

# Le paradoxe du ralentissement du progrès technique \*

**Hélène Baudchon**

*Département des diagnostics de l'OFCE*

*Depuis 1973, le rythme de croissance des pays industrialisés a fortement ralenti. Ce changement de rythme et sa datation, sont plus constatés qu'expliqués. Tout se passe comme si la croissance potentielle avait ralenti, sans que l'évolution des facteurs de production ne permette d'en rendre compte. On est donc conduit à supposer qu'il y a eu une rupture dans le rythme du progrès technique. Il s'agit là d'un paradoxe car, d'une part, cette rupture reste inexpliquée, tandis que, d'autre part, on ne peut occulter l'importance du courant d'innovations qui a marqué le dernier quart de siècle. Mais les innovations majeures ne se diffusent que lentement dans les processus de production et dans les modes de vie. On doit donc admettre que, avec les méthodes dont on dispose, on n'a pas encore le recul suffisant pour savoir s'il y a eu une rupture exogène du rythme de progrès technique impliquant des gains de productivité durablement plus faibles ou s'il s'agit d'une évolution endogène progressive caractéristique d'un système économique en phase de maturation.*

Selon l'OCDE (tableau 1), les gains annuels de productivité ont reculé en moyenne de 2,5 à 3 points pour la productivité du travail et de 2 points pour la productivité totale des facteurs (Englander et Gurney, 1994). Avec une ampleur variable, ce recul est observé dans tous les pays, y compris aux Etats-Unis, pays particulièrement significatif puisqu'il occupe encore la première place pour le niveau de la productivité. Au sein des grands pays, les gains de productivité n'ont pas beaucoup varié au cours des années quatre-vingt ; ils ont encore légèrement fléchi en Allemagne et en Italie, et se sont un peu redressés aux Etats-Unis et au Royaume-Uni. Il faut souligner que, compte tenu de la fragilité des

---

\* Cet article s'appuie sur les travaux réalisés par Hélène Baudchon, Philippine Cour, Henri Delessy, Hervé Le Bihan, Olivier Passet, Christine Riffart et Henri Sterdyniak pour le rapport destiné au Bureau international du travail : « Croissance potentielle et emploi ».

1. Le taux de croissance potentielle se définit comme le taux de croissance de la production potentielle, la production potentielle étant le niveau maximal de production durablement soutenable, sans tensions dans l'économie, et plus précisément sans accélération de l'inflation. Se référer à l'article de Passet, Riffart et Sterdyniak dans ce même numéro.

estimations de la productivité tendancielle, une inflexion des gains annuels de productivité inférieure ou égale à 0,5 point ne peut guère être considérée comme significative<sup>2</sup>. L'ampleur et la nature (rupture ou inflexion progressive) du ralentissement de la productivité du travail et totale dans les années soixante-dix font l'objet de multiples appréciations. De même, les interprétations économiques sont diverses. C'est l'objet de cet article que de mettre en avant les ambiguïtés relatives à cette problématique. Nous nous efforçons dans une première partie de faire un constat objectif en nous appuyant sur les problèmes de mesure que soulève la définition de la productivité globale des facteurs. La deuxième partie présente les différentes explications du ralentissement du progrès technique. Elles cherchent à quantifier ce ralentissement à partir d'estimations de la productivité du travail ou de la productivité globale. Ce qui les différencie, ce sont les variables explicatives retenues et la méthode de formalisation du progrès technique en tant que composante exogène ou endogène à la fonction de production. Néanmoins, quel que soit le degré de complexité, aucune n'aboutit à une interprétation robuste du ralentissement du progrès technique. Cette absence d'explication consensuelle du phénomène amène à le considérer comme une rupture exogène, ce qui n'est guère satisfaisant.

## Mesure de la productivité globale des facteurs

La productivité globale des facteurs (PGF) correspond à ce que les facteurs travail et capital n'expliquent pas. Elle est souvent assimilée au progrès technique, bien qu'il serait plus précis de considérer que le progrès technique est un déterminant de cette PGF. La PGF incorpore en fait tout ce qui permet d'améliorer la combinaison productive travail/capital, c'est-à-dire le progrès technique au sens étroit (l'innovation), les économies d'échelle, les économies externes, les améliorations de l'offre de travail, une meilleure gestion, l'amélioration de l'offre de produits<sup>3</sup>. Les théories de la croissance interprètent la PGF non seulement comme un résidu comptable, mais comme un facteur de production (le progrès technique) dont les déterminants sont à élucider. On peut définir une fonction de production  $Y_t = F(A_t, K_t, L_t)$ , où le progrès technique  $A_t$  intervient conjointement au facteur travail  $L_t$  et capital  $K_t$ , pour déterminer le niveau de production  $Y_t$ . Dans les modèles néoclassiques de croissance, le terme  $A_t$  est un progrès technique exogène, dont la croissance est exponentielle, et ne dépend pas du niveau des autres facteurs de production. Si la fonction de production est de type Cobb-Douglas  $Y_t =$

---

2. Ainsi, la nouvelle méthode de calcul du PIB (indice de volume à pondérations glissantes et non plus fixes), introduite en 1995 par les comptes nationaux américains conduit à réviser la croissance économique annuelle aux Etats-Unis de 0,4 % à la baisse de 1991 à 1994, et de 0,3 % à la hausse de 1975 à 1986...

3. Abramovitz (1962) parle de « l'effet des progrès « sans coût » en technologie appliquée, en efficacité de gestion et en organisation industrielle ».

$A_t K_t^\alpha L_t^{(1-\alpha)}$ , comme on le suppose généralement dans la littérature, les facteurs de production sont parfaitement substituables, rémunérés à leur productivité marginale, et les rendements d'échelle sont constants. La PGF s'exprime (en logarithme) comme une somme pondérée des productivités moyennes du capital et du travail <sup>4</sup> :  $\text{Log } A_t = \alpha \text{log}(Y_t/K_t) + (1-\alpha)\text{log}(Y_t/L_t)$ . D'autres approches théoriques de la croissance mettent en cause le caractère exogène du terme  $A_t$  : le progrès technique peut être incorporé <sup>5</sup>. Par ailleurs, la forme de la fonction de production ne va pas de soi et est largement controversée. Dans l'annexe 1, nous mettons en évidence la fragilité des hypothèses sur lesquelles reposent la construction d'une fonction de type Cobb-Douglas.

## **Panorama et diagnostics**

La période comprise entre le milieu des années 50 et le début des années 70 a été marquée dans tous les pays de l'OCDE par une croissance remarquablement rapide. A la fin des années 50, les Etats-Unis se détachaient nettement des autres grands pays de l'OCDE en termes de niveau de productivité du travail et ce quel que soit le secteur ou la branche. Royaume-Uni, Allemagne et France composaient le peloton suivant, leurs niveaux de productivité se situant à peu près à la moitié de celui des Etats-Unis. Le Japon et l'Italie venaient loin derrière. Selon la logique de la convergence, on a pu observer une forte corrélation négative entre le niveau initial et le taux de croissance de la productivité. Bien que les progrès de la productivité aient commencé à se ralentir dans certains pays avant cette date, 1973 marque une rupture de tendance. La croissance de la productivité du travail décélère de manière persistante et généralisée à tous les secteurs.

Les Etats-Unis connaissent depuis le milieu des années soixante une croissance de leur produit par tête beaucoup plus faible que les quatre autres pays du G5, la croissance s'y faisant avec davantage de créations d'emplois. Les gains de productivité sont demeurés stables de 1966 à 1982 <sup>6</sup>. Depuis, un redressement s'est amorcé mais le rythme reste inférieur à celui des autres pays. A l'opposé, la forte progression de la productivité du travail au Japon peut être reliée au faible niveau relatif de son produit par tête en début de période. Mais dès le premier choc pétrolier, la performance nippone se rapproche de la norme européenne.

---

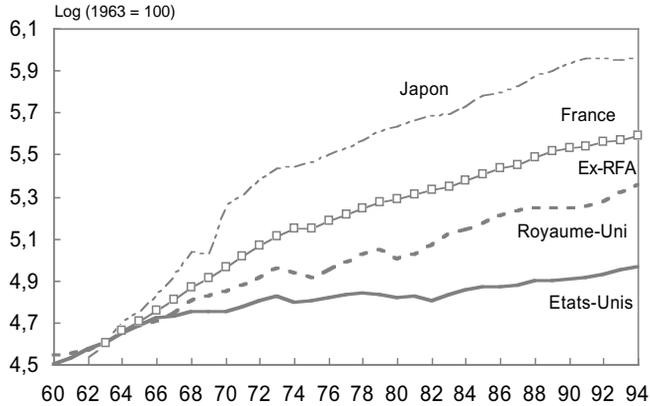
4. Avec une telle fonction, les productivités marginales sont proportionnelles aux productivités moyennes et la part des salaires et des profits dans la valeur ajoutée est respectivement de  $(1-\alpha)$  et  $\alpha$ .

5. D'une part, la formation, l'accumulation de connaissances, l'augmentation de la durée de scolarisation sont autant de facteurs contribuant à améliorer la qualité et l'efficacité du facteur travail (compte tenu des techniques de production modernes). D'autre part, les investissements les plus récents sont le reflet de la diffusion des innovations technologiques, alors que l'amélioration des méthodes de production optimise le stock de capital déjà installé.

6. En lieu et place de cette stabilité, les nouveaux chiffres de comptabilité nationale font apparaître une augmentation des gains de productivité entre 1966 et 1982, ces gains restant inférieurs à ceux constatés dans la première moitié des années 60.

Sur la période 1963-1994, la France est, parmi les trois pays européens retenus, celui qui a enregistré les plus forts gains de productivité du travail, en même temps qu'une très forte croissance jusqu'au début des années soixante-dix. Un ralentissement est observé à partir de 1974 qui s'accroît après 1990. L'ex-RFA suit à peu près le même cheminement que la France, l'inflexion y étant un peu plus forte et plus tardive (fin des années soixante-dix). Les gains de productivité du travail sont faibles au Royaume-Uni en moyenne sur l'ensemble de la période. Ils s'accroissent néanmoins depuis le début des années quatre-vingt dix du fait de fortes destructions d'emplois (graphique 1 et tableau 1).

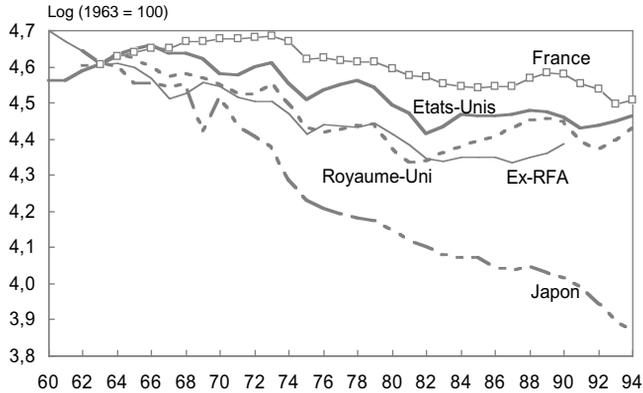
**1. Productivité apparente du travail dans le secteur marchand pour le G5**



Sources : OCDE, calculs OFCE.

La productivité du capital n'est pas stable sur longue période (graphique 2 et tableau 1), mais fluctue autour d'une tendance déclinante du début des années soixante au début des années quatre-vingt (sauf dans le cas des Etats-Unis et de la France où elle augmente en début de période). La moindre augmentation du stock de capital au cours de la décennie passée (à l'exception du Japon), s'est accompagnée d'une

**2. Productivité apparente du capital dans le secteur marchand pour le G5**



Sources : OCDE, calculs OFCE.

1. Evolution de la productivité dans le secteur des entreprises

*Productivité totale des facteurs\**

	Avant 1973**	1974-79	1980-85	1986-90	1986-93
Etats-Unis	1,5(2,3) <sup>(1)</sup>	-0,4(0,2)	0,1(0,4)	0,3(0,6)	0,6(0,6)
Japon	4,6	0,9	1,4	1,8	0,8
Allemagne	2,5	1,7	0,4	1,6	1,0
France	3,8	1,6	1,0	2,0	1,4
Italie	4,1	1,9	0,6	2,0	1,3
Royaume-Uni	2,5	0,5	1,5	1,6	1,5
Canada	2,0	0,8	0,3	-0,1	-0,2
OCDE	2,7	0,5	0,7	1,1	0,8

*Productivité apparente du travail*

	Avant 1973**	1974-79	1980-85	1986-90	1986-93
Etats-Unis	2,1(2,3)	0,0(0,3)	0,7(1,0)	0,5(0,8)	0,9(0,8)
Japon	8,0	2,9	2,8	3,1	2,2
Allemagne	4,4	3,0	1,3	2,1	1,6
France	5,3	2,9	2,2	2,7	2,2
Italie	6,1	2,8	1,3	2,7	2,1
Royaume-Uni	3,6	1,5	2,4	1,7	1,9
Canada	2,8	1,5	1,6	0,7	0,9
OCDE	4,3	1,5	1,6	1,6	1,5

*Productivité apparente du capital*

	Avant 1973**	1974-79	1980-85	1986-90	1986-93
Etats-Unis	0,1(2,2)	-1,3(-0,3)	-1,2(-0,9)	0,0(0,1)	-0,1(0)
Japon	-3,0	-3,5	-1,7	-1,1	-2,1
Allemagne	-1,4	-1,0	-1,6	0,8	-0,1
France	0,9	-1,0	-1,1	0,8	-0,3
Italie	0,4	0,3	-0,7	0,6	-0,2
Royaume-Uni	-0,3	-1,6	-0,5	1,4	0,5
Canada	0,6	-0,5	-2,0	-1,5	-2,1
OCDE	-0,8	-1,8	-1,3	-0,1	-0,7

(1) Les chiffres entre parenthèses correspondent aux résultats obtenus avec la nouvelle comptabilité nationale. Le calcul pour la dernière période est fait sur 1986-1995.

\* Différence entre le taux de croissance de la valeur ajoutée et une moyenne pondérée des taux de croissance de l'emploi et du stock brut de capital. Les différences avec les chiffres du tableau 2 viennent des révisions de données intervenues depuis 1994, particulièrement pour les Etats-Unis dont le calcul des déflateurs est passé d'un indice à pondérations fixes à un indice à pondérations chaînées.

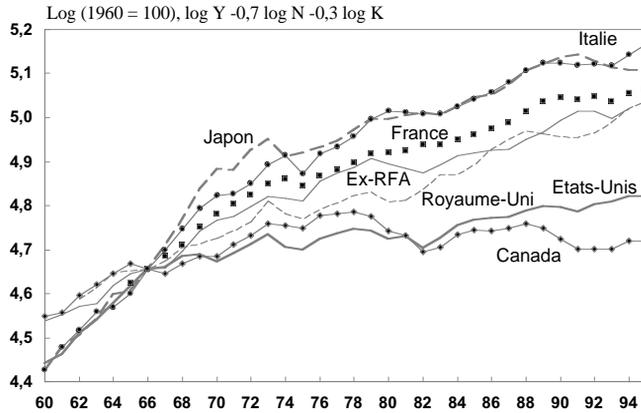
\*\* Les séries commencent en 1961 pour les Etats-Unis, l'Allemagne et l'Italie, en 1962 pour le Royaume-Uni, en 1963 pour le Japon, en 1964 pour la France, en 1967 pour le Canada.

Source : Englander et Gurney (1994)

meilleure efficacité des nouveaux investissements à mesure que ceux-ci devenaient plus onéreux. Le Japon se démarque, surtout à partir du milieu de la décennie quatre-vingt, par une forte dégradation de la productivité apparente du capital. Les symptômes d'une suraccumulation sont particulièrement apparents au cours du dernier cycle, et se soldent par un net recul de la productivité globale au début de la décennie quatre-vingt-dix. L'inertie du stock de capital au regard de la production fait apparaître une composante cyclique très marquée dans tous les pays, en phase avec le taux d'utilisation des capacités de production. Cet effet conjoncturel doit être pris en considération dans l'appréciation de l'inflexion de la tendance, le dernier cycle ayant plus fortement sollicité l'appareil de production que les précédents.

Le ralentissement de la croissance entre la période « avant 1973 » et 1974-1979 s'accompagne dans tous les pays d'un net ralentissement du rythme de croissance de la productivité globale (graphique 3). S'il apparaît que le progrès technique est souvent la composante principale de la croissance, il faut relativiser cette évolution en tenant compte du fait que les agrégats sont mesurés ici sous une forme assez simplifiée <sup>7</sup> (tableau 2). La PGF, en tant que résidu, capte ainsi tout ce que les facteurs de production n'expliquent pas sans pour autant que l'on puisse l'assimiler entièrement au progrès technique.

3. Productivité globale des facteurs pour le G5



Sources : OCDE, calculs OFCE.

Des évolutions par pays, on retiendra que :

- Le facteur travail croît en moyenne toujours plus vite que la PGF aux Etats-Unis, sauf entre « avant 1973 » et 1974-79.
- Au Japon, la forte décélération de la PGF entre « avant 1973 » et 1974-79 est accompagnée par un net ralentissement du rythme de croissance du facteur capital qui se poursuit entre 1974-79 et 1980-86. Le profil de croissance est caractérisé par des accélérations et des décélé-

7. Le facteur travail correspond à l'emploi total et le facteur capital au stock brut de capital privé non résidentiel.

**2. Evolution des contributions des composantes de la croissance \***

En % par an

*Etats-Unis <sup>(1)</sup> (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,68\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	4,3	2,9	2,4	2,9	1,9
facteur travail	1,4	1,7	0,9	1,4	0,7
facteur capital	0,7	1,0	1,1	0,9	0,7
PGF	2,3	0,2	0,4	0,6	0,5

*Japon (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,69\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	9,4	3,5	3,3	4,6	1,3
facteur travail	0,9	0,5	0,7	1,0	0,5
facteur capital	4,4	2,3	1,8	1,8	1,5
PGF	4,2	0,8	0,9	1,8	-0,6

*Ex-RFA <sup>(2)</sup> (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,67\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	4,4	2,4	1,1	3,4	1,7
facteur travail	0,2	-0,2	0	1,0	0
facteur capital	2,2	1,1	0,9	0,9	1 <sup>(3)</sup>
PGF	2,2	1,5	0,2	1,5	0,7 <sup>(3)</sup>

*France (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,65\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	5,2	2,8	1,5	3,2	1,1
facteur travail	0,5	0,3	-0,1	0,6	-0,1
facteur capital	1,8	1,4	0,9	1,0	0,8
PGF	2,9	1,1	0,8	1,7	0,4

*Italie (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,64\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	5,3	3,7	1,9	3,0	1,2
facteur travail	-0,3	0,7	0,1	0,2	-0,6
facteur capital	1,9	1,3	1,0	1,1	0,9
PGF	3,7	1,8	0,8	1,7	0,9

*Royaume-Uni (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,69\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	3,4	1,5	1,3	3,3	1,2
facteur travail	0,1	0,2	-0,4	1,3	-0,7
facteur capital	1,2	0,9	0,7	0,7	0,3
PGF	2,1	0,4	1,0	1,3	1,7

*Canada (part du travail dans la valeur ajoutée : 0,63\*\*)*

	Avant 1973*	1974-79	1980-85	1986-90	1991-95
PIB	5,5	4,2	2,7	2,9	1,6
facteur travail	2,1	1,9	0,9	1,5	0,3
facteur capital	1,8	2,1	2,2	1,9	1,4
PGF	1,7	0,3	-0,5	-0,4	-0,1

(1) Les données américaines sont celles de la nouvelle comptabilité nationale. (2) On a choisi de présenter des données concernant l'ex-RFA dans un souci d'homogénéité des séries sur toute la période étudiée dans ces tableaux. (3) 1991-1994.

\* Les séries commencent en 1961 pour les Etats-Unis, le Japon, l'ex-RFA, l'Italie et le Canada, 1966 pour la France et 1963 pour le Royaume-Uni. \*\*Les pondérations et le découpage des périodes retenus ici sont ceux utilisés par Englander et Gurney (1994). Le découpage est critiquable pour deux raisons : les ruptures de tendance ne sont en fait pas identiques à tous les pays, et les périodes ne correspondent pas à des cycles recensés. De plus, malgré les défauts inhérents à une fonction de type Cobb-Douglas (voir annexe 1), on a privilégié dans ce tableau l'aspect didactique d'une telle décomposition.

Sources : OCDE, calculs OFCE.

rations plus marquées qu'aux Etats-Unis et le rôle tenu par la PGF et le facteur capital dans ces mouvements reflètent un processus de rattrapage vécu en accéléré et une suraccumulation de capital.

— En ex-RFA, le phénomène conjoint du ralentissement de la PGF et de la croissance du PIB apparaît décalé dans le temps par rapport aux autres pays. La rupture de progrès technique se situant plutôt vers la fin des années 70.

— En France, on retrouve le schéma d'un ralentissement net de la croissance du PIB et de la PGF après le premier choc pétrolier. Après le contre-choc pétrolier, les fluctuations du facteur capital semblent amorties par rapport à celles du facteur travail. Ceci peut révéler une plus grande sensibilité de l'emploi au cycle.

— Le progrès technique en Italie reste un moteur de la croissance très important (par rapport, notamment, au cas américain) donnant l'image d'un pays encore en plein rattrapage mais contraint par les interactions avec ses partenaires européens.

— Le Royaume-Uni se distingue par une accélération continue du rythme de progression de la PGF après le second choc pétrolier. Après le contre-choc, la croissance retrouve un rythme similaire à celui des années soixante, mais le PGF progresse nettement moins vite<sup>8</sup>.

— Le Canada est le seul pays anglo-saxon à subir, après le second choc pétrolier, une seconde rupture de croissance et de progrès technique. A partir du début des années 80, la croissance du facteur capital est la plus forte des pays du G7 alors que la progression de la PGF devient négative, ce qui persiste jusqu'à aujourd'hui mais dans une ampleur moindre. Dans ce contexte, le rebond lié au contre-choc reste limité, mais la croissance moyenne du début des années 90 est la plus élevée après celle des Etats-Unis.

## Controverses statistiques sur le ralentissement de la productivité

La difficulté de mesurer la productivité à l'échelle macroéconomique pourrait engendrer des doutes sur la réalité de son ralentissement au cours des années soixante-dix. En effet, la productivité est généralement évaluée comme un facteur résiduel de la croissance, en « retranchant » à la production la quantité du ou des facteurs utilisés pour l'obtenir. Cette productivité apparente est donc très sensible à la mesure de la production et des facteurs. Le travail de Dubois (1985) pour la France illustre bien cette sensibilité<sup>9</sup>. Il parvient, en incluant dans sa fonction de production toute une série de corrections qualitatives sur les facteurs de production, à limiter la contribution du progrès technique à la croissance (tableau 3).

---

8. Mais la croissance était faible de 1950 à 1973.

9. Ces travaux correspondent en fait à une actualisation de l'ouvrage de Carré, Dubois, Malinvaud (1972). Ils s'inspirent de ceux réalisés par Denison.

### 3. Contributions à la croissance française

En % par an

	1963-1969	1969-1973	1973-1979	1979-1984
PIB marchand	5,70	5,90	3,20	1,10
Emploi	0,30	0,50	—	-0,60
Durée du travail	-0,35	-0,70	-0,70	-0,90
Qualité de la main d'oeuvre	0,25	0,45	0,65	0,75
Migrations agricoles	0,50	0,50	0,40	0,10
Volume du capital	1,60	1,85	1,45	1,10
Durée d'utilisation du capital	-0,10	-0,20	-0,30	-0,40
Age du capital	0,30	0,30	—	—
Taux d'utilisation des facteurs	0,15	0,15	-0,60	-0,65
Effet d'offre des chocs pétroliers	—	—	-0,20	-0,30
Total	2,65	2,85	0,70	-0,90
Progrès technique	3,05	3,05	2,50	2,00

Source : Dubois (1985).

Non seulement la part croissante de la production immatérielle (services) rend de plus en plus fragile l'évaluation du PIB, mais aussi la mesure imparfaite des effets-qualité (pour les équipements informatiques notamment) biaise les estimations de toutes les variables concernées. On connaît, par ailleurs, la difficulté à évaluer le stock de capital. Ainsi, il est probable que la croissance de la productivité, telle qu'elle est mesurée, sous-estime l'augmentation de valeur obtenue par heure de travail dans les branches où le progrès technique a sensiblement élargi la gamme des biens produits et amélioré leurs performances. Enfin, pour calculer une productivité potentielle ou tendancielle, il faut corriger la productivité apparente des fluctuations cycliques du degré d'utilisation des facteurs travail et capital, ce qui n'est pas aisé. Cependant, les diverses tentatives de correction de ces biais ne conduisent pas, sauf peut-être dans le cas des Etats-Unis, à mettre en doute le ralentissement de la productivité du travail ou de l'ensemble des facteurs, mais plutôt à en réduire l'ampleur ou à atténuer les apparentes ruptures.

#### *Prendre en compte l'intensité d'utilisation du capital et du travail atténuée les ruptures observées sur le progrès technique*

Selon Péléraux (1994), les ruptures observées sur la croissance de la productivité apparente des facteurs dans l'industrie française sont imputables aux délais d'ajustement de l'emploi et du stock de capital et à l'inertie de la combinaison productive après les chocs pétroliers. Le ralentissement du progrès technique serait quant à lui d'une grande régularité. Cette conclusion est obtenue en corrigeant le volume d'heures effectivement travaillées par un taux d'utilisation de la main-d'oeuvre <sup>10</sup>

10. Calculé à partir des marges de capacité de production sans embauche de l'enquête de conjoncture dans l'industrie.

afin d'obtenir un indicateur du volume d'heures de travail « efficaces ». Après correction, les gains de productivité du travail ont un profil moins heurté et diminuent assez régulièrement, de 6 % dans les années soixante à 5 % à la fin des années soixante-dix, puis 4 % dans les années quatre-vingt et 3 % depuis le début des années quatre-vingt-dix. De même, pour une baisse de 1,4 point de la croissance de la productivité apparente des facteurs en France entre 1969-73 et 1973-79, Dubois (1985) estime à un peu plus d'un point la part de cette baisse due à la réduction de la durée et du taux d'utilisation des facteurs de production. Le progrès technique étant pour partie incorporé aux équipements, l'arrêt du rajeunissement des équipements contribuerait aussi pour près d'un demi-point, et il ne serait plus nécessaire d'évoquer un ralentissement du rythme du progrès technique. En revanche, après 1979, ces deux facteurs ne suffisent plus à expliquer le ralentissement de la productivité et un affaiblissement du progrès technique peut être présumé.

### *L'effet-qualité dans la mesure du travail : une opposition France-Etats-Unis*

Comme le souligne Dubois (1985), dans les calculs habituels de productivité, les heures de travail sont supposées homogènes et agrégées sans distinction de qualification. Or, la variation de la qualification moyenne des travailleurs est un facteur de croissance. Dubois tente de la mesurer en attribuant aux actifs des productivités variables selon le niveau d'instruction, l'âge et le sexe<sup>11</sup>. Pour la France, la prise en compte de cet effet qualité accroît la rupture sur la croissance de la productivité apparente du travail entre 1951-73 et 1973-79, et entre 1973-79 et 1979-84. Le ralentissement des gains de productivité du travail n'est donc pas lié à une quelconque dégradation de la « qualité » de la main-d'œuvre<sup>12</sup>. En revanche, pour les Etats-Unis, le même type de corrections « socio-démographiques »<sup>13</sup> ferait disparaître tout déclin séculaire de la productivité du travail, horaire ou par tête (Darby, 1984) : le taux de croissance annuel moyen de la productivité horaire serait de 1,8 % pour 1900-29, 1,8 % pour 1929-65, et de 1,7 % pour 1965-79.

### *Un biais dans la mesure du capital ?*

Dans la quasi-totalité des pays de l'OCDE, la productivité apparente du capital décroît au cours du temps (tableau 1). Cette, Fleurbaey et Szpiro (1990) étudient la baisse de la productivité apparente du capital dans l'industrie manufacturière française et sa sensibilité aux hypothèses statistiques retenues pour mesurer le stock de capital : sur la durée

---

11. Les écarts de productivité selon ces trois critères sont mesurés par les écarts de salaires observés. Ainsi, les femmes sont considérées comme moins productives que les hommes, les jeunes que les adultes, les travailleurs moins instruits que les travailleurs ayant quitté le système scolaire à un âge élevé.

12. Cette dernière a au contraire fortement progressé depuis 1973, en France comme dans la plupart des autres pays de l'OCDE.

13. Selon l'âge, le sexe, le niveau d'instruction mais aussi la nationalité d'origine....

de vie moyenne des équipements et sur le rythme de déclassement. Ainsi, « sous l'hypothèse d'une durée de vie constante, mais plus courte que celle traditionnellement retenue, la baisse de la productivité du capital après 1985 persisterait mais serait d'une ampleur moindre ». Cette (1994) souligne la difficulté d'estimer une loi statistique de mortalité des équipements productifs, qui n'est pas directement observable et qui, dans la réalité, est sensible à la conjoncture par le biais des déclassements. Par ailleurs, il est important de corriger la productivité apparente du capital du taux d'utilisation des capacités de production. On obtient ainsi une productivité potentielle du capital qui présente une évolution à moyen terme plus régulière : la baisse de l'efficacité du capital en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis apparaît plus continue. Enfin, il est souhaitable de tenir compte de la durée d'utilisation des équipements. Dubois (1985), qui calcule une productivité horaire du capital utilisé<sup>14</sup> dans l'industrie manufacturière française, impute principalement la baisse de la productivité potentielle du capital après 1973 à une réduction de la durée d'utilisation des équipements, et non à un progrès technique plus dispendieux en capital.

## **Les réponses pratiques des modèles théoriques**

Certains considèrent le progrès technique comme exogène, comme « une manne tombée du ciel »<sup>15</sup>. Selon Hahn et Matthews (1972), dès lors que « l'abondance de cette manne est une fonction des forces socio-culturelles, il peut être correct de la traiter en variable exogène : on ne le peut plus lorsqu'elle est fonction de l'investissement, du taux de profit ou d'une autre variable économique ». Dans ce cas, on parle de progrès technique endogène, qui est source d'externalités et de rendements d'échelle croissants selon les modèles de croissance endogène. Une extrapolation de cette approche amène à la loi de Kaldor-Verdoon : la croissance de la production devient un facteur explicatif essentiel de l'évolution du taux de croissance de la productivité<sup>16</sup>. Kuznets (1975) va plus loin en analysant la croissance selon un schéma circulaire. L'évolution scientifique et technique entraîne des gains de productivité qui à leur tour favorisent une modification des structures économiques, créant ainsi les conditions d'une croissance forte, elle-même entraînant de nouvelles évolutions scientifiques et techniques.

---

14. C'est-à-dire une productivité du capital corrigée du taux et de la durée d'utilisation des équipements, cette dernière résultant de la durée hebdomadaire du travail et de la fréquence du travail en équipes.

15. Expression de Hahn et Matthews (1972).

16. Le schéma étant le suivant : demande → investissement → augmentation de la productivité.

## Déterminants de la productivité : les approches standards

La problématique classique de ces approches standards repose sur la détermination d'un progrès technique exogène appréhendé comme résidu. Elles cherchent à en réduire au maximum l'importance en intégrant dans les équations de productivités apparentes des variables explicatives telles que l'évolution de l'intensité capitalistique, le niveau d'instruction de la main-d'œuvre, le processus de rattrapage technologique du pays chef de file (Etats-Unis) ou encore la tertiarisation des économies.

### Un réexamen empirique récent des déterminants de la productivité

Englander et Gurney (1994) procèdent à l'analyse économétrique de la croissance de la productivité apparente du travail et de la productivité totale des facteurs <sup>17</sup> dans le secteur des entreprises, pour une vingtaine de pays de l'OCDE, et pour quatre sous-périodes, de 1960 à 1990. Ils testent une large palette de variables explicatives, suggérées par les diverses analyses théoriques de la croissance. Leurs principaux résultats corroborent largement le modèle néo-classique de la croissance :

— la corrélation entre la croissance de la productivité du travail et l'augmentation de l'intensité de capital se révèle robuste et son ampleur est conforme à celle prédite par le modèle néo-classique ;

— les gains de productivité du travail et de l'ensemble des facteurs sont reliés positivement au taux de scolarisation dans le secondaire <sup>18</sup> ;

— l'hypothèse de rendements d'échelle constants est validée ; la croissance du stock de capital ne semble pas « expliquer » la hausse de la productivité totale des facteurs, ce qui tend à infirmer les modèles de croissance endogène fondés sur les effets externes positifs de l'accumulation du capital ;

— la croissance du stock de capital de recherche-développement a une influence assez peu significative, et limitée aux pays du G7 ;

— le facteur de rattrapage, mesuré par l'écart en début de période entre les pays étudiés et les Etats-Unis pour le niveau de la productivité, est généralement un peu en dessous du seuil de significativité ; il en est de même pour l'inflation (qui, en théorie, nuit à la croissance en perturbant l'allocation des ressources productives) ;

— il n'y a aucun effet sur la croissance de la productivité de variables représentant la financiarisation de l'économie, l'intensité ou la croissance des échanges ;

---

17. Calculée selon la méthode habituelle, en pondérant les quantités de facteurs par la part de leur rémunération dans la valeur ajoutée.

18. L'influence de l'éducation peut être surestimée si elle tient plus à un « effet de filtrage » conduisant à l'éviction des travailleurs les moins qualifiés, qu'à un gain direct de productivité. Ce rôle de l'éducation a été estimé par Rauch (1991) pour les Etats-Unis : une année supplémentaire de scolarisation augmenterait de 2,8 % le niveau de la productivité totale des facteurs.

— enfin, une rupture exogène d'environ 2 points est nécessaire pour « rendre compte du » le recul des gains de productivité après 1973 ; en revanche, aucune autre rupture n'est décelable sur la période postérieure à 1973.

Selon ces estimations, les « causes » du ralentissement de la croissance annuelle de la productivité du travail entre la période avant 1973 et la période 1985-90 (de 2,9 points) sont les suivantes, pour la *moyenne* des pays étudiés :

— le ralentissement de l'augmentation de l'intensité capitaliste contribue pour un point environ ;

— la croissance de la population active n'a aucune contribution, car elle est quasiment identique au cours des deux sous-périodes ;

— le facteur « rattrapage » a contribué pour 0,4 point au ralentissement<sup>19</sup> ;

— le ralentissement de la croissance du capital de R&D dans les pays du G7 a une contribution très faible, de 0,1 point ;

— L'inflation est revenue à son niveau des années soixante à la fin des années quatre-vingt et ne contribue donc pas au ralentissement<sup>20</sup> ;

— l'augmentation du taux de scolarisation dans le secondaire a en revanche contribué à relever les gains de productivité de 0,4 point.

Au total l'effet conjugué de ces six variables sur les gains annuels de productivité du travail est de - 1,1 point ; 1,8 point du ralentissement de la croissance de la productivité dans l'OCDE après 1973 reste donc inexpliqué selon cette analyse empirique. Mais, en la matière, les controverses statistiques et économétriques sont nombreuses, comme le montre l'étude du rattrapage technologique.

## **Le facteur rattrapage**

Le rattrapage par rapport aux Etats-Unis est fréquemment évoqué pour expliquer à la fois la vive croissance de la productivité en Europe et au Japon dans les années cinquante et soixante, et son ralentissement dans les années soixante-dix. Le transfert des technologies et des modes d'organisation américains de la production, favorisés par la libéralisation des échanges après-guerre, ont probablement stimulé la croissance. Par la suite, à mesure que le rattrapage s'opère, les gains s'amenuisent. Sur le plan empirique, cette thèse est controversée. Dans l'analyse d'Englander et Gurney, l'épuisement du rattrapage n'a qu'une contribution marginale au ralentissement de la productivité dans l'OCDE. Les estimations d'Englander et Mittelstädt (1988) sur la productivité totale

---

19. L'effet estimé du rattrapage est en moyenne de combler de 1,5 point environ par an les écarts de productivité entre les Etats-Unis et les autres pays.

20. L'effet estimé de 10 points supplémentaires d'inflation est de réduire les gains de productivité de 0,6 point environ ; mais le coefficient de l'inflation est un peu en dessous du seuil de significativité. L'incidence estimée de l'inflation sur la productivité doit être interprétée avec prudence. D'un point de vue structurel, l'inflation conduit à des erreurs dans les prises de décision, à une utilisation improductive du capital et à des distorsions dans l'investissement. L'incidence estimée de l'inflation saisirait également une partie des difficultés d'ajustement des économies rigides.

des facteurs sont plus favorables à cette thèse <sup>21</sup>, de même que celles de Mankiw, Romer et Weil (1992), De Long et Summers (1992), Barro (1991), Levine et Renelt (1992) <sup>22</sup>. Selon Fagerberg (1991) au contraire, moins d'un tiers du ralentissement de la croissance de la productivité, postérieur à 1973, est expliqué par les facteurs qu'il retient dans sa fonction de production <sup>23</sup>, ce qui le conduit à rejeter (un peu vite ?) l'argument de l'écart technologique <sup>24</sup>.

Quoi qu'il en soit, la thèse du rattrapage ne permet pas d'expliquer pourquoi les Etats-Unis souffrent eux aussi, après 1973, d'un ralentissement de leurs gains de productivité. De plus, comme le souligne Dubois (1985), les niveaux ou les rythmes de productivité américains n'ont aucune raison de délimiter une « frontière technologique » qui ne pourrait être franchie : le Japon le prouve d'ailleurs dans certaines activités. Par ailleurs, Baily (1993) et le McKinsey Global Institute (1992), qui ont réalisé des comparaisons internationales de productivité dans plusieurs branches de services, concluent que la productivité dans le secteur des services est plus élevée aux Etats-Unis qu'en Europe et au Japon et que c'est dans ce secteur que se situe encore un important potentiel de rattrapage. Mais ce sont les freins à la concurrence et les contraintes réglementaires, non l'accès à la technologie, qui seraient les principaux responsables du retard de productivité européen et japonais.

## **La transformation sectorielle de la population active**

Deux visions s'opposent quant à la sensibilité de la productivité aux effets de structure sectorielle : celle de Dubois (1985) et de l'OCDE (Englander et Mittelstädt (1988)) qui concluent, probablement à juste titre, que les transferts d'emplois entre branches ont eu assez peu d'effets ; et celle de Maurel (1990) qui insiste sur le rôle du poids croissant dans la valeur ajoutée et l'emploi du secteur tertiaire, dont la productivité est structurellement plus faible et croît moins vite que celle de l'industrie.

Dans le cas de la France, et en décomposant l'emploi selon dix secteurs d'activité, Dubois calcule l'évolution de la productivité du travail qui aurait été observée dans le secteur des entreprises si la structure de l'emploi ne s'était pas déformée. Il conclut que seul le ralentissement des migrations agricoles après 1973 a contribué au recul des gains

---

21. Ils observent cependant que l'effet estimé du rattrapage est plus faible lorsque l'intensité capitalistique est introduite dans la régression, dans la mesure où une partie du rattrapage passe par les nouvelles générations de biens d'équipement, incorporant les technologies les plus avancées.

22. Selon ces études, seule la variable de rattrapage est vraiment significative, bien plus que le capital humain, le taux d'investissement, l'investissement en matériel et la part des dépenses publiques dans le PIB.

23. A savoir la diffusion de la technologie de l'extérieur vers le pays domestique, la croissance de la connaissance domestique et la croissance de la capacité du pays à exploiter la technologie disponible.

24. Les deux tiers restants sont attribués à la faiblesse de la demande, aux restrictions sur le crédit et à un protectionnisme croissant vis-à-vis des pays qui étaient sur la voie du rattrapage.

de productivité du travail en France <sup>25</sup>, mais que l'effet est assez faible (-0,4 point par an). Il rappelle que le ralentissement des progrès de productivité a frappé toutes les branches, à des degrés divers : entre les sous-périodes 1951-73 et 1973-84, le recul des gains de productivité du travail en France est du même ordre de grandeur (entre 1,5 et 2 points) pour l'agriculture, l'industrie manufacturière et les services marchands. Ce deuxième argument est également avancé par Englander et Mittelstädt (1988). Par contre, Maurel (1990) estime importants les effets de structure sectorielle à partir d'une étude économétrique de la stabilité du comportement d'emploi pour l'ensemble du secteur des entreprises. En procédant à des estimations économétriques par sous-périodes « glissantes », elle obtient que la relation, à court terme comme à long terme, entre l'emploi et la valeur ajoutée n'est pas stable entre 1985 et 1989. Notamment, la tendance de productivité révélée par l'économétrie aurait fléchi de 0,5 point chaque année de cette période, ce qui semble énorme. En revanche, la même relation économétrique testée sur des séries d'emploi et de valeur ajoutée recalculées à structure sectorielle constante se révèle quasiment stable, notamment pour la tendance de la productivité. La relation emploi-valeur ajoutée étant également stable dans l'industrie, elle conclut que le fléchissement de la productivité du travail dans le secteur des entreprises résulte d'un effet de structure lié à la tertiarisation de l'économie <sup>26</sup>. Mais on peut fortement douter de la fiabilité de techniques économétriques, même sophistiquées, pour déceler et expliquer sur une période aussi courte que 1985-89 une dérive de la productivité, qui semble d'un ordre de grandeur peu plausible et qui n'a pas été confirmée depuis.

## **Déterminants de la productivité : les approches « hétérodoxes »**

Dans la mesure où les déterminants usuels de la productivité ne parviennent que partiellement à expliquer son ralentissement, des modèles de croissance hétérodoxes ont été développés, prenant en compte d'autres facteurs de production ou traitant différemment les facteurs travail et capital. On retient ici deux grands types d'approches : celle inspirée de Kaldor-Verdoorn et la croissance endogène.

### **Les approches à la Kaldor-Verdoorn**

Boyer et Petit (1991) testent sur un groupe de pays développés et pour l'industrie manufacturière la loi de Verdoorn <sup>27</sup>. De la fin de la guerre au milieu des années soixante-dix, la relation est vérifiée, puis elle perd

---

25. La productivité serait nettement plus faible dans l'agriculture que dans les autres branches marchandes. L'écart se réduit rapidement cependant à mesure que les effectifs employés dans l'agriculture diminuent...

26. Et non du coût relatif du travail et du capital, de la durée du travail ou de l'accumulation du capital.

27. Qui explique une partie des gains de productivité par la croissance de la production.

de sa validité, en raison d'une élasticité moindre de la croissance de la productivité à la croissance de la production et d'une contribution croissante de la composante autonome de progrès technique. La loi de Verdoorn, si elle était restée valide, aurait entraîné un ralentissement des gains de productivité beaucoup plus marqué. Selon Englander et Mittelstädt (1988), c'est le ralentissement de la croissance de la demande après 1973 qui s'est répercuté sur les gains ultérieurs de productivité, conformément aux thèses de Kaldor-Verdoorn, via une réduction des économies d'échelle permises au niveau microéconomique, une moindre innovation technologique ou une moindre diffusion des connaissances techniques. Selon le rapport « Changement technologique et politique économique » (1980), c'est bien la récession inflationniste de 1973-74 qu'il faut incriminer pour expliquer la rupture en 1973. Les pouvoirs publics n'ont pas cherché à freiner délibérément les incitations à l'investissement physique et à la R&D des entreprises ou à ralentir la croissance de la productivité, mais tel a été le résultat des politiques restrictives qui ont alors été appliquées. Les restrictions apportées à la croissance de la demande agissent en effet de plusieurs manières pour freiner la croissance de la productivité. A court terme, dans la mesure où les entreprises hésitent à licencier du personnel ou sont empêchées de le faire, tout ralentissement de la croissance du produit a pour conséquence directe un ralentissement de la croissance de la productivité ou même un déclin. A plus long terme, la sous-utilisation des capacités de production, et les perspectives défavorables de la demande future, découragent l'investissement consacré à la création d'usines et d'installations nouvelles, réduisant ainsi la croissance du capital physique par travailleur et ralentissant le rythme auquel de nouvelles technologies sont mises en pratique. A plus long terme encore, les incitations à la R&D sont elles-mêmes inhibées.

### **La croissance endogène**

Dans le modèle néo-classique de croissance de Solow, la croissance de la production par tête ne peut être durable en raison du rendement marginal décroissant du capital. Pour maintenir à long terme une croissance non nulle de la production par tête, il faut un facteur exogène : le progrès technique, incorporé ou non aux facteurs de production. Les nouveaux modèles de croissance considèrent le progrès technique (c'est-à-dire l'innovation et les ressources qui lui sont consacrées) comme véritablement endogène. Cette hypothèse semble plus réaliste dans la mesure où le processus d'intégration du progrès technique par une firme est lui-même sujet à des motivations économiques<sup>28</sup>. On retiendra néanmoins que, d'après ce type de modèle, les effets d'un ralentissement de l'accumulation des facteurs se doublent d'un ralentissement du progrès technique. De plus, la croissance a un caractère historique du fait que l'accumulation passée conditionne la croissance à venir. Les chocs de court terme ont ainsi des effets irréversibles et persistants.

---

28. Pour une synthèse complète sur les modèles de croissance endogène, on se référera à Lordon (1991).

### Le facteur capital physique

Selon Englander et Gurney (1994), la corrélation entre le facteur capital et la productivité est d'autant plus fragile et peu significative que les variables explicatives sont nombreuses. Ils concluent qu'il n'y a guère de gains de productivité à attendre d'une augmentation du capital, en sus de ceux prévus par la théorie traditionnelle, soit une élasticité de 0,3 environ. Romer (1987) estime que l'élasticité de la production aux variations du capital est comprise entre 0,75 et 1 du fait d'externalités positives associées à l'investissement. Les hypothèses fondatrices du raisonnement de Romer sont néanmoins difficilement vérifiées empiriquement. Englander et Mittelstädt (1988) estiment l'équation de Romer  $Y = AK^{\alpha + \epsilon}L^{\beta}$  et trouvent une valeur de  $\alpha + \epsilon$  proche de 0,4-0,5. Suite à ces critiques, Romer (1990a) a procédé à de nouvelles estimations qui s'avèrent plus conformes à la vision du modèle de Solow.

### Le facteur R&D

Englander et Mittelstädt, estimant l'équation de Romer (1990b), trouvent un coefficient pour la croissance du stock de R&D (pris comme approximation de D) égal à 0,05, soit à peu près 1/10<sup>e</sup> du coefficient prévu dans l'équation de Romer. Selon Englander et Mittelstädt, le ralentissement de la PGF est moins le résultat d'un ralentissement de la croissance de la R&D que celui d'une réduction éventuelle de son efficacité. La combinaison d'une tendance croissante des dépenses de R&D et d'un déclin du nombre de brevets (ce dernier est bien mis en évidence par Evenson, 1991) suggère une augmentation dans le coût marginal de l'effort d'innovation ou des rendements décroissants des investissements en R&D. Ces deux effets impliquent une diminution de la productivité marginale de la R&D sans pour autant que cela contredise l'hypothèse d'un changement du système technico-économique.

Les pays où le stock de R&D augmente rapidement connaissent une croissance plus soutenue de la PGF, mais la relation entre la croissance de la R&D et la croissance de la PGF est vraisemblablement liée à d'autres facteurs tels que la marge de rattrapage vis-à-vis des Etats-Unis et le rythme d'accumulation du capital. L'impact du ralentissement des investissements en R&D sur les gains de productivité est nécessairement diffus dans la mesure où il existe des délais très variables entre les activités de recherche et leurs effets sur la productivité, et dans la mesure où les effets de diffusion sont fonction du cycle économique et du rythme d'investissement en biens d'équipement. Travaillant sur le secteur manufacturier aux Etats-Unis Griliches (1988) n'observe pas de tendance baissière significative des gains de PGF sur la période 1949-86. Or c'est dans ce secteur, pour lequel la qualité des données est *a priori* la meilleure, que les effets mesurables de la R&D sur la PGF sont susceptibles d'être perçus en premier. Dès lors, un déclin permanent et systématique de la contribution de la R&D à la croissance de la productivité apparaît peu plausible. Enfin, le fait que le ralentissement des dépenses de R&D n'explique qu'une faible part du ralentissement des gains de PGF vient non seulement de la faible valeur de l'élasticité, mais aussi du fait que le ralentissement des investissements en R&D n'a pas été d'une ampleur considérable.

### *Le stock de capital public*

Aschauer (1989) est le premier à avoir estimé une fonction de type Cobb-Douglas avec un stock de capital public pour les Etats-Unis. L'élasticité de la PGF au stock de capital public non militaire est alors de 0,39. Les dépenses militaires n'apparaissