf. encadré 1 pour les données et encadré 2 pour la méthode de calcul.

Sur la sous-période 1990-1995, le rythme de croissance de la productivité connaît des écarts importants entre les quatre pays. Aux États-Unis, il est légèrement en-dessous de celui de la sous-période antérieure (1980-1990), du fait d'une moindre contribution de la PGF. Au Royaume-Uni, la productivité accélère vivement, qu'elle soit mesurée par l'indicateur par emploi (+ 0,7 point) ou par heures travaillées (+ 0,8 point). Cette accélération résulte principalement d'une contribution plus forte de l'intensité capitaliste. En France et au Japon, la productivité ralentit fortement. En France, le ralentissement de 1 point du rythme de la productivité s'explique en grande partie par une contribution plus faible de la PGF, et comporte sans doute une forte composante conjoncturelle, compte tenu de la baisse du rythme de croissance du PIB. La particularité française, relativement aux États-Unis et au Royaume-Uni, d'une PGF plus dynamique disparaît ainsi à partir du début de la décennie 1990. Au Japon, le ralentissement de la croissance de la productivité s'explique également par une évolution plus faible de la PGF. Ces évolutions ralentissent le processus de rattrapage mais ne le stoppent pas.

Graphique 4 : Évolutions sur la période 1980-2006 de la productivité horaire du travail (en %) et contributions (en points), en France, au Japon, au Royaume-Uni et aux États-Unis



Champ : ensemble de l'économie.

Source : Calculs des auteurs, cf. encadré 1 pour les données et encadré 2 pour la méthode de calcul de la PGF.

La sous-période 1995-2000 se caractérise tout d'abord par une forte accélération du PIB en France, au Royaume-Uni et aux États-Unis (environ 1,5 points), alors qu'au Japon, le ralentissement du PIB se poursuit (0,5 point). La croissance de la productivité connaît, comme durant la première moitié de la décennie 1990, des inflexions très différentes selon les pays. Elle ralentit d'environ 0,5 point par an au Royaume-Uni, ce ralentissement s'expliquant par une moindre contribution de l'intensité capitaliste en capital non-TIC et de la PGF. En France, la croissance

de la productivité reste stable, l'augmentation de la contribution de la PGF étant contrebalancée par une plus faible contribution de l'intensité capitaliste en capital non TIC. Ce dernier ralentissement peut trouver en partie sa source dans le déploiement de politiques dites « d'enrichissement de la croissance en emploi », en particulier la réduction du temps de travail et les allègements de charges ciblés sur les peu qualifiés (Cette, 2004). Aux États-Unis, la productivité accélère d'environ un point en grande partie grâce à une plus forte contribution de la PGF et de l'intensité capitaliste en capital TIC. Pour Gordon (2005), le fait que la productivité accélère aux États-Unis alors qu'elle ralentit en Europe tient à différents facteurs, parmi lesquels une plus forte présence des activités fortement utilisatrices de TIC, des politiques publiques qui faciliteraient le financement de l'entrepreneuriat ainsi qu'une meilleure synergie entre recherche publique, recherche privée et financement de l'innovation. Enfin au Japon, une moindre contribution de l'intensité capitaliste en capital non TIC conduit à nouveau à une baisse significative du rythme de la productivité horaire (– 0,7 point).

Enfin, la dernière sous-période (2000-2006) se caractérise par un ralentissement de la productivité en France et au Royaume-Uni (– 0,3 point) et une légère accélération dans les deux autres pays (+ 0,2 point). Cette évolution est liée à une baisse de la contribution de la PGF en France, de l'intensité capitaliste en capital TIC au Royaume-Uni et *a contrario* à une hausse de la contribution de la PGF au Japon et de l'intensité capitaliste au États-Unis.

Au total, la dynamique de la productivité par emploi et par heure révèle une croissance plus soutenue aux États-Unis que dans les trois autres pays sur la période 1995-2006 (seulement sur la période 2000-2006 vis-à-vis du Royaume-Uni). Par conséquent, le processus de rattrapage, en vigueur jusqu'au milieu des années 1990, s'est arrêté depuis plus de dix ans, ce qui est historique au regard de la période couverte par notre étude (1890-2006). La décomposition comptable de la croissance de la productivité attribue ce résultat à une accélération plus forte de l'intensité capitaliste (aussi bien en capital TIC qu'en capital non TIC) ainsi qu'à une PGF plus dynamique : la croissance de la productivité aux États-Unis serait donc à la fois plus intensive et plus extensive que dans les trois autres pays. Ce résultat souligne de plus que les performances en termes de productivité des États-Unis relativement aux trois autres pays ne sont pas uniquement imputables à une diffusion plus importante des TIC, même si cette composante est importante.

2.2. La contribution des TIC à la croissance de la productivité

Des nombreux travaux (Cette, Mairesse et Kocoglu, 2002 et 2005, pour une revue) ont analysé la question de la contribution des TIC à la croissance du PIB et de la productivité par emploi. Ils concluent généralement à une contribution favorable et importante des TIC sur les deux dernières décennies. Cette contribution transite, dans les travaux de la comptabilité de la croissance, par deux types de canaux :

— Les effets de substitution associés à l'accumulation du capital en TIC (effets de *capital deepening*). La hausse de l'intensité capitaliste en capital TIC est à relier

à l'amélioration continue et rapide des performances productives des investissements en TIC qui se traduit par une forte baisse de leur prix relatif par rapport aux autres biens d'investissement et au travail. Par exemple, aux États-Unis, le prix des matériels informatiques connaît une baisse de 15 % par an en moyenne sur la période 1980-2005 alors que dans le même temps le prix de PIB augmente annuellement de 3 % ;

— Les gains de PGF liés en grande partie aux progrès réalisés dans les secteurs producteurs des TIC traduisant les améliorations technologiques mais également aux gains de productivité réalisés dans les secteurs utilisateurs *via* des effets d'externalités et de report (*spillover*).

Comme souligné par Cette, Mairesse et Kocoglu (2000, 2002), le poids accordé à ces deux types d'effet dans les analyses de comptabilité de la croissance est grandement dépendant des choix méthodologiques adoptés pour effectuer le partage volume-prix des séries d'investissement en valeur. Schématiquement, plus le partage volume-prix intègre les progrès des performances des TIC, *via* par exemple le recours aux méthodes hédoniques, plus la contribution aux gains de productivité de l'intensification des techniques de production apparaît important, ce qui affaiblit la contribution de la PGF (et inversement). Dans la présente analyse, par manque de données sectorielles, seul le premier effet sera explicité.

Nous commençons par présenter brièvement l'importance des investissements TIC dans les quatre pays puis l'évolution du prix des produits TIC et enfin la contribution du capital TIC à la croissance de la productivité.

a) Le taux d'investissement en TIC

L'évaluation des dépenses nominales d'investissement en TIC n'est pas sans poser quelques problèmes méthodologiques (Cette, Mairesse et Kocoglu, 2000, pour une revue détaillée). Les principaux problèmes concernent la disponibilité et la fiabilité des séries sur période longue nécessaire à la construction des séries de stock de capital, la répartition entre investissements et consommations intermédiaires des dépenses en TIC et l'évaluation des dépenses pour la personnalisation des logiciels standards (*prepackaged*) et la réalisation de logiciels pour compte propre (*own account*). Les réponses apportées par les comptabilités nationales diffèrent selon les pays et évoluent dans le temps. Par exemple, lors de la mise en place de la base 2000 et suivant les recommandations de l'OCDE sur l'harmonisation internationale des méthodes de calcul de la FBCF en logiciels, l'INSEE a modifié d'une part la répartition des dépenses en logiciels entre consommations intermédiaires et investissements et d'autre part la méthode d'estimation des dépenses en logiciels pour compte propre. Au final, le montant de l'investissement en logiciels pour l'année 1999 est passé de 11 milliards d'euros avec la base 1995 à 21 milliards avec la base 2000 soit une hausse de 90 %. Au Royaume-Uni, Chesson et Chamberlin (2006) montrent que les changements méthodologiques opérés pour évaluer les investissements en logiciels, en particulier des logiciels pour compte propre, ont conduit à une hausse du taux d'investissement des logiciels de 0,8 % à 1,8 % du PIB

en 1999. Ces difficultés de mesures concernent aussi, dans une moindre mesure, les estimations des dépenses d'investissement dans le *hardware*. Ces changements méthodologiques dans le temps affectent donc significativement la mesure des dépenses d'investissement en TIC et par voie de conséquence les résultats des études sur ce sujet. Les estimations présentées dans cette étude reposent sur les dernières données disponibles et peuvent donc différer des résultats de précédentes études.

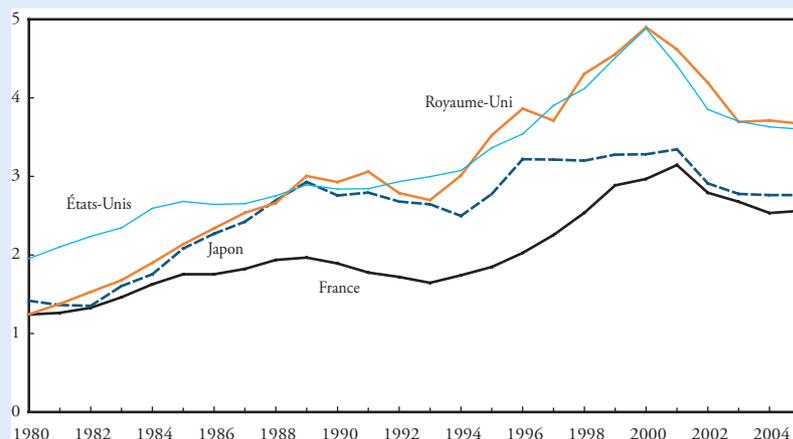
Le graphique 5 présente le taux d'investissement en TIC dans les quatre pays étudiés. Plusieurs faits sont à souligner :

— En 1980, le taux d'investissement en TIC est de 2 % du PIB aux États-Unis contre seulement de 1,2 % en France et au Royaume-Uni et de 1,4 % au Japon. Après un quart de siècle, la part des investissements en TIC dans le PIB a doublé dans les quatre pays ;

— Le taux d'investissement en TIC connaît, dans l'ensemble, une évolution très proche dans les quatre pays. Deux périodes d'accélération sensible apparaissent, 1980-1985 et 1995-2000, et deux périodes de stabilité voire de baisse, 1985-1994 et 2001-2005 ;

— L'éclatement de la « bulle Internet » en 2000-2001 a comme conséquence une baisse sensible du taux d'investissement en TIC dans les quatre pays. Ainsi au Royaume-Uni et aux États-Unis, pays les plus fortement affectés, le taux d'investissement en TIC passe de 4,9 % à 3,6 % entre 2000 et 2005. On peut voir cette baisse comme une correction d'une certaine suraccumulation en capital TIC à la fin des années 1990 nourrie en partie par l'euphorie sur les marchés financiers et les craintes associées au *bug* de l'an 2000.

Graphique 5 : Taux d'investissement en TIC de 1980 à 2006



Champ : ensemble de l'économie – En %

Sources : Cf. encadré 1.

b) L'évolution des prix des investissements en TIC

Comme signalé plus haut, l'une des principales difficultés et en conséquence incertitudes dans l'évaluation de la contribution des TIC à la croissance réside dans le partage volume-prix des dépenses d'investissements. Les comptabilités nationales adoptent progressivement des méthodes hédoniques pour rendre compte des progrès de performances rapides des produits TIC. Cependant, il existe de nombreuses hétérogénéités entre les différents pays dans la mobilisation de ces méthodes (Cette, Mairesse et Kocoglu, 2000, 2002). Afin que la présente comparaison entre les quatre pays ne soit pas affectée par une telle différence méthodologique et en considérant que les produits TIC utilisés dans ces différents pays répondent globalement aux mêmes caractéristiques, nous avons retenu les indices de prix de la comptabilité nationale des États-Unis comme référence. Plus précisément, nous avons supposé que l'évolution du prix de chacune des trois composantes des investissements TIC (matériels informatiques, matériels de communication et logiciels) relativement au prix du PIB est la même en France, au Royaume-Uni et au Japon que celle observée aux États-Unis. Cette méthode, utilisée notamment par Colechia et Shreyer (2001), suppose que l'évolution du prix de chacun des produits TIC est, à l'inflation générale près, la même dans les quatre pays et donc que les progrès de performances des produits TIC sont les mêmes dans les quatre pays. Cette méthode semble être la plus robuste pour les comparaisons internationales entre des pays développés, à défaut d'une mesure des effets qualités totalement harmonisée par les comptabilités nationales.

Le tableau 9 résume l'évolution du prix des TIC par sous-périodes dans les quatre pays. Ce prix est calculé comme une moyenne pondérée de l'évolution du prix des matériels informatiques, des matériels de communication et des logiciels. Ainsi, les écarts constatés entre les pays proviennent : (i) des écarts dans l'évolution du prix du PIB et (ii) de l'évolution de la structure dans chaque pays des investissements TIC entre les matériels informatiques, les matériels de communication et les logiciels⁴. Sur la période 1980-2005, la baisse du prix des TIC est très proche au Royaume-Uni et aux États-Unis, de l'ordre de - 5 % par an en moyenne. En France cette baisse de prix est moins prononcée (- 4 % par an en moyenne) en raison principalement du poids plus faible des matériels informatiques⁵. La baisse de prix des investissements TIC est la plus forte au Japon (de l'ordre de - 6 % par an) en raison d'une inflation générale plus faible (0,7 % contre 3 %) et d'un poids plus important des matériels informatiques. La période 1995-2000 se distingue avec les baisses de prix les plus rapides de la période : de - 7 % en France à - 9 % au Japon contre de - 4 % à - 6 % pour l'ensemble de la période.

4. Les matériels informatiques connaissent, sur la période 1980-2005, les baisses de prix les plus fortes avec - 15 % par an contre -1 % pour les logiciels et les matériels de communication.

5. En moyenne sur la période 1980-2005, les investissements en matériels informatiques représentent 25 % des investissements TIC en France contre 40 % au Royaume-Uni, 28 % aux États-Unis et 45 % au Japon.

Tableau 9 : Évolution annuelle moyenne du prix des TIC, sur la période 1980-2005

En %	1980-2005	1980-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005
France	- 4,0	- 1,5	- 5,8	- 6,7	- 4,5
Japon	- 5,7	- 3,5	- 6,6	- 9,5	- 5,3
Royaume-Uni	- 5,2	- 3,5	- 5,9	- 8,2	- 4,8
États-Unis	- 4,8	- 3,5	- 5,4	- 7,4	- 4,3

Sources et Calculs : cf. encadré 1 et 2.

c) La contribution des TIC à la croissance de la productivité

La contribution des TIC à la croissance de la productivité du travail est détaillée dans le tableau 8 et le graphique 4.

Sur l'ensemble de la période 1980-2006, la contribution des TIC à la croissance de la productivité par heure est plus élevée que celle des investissements hors TIC aux États-Unis alors qu'elle est plus faible dans les trois autres pays.

La contribution des TIC à la croissance annuelle moyenne de la productivité (par emploi ou horaire) est comprise selon les sous-périodes entre 0,3 point et 0,7 point aux États-Unis et au Royaume-Uni, entre 0,3 point et 0,6 point au Japon et enfin entre 0,2 et 0,3 point en France. Ces contributions relativement élevées du capital TIC à la croissance de la productivité s'expliquent par un taux de croissance très rapide du stock de capital en lien avec la baisse rapide du prix global des TIC. Comparé aux études antérieures, la contribution de l'intensité capitalistique en capital TIC à la croissance de la productivité est très proche au Royaume-Uni et aux États-Unis. Ce résultat nouveau est attribuable aux changements méthodologiques dans la mesure des dépenses d'investissement en TIC survenus au Royaume-Uni. Les nouvelles séries d'investissement TIC au Royaume-Uni tiennent mieux compte de la part importante du secteur des services, en particulier des services financiers, fortement utilisateurs de TIC. La France et le Japon associent, quant à eux, un taux d'investissement faible et une évolution du capital TIC par tête légèrement plus faible qu'aux États-Unis.

Dans les quatre pays, la contribution des TIC est la plus forte sur la période 1995-2000. Elle atteint environ 0,7 point aux États-Unis et au Royaume-Uni et environ 0,6 point au Japon et 0,3 point en France. Dans le même temps la contribution des autres équipements et bâtiments diminue considérablement en France, au Japon et Royaume-Uni comparativement à la période précédente (environ 1 point de moins). La baisse plus rapide des prix sur cette période (cf. tableau 9) semble avoir accéléré la substitution entre capital TIC et capital non TIC dans ces trois pays ;

— Enfin, après 2000, la baisse des investissements en TIC se répercute directement sur la contribution du capital TIC sur la croissance de la productivité. Cet effet est le moins marqué en France (– 0,1 point contre près de – 0,3 point dans les autres pays). En dehors du Japon, cette période marque une hausse de la contribution du capital hors TIC à la croissance de la productivité, ce regain étant particulièrement fort aux États-Unis (+ 0,4 point).

Cette et Lopez (2008) analysent plus en détails les déterminants du retard dans la diffusion des TIC des principaux pays industrialisés par rapport aux États-Unis. Leurs résultats confirment l'influence positive de la part de personnes en âge de travailler avec un niveau d'éducation élevé et l'influence négative des rigidités des marchés sur la diffusion des TIC. Ces effets sont d'autant plus importants que la diffusion des TIC est avancée. Relativement aux États-Unis, le retard de diffusion des TIC s'expliquerait pour le Royaume-Uni par une part plus faible des personnes avec un niveau élevé d'éducation et pour la France et le Japon à la fois par un manque de personnels hautement qualifiés et des rigidités de marchés plus fortes.

Les résultats présentés ici sont globalement conformes à ceux obtenus dans les comparaisons internationales les plus récentes comme par exemple celles de Jorgenson et Kuong (2005), de l'OCDE (2003), Timmer, Ypma et van Ark (2003) ou de Van Ark et Piatkowski (2004), dont les résultats sont résumés dans le tableau 10. Concernant la France, ils sont cohérents avec nos précédentes évaluations (Cette, Mairesse et Kocoglu, 2005b). Concernant le Royaume-Uni, ils ne sont pas directement comparables aux récentes évaluations de Oulton et Srinivasan (2005) qui portent sur l'économie marchande, mais si leur profil paraît proche, les niveaux de la contribution des TIC paraissent plus faibles. En effet, selon ces auteurs, l'intensification des techniques de production en TIC aurait contribué à la croissance annuelle moyenne de la productivité horaire du travail pour 0,7 point sur la période 1979-1990 et pour 1 point sur la période 1990-2000. Concernant les États-Unis, ils sont également très proches de ceux de Jorgenson, Ho et Stiroh (2006, 2008) ou de Oliner, Sichel et Stiroh (2007) présentés dans le tableau 11. Enfin pour le Japon, nos estimations sont cohérentes avec celles de Jorgenson et Kuong (2005) et de Jorgenson et Motohashi (2005) pour la décennie 1990 mais révèlent un ralentissement plus marqué de la contribution du capital TIC à la croissance de la productivité sur la période 2000-2006.

**Tableau 10 : Contribution annuelle moyenne des TIC à la croissance du PIB ou de la productivité du travail
Résultats de quelques comparaisons internationales récentes**

Champ: Ensemble de l'économie — En %

	Jorgenson and Kuong (2005)*			OECD (2003)*		Van Ark and Piatkowski (2004)**	Van Ark, O'Mahony and Timmer (2008)
	1989-1995	1995-2000	2000-2004	1990-1995	1995-2001	1995-2001	1995-2004
France	0,2	0,4	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5
Japon	0,3	0,8	0,6	0,3	0,6	na	na
Royaume-Uni	0,3	0,8	0,3	0,3	0,6	0,6	1,0
États-Unis	0,5	1,0	0,6	0,5	0,9	0,7	0,8

* Contribution à la croissance du PIB.

** Contribution à la croissance de la productivité par emploi.

Tableau 11 : Évolutions de la productivité du travail (en %) et contributions (en points)

Aux États-Unis	Oliner Sichel et Stiroh (2007)*				Jorgenson, Ho et Stiroh (2008)**			
	1973-1995	1995-2000	2000-2006	1959-2006	1959-1973	1973-1995	1995-2000	2000-2006
Productivité horaire	1,47	2,51	2,86	2,14	2,82	1,49	2,70	2,50
Intensité capitalistique par heure	0,76	1,11	0,85	1,14	1,40	0,85	1,51	1,26
<i>Capital hors TIC par heure</i>	0,30	0,02	0,24	0,70	1,19	0,45	0,49	0,69
<i>Capital TIC par heure</i>	0,46	1,09	0,61	0,43	0,21	0,40	1,01	0,58
PGF	0,71	1,40	2,01	0,75	1,14	0,39	1,00	0,92

* Économie marchande non-agricole.

** Economie marchande.

Comme nous l'avons souligné, les comptes nationaux font face à de nombreux problèmes méthodologiques dans l'évaluation des dépenses d'investissement en produits TIC et dans le partage volume-prix de ces dépenses. Cependant, à mesure que les comptabilités nationales suivent les recommandations de la Task Force OCDE-Eurostat sur les logiciels, les estimations sont de plus en plus homogènes. Par exemple, la part des investissements en logiciels dans l'ensemble des investissements en TIC est très proche dans les quatre pays (comprise en 50 % et 60 %) alors qu'avec les données antérieures cette part était deux fois plus importante aux États-Unis qu'en France en raison de règles différentes dans le partage des dépenses en produits TIC entre les consommations intermédiaires et la FBCF (Cette, Mairesse et Kocoglu, 2000, 2002a). Malgré ces récentes avancées méthodologiques, qui rendent plus robustes les comparaisons internationales de la contribution des TIC à la croissance de la productivité, il reste encore des progrès à réaliser notamment sur la comptabilisation des dépenses en logiciels pour compte propre et sur la mesure des effets qualitatifs.

■ Conclusion

Les résultats de notre étude, bien qu'extrêmement agrégés et globaux, sont néanmoins déjà fort riches et difficiles à synthétiser. Les traits qui apparaissent les plus saillants, sinon les plus originaux, sont les suivants.

La croissance économique et les progrès de productivité sont au total considérables au cours des cent-vingt dernières années dans les quatre pays, avec après la Seconde Guerre mondiale un rattrapage remarquable des États-Unis par la France, un retour à des performances assez peu éloignées de celles des États-Unis pour le Royaume-Uni, après une longue période de fort recul, et un rattrapage rapide du Japon qui s'arrête cependant dans les années 1990.

La situation actuelle se traduit par (i) un niveau de productivité globale des facteurs très proche dans les quatre pays ; (ii) une productivité du travail horaire légèrement supérieure en France mais assez nettement inférieure au Royaume-Uni et au Japon en comparaison à celle des États-Unis ; enfin (iii) une productivité par travailleur faiblement inférieure en France mais plus fortement au Royaume-Uni et encore plus au Japon par rapport aux États-Unis. Ces niveaux de performances correspondent à des évolutions plus ou moins fortement contrastées suivant les différentes sous-périodes de l'analyse, liées à des contributions variables de l'intensification du capital, ainsi que de la baisse tendancielle de la durée du travail.

De 1890 à 2006, la baisse plus rapide de la durée du travail explique ainsi 25 % environ du différentiel de productivité par travailleur de la France et des États-Unis, et à peine 5 % de celui du Royaume-Uni et des États-Unis. De la même façon, sur cette même période, la moindre intensification du capital rend compte de 15 % du différentiel de productivité par travailleur de la France et des États-Unis, et de presque 25 % de celui du Royaume-Uni et des États-Unis. Les autres facteurs de croissance recouverts par le terme de « productivité globale des facteurs » jouent

quant à eux pour 100 % du rattrapage par la France du niveau de productivité du travail des États-Unis, et pour 40 % du recul de la productivité du travail au Royaume-Uni relativement aux États-Unis. Ces autres facteurs de croissance (« à baisse de la durée du travail et intensification du capital égales ») rendraient ainsi compte d'un quasi-triplement de la productivité du travail en France par rapport au Royaume-Uni, soit un écart de croissance moyen (sur 116 ans) de 1,0 % par an.

Il ressort enfin de ce travail que le processus de rattrapage en termes de productivité n'est pas un processus homogène, son rythme diffère selon le pays et les sous-périodes et il peut reposer soit sur une plus forte intensité capitaliste (Japon) ou des progrès de performances globales rapides (France). Le processus de rattrapage des États-Unis par les trois autres pays en œuvre après la Seconde Guerre mondiale a connu un arrêt depuis le milieu des années 1990. Ce diagnostic soulève trois questions importantes : (i) Pourquoi certains pays (et pas d'autres) bénéficient du processus de rattrapage de productivité du pays leader ? (ii) Quels sont les déterminants de la vitesse de rattrapage lorsqu'il a lieu ? (iii) Pourquoi ce processus de rattrapage est complet pour certains pays alors qu'il s'arrête avant pour d'autres ? Une littérature abondante (pour une revue voir Cette et Lopez, 2008) suggèrent que ces différences peuvent s'expliquer par le niveau d'éducation de la population en âge de travailler et par des aspects plus institutionnels liés notamment aux rigidités sur les marchés des biens et services, du travail et les marchés financiers. Cependant, l'importance de chacun des ces déterminants n'est pas encore précisément quantifiée.

Références bibliographiques

- Van Ark B. et M. Piatkowski, 2004, « Productivity, Innovation and ICT in Old and New Europe », *Research Memorandum GD-69*, Groningen Growth and Development Centre, mars.
- Van Ark B., E. Frankema et H. Duteweerd, 2004, « Productivity and Employment Growth: An Empirical Review of Long and Medium Run Evidence », *Research Memorandum GD-71*, Groningen Growth and Development Centre, mai.
- Van Ark B., M. O'Mahony et M. Timmer, 2008, « The Productivity Gap between Europe and the United States: Trends and Causes », *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 22, n° 1, hiver.
- Banque du Japon, 1966, « Hundred Year Statistics of the Japanese Economy », *Statistics Department*, Table: p. 27.
- Bourlès R. et G. Cette, 2005, « A comparison of Structural Productivity Levels in the Major Industrialised Countries », *OECD Economic Studies*, n° 41.
- Bourlès R. et G. Cette, 2007, « Trends in 'structural' productivity levels in the major industrialized countries », *Economics Letters*, 95.

- Cahn C. et A. Saint-Guilhem, 2006, *Potential Output Growth in Several Industrialised Countries: a Comparison*, Mimeo, avril.
- Carré J. J., P. Dubois et E. Malinvaud, 1972, *La croissance française*, Paris, Seuil, 1972.
- Card D. et R. B. Freeman, 2002, « What have two decades of British Economic Reform Delivered? », *NBER Working Paper*, n° 8801.
- Cette G., 2004, « Diagnostic macroéconomique et lecture historique », dans P. Artus et G. Cette *Productivité et croissance*, Rapport du CAE 2004, n° 48.
- Cette G., 2007, *Productivité et croissance en Europe et aux États-Unis*, La découverte Collection Repères.
- Cette G. et J. Lopez, 2008, « What Explains the ICT Diffusion Gap Between the Major Industrialized Countries: An Empirical Analysis? », *International Productivity Monitor*, n° 17.
- Cette G., J. Mairesse et Y. Kocoglu, 2000, « La mesure de l'investissement en technologies de l'information et de la communication : quelques considérations méthodologiques », *Économie et Statistique*, 9/10, n° 339-340.
- Cette G., J. Mairesse et Y. Kocoglu, 2002a, « Croissance économique et diffusion des TIC : le cas de la France sur longue période (1980-2000) », *Revue Française d'Économie*, Vol. XVI, n° 3, janvier.
- Cette G., J. Mairesse et Y. Kocoglu, 2002b, « Diffusion of ICTs and Growth of the French Economy over the Long-term, 1980-2000 », *International Productivity Monitor*, n° 4, printemps.
- Cette G., J. Mairesse et Y. Kocoglu, 2005a, « Effets de la diffusion des TIC sur la croissance potentielle et observée », *L'Actualité économique, Revue d'analyse économique*, Vol. 81, n° 1-2, mars-juin.
- Cette G., J. Mairesse et Y. Kocoglu, 2005b, « Un siècle de productivité en France », *Bulletin de la Banque de France*, n° 139, juillet.
- Chesson A. et G. Chamberlin, 2006, « Survey-based measures of software investment in the UK », *Economic Trends*, n° 627, p. 61-72, février.
- Colecchia A. et P. Schreyer, 2001, « ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? », *OECD, DSTI/DOC(2001)7*, 25 octobre.
- Crafts N., 2004a, « Steam as a General Purpose Technology: A Growth Accounting Perspective », *The Economic Journal*, Vol. 114, avril.
- Crafts N., 2004b, « Fifty Years of Economic Growth in Western Europe », *World Economics*, Vol. 5, n° 2, avril-juin.
- Crafts N., 2004c, « The World Economy In The 1990s: A Long Run Perspective », London: London School of Economics, *Department of Economic History Working Paper*, 87/04, décembre.
- Dubois P., 1985, « Rupture de croissance et progrès technique », *Économie et Statistique*, n° 181, p. 3-31.
- Feinstein C., 1976, *Statistical Tables of National Income, Expenditure and Output of the UK, 1855-1965*.
- Ferguson R. W. et W. L. Washer, 2004, « Distinguished Lecture on Economics in Government: Lesson from Past Productivity Booms », *Journal of Economic Perspective*, Vol. 18, n° 2, printemps.

- Gordon R., 1999, « US Economic Growth since 1970: One Big Wave? », *The American Economic Review*, Vol. 89, n° 2, p.123-128.
- Gordon R., 2003, « Deux siècles de croissance économique: l'Europe à la poursuite des États-Unis », *Revue de l'OFCE*, n° 84.
- Gordon R., 2005, « Pourquoi, pendant que la locomotive de la productivité se mettait en branle aux États-Unis, l'Europe est elle restée en gare ? », *L'Actualité économique, Revue d'analyse économique*, Vol. 81, n° 1-2, mars-juin.
- Griliches Z., 1996, « The discovery of the Residual: A Historical Note », *The Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIV, p. 1324-1330.
- Jorgenson D. W., M. S. Ho et K. J. Stiroh, 2006, « Potential Growth of the US Economy: Will the Productivity Resurgence Continue? », *Business Economy*, janvier.
- Jorgenson D. W., M. S. Ho et K. J. Stiroh, 2008, « A Retrospective Look at the U.S. Productivity Growth Resurgence », *Journal of Economic Perspective*, Vol. 22, n° 1, hiver.
- Jorgenson D. W. et K. Motohashi, 2005, « Information Technology and the Japanese Economy », *Journal of the Japanese and International Economies*, Vol. 19, n° 4, p. 460-481, décembre.
- Jorgenson D. W. et V. Kuong, 2005, « Information Technology and the World Economy », *Scandinavian Journal of Economics*, Vol. 107, n° 4, décembre.
- Kocoglu Y., 2001, « La productivité du capital productif fixe sur longue période : une analyse empirique sur la France », *Histoire Économie et Société*, n° 1, p. 65-85.
- Lévy-Leboyer M., 1978, « Capital investment and Economic Growth in France, 1820-1913 », in *The Cambridge History of Europe*, chapitre V, p. 231-295.
- Maddison A., 1993, *Standardised Estimates of Fixed Capital Stock: A Six Country Comparison*, *Innovazione e Materie Prime 1993, Essays on Innovation, Natural Resources and International Economy*.
- Maddison A., 1994, *Dynamic Forces in Capitalist Development*, Oxford: Oxford University Press.
- Maddison A., 2001, *L'économie mondiale : une perspective millénaire*, Paris, OCDE.
- Maddison A., 2003, *L'économie mondiale : Statistiques historiques*, Paris, OCDE.
- Maddison A., 2007, *Contours of the World Economy, 1-2030 AD*, Oxford, Oxford University Press.
- Mairesse J., G. Cette et Y. Kocoglu, 2000, « Les Technologies de l'information et de la communication en France: diffusion et contribution à la croissance », *Économie et Statistique*, 9/10, n° 339-340.
- Maury T. et B. Pluyaud, 2004, « Les ruptures de tendance de la productivité par employé de quelques grands pays industrialisés », *Bulletin de la Banque de France*, n° 121, janvier.
- Mitchell B., 1998, *The Americas, 1750-1993*, *International Historical Statistics*, Stockton Press 1998; 4^e Ed.
- Mitchell B., 1998, *Europe, 1750-1993*, *International Historical Statistics*, Stockton Press 1998; 4^e Ed.
- OCDE, 2003, *ICT and Economic Growth: Evidence from OECD Countries, Industries and Firms*, Paris.
- Oliner S., D. Sichel et K. J. Stiroh, 2007, « Explaining a Productive Decade », *Brookings Papers on Economic Activity*, 1:2007.

- Oulton N. et S. Srinivasan, 2005, « Productivity Growth in UK Industries, 1970-2000: Structural Change and the Role of ICT », *Bank of England Working Paper*, n° 259.
- Solow R., 1956, « A contribution to the Theory of Growth », *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 70, p. 65-94.
- Solow R., 1957, « Technical Change and Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, p. 312-320.
- Timmer M. P., G. Ypma et B. van Ark, 2003, « IT in the European Union: Driving Productivity Divergence? », *Research Memorandum GD-67*, Groningen Growth and Development Centre, octobre.
- Villa P., 1994, « Un siècle de données macroéconomiques », *Insee-Résultats*, Série Économie générale, n° 86-87.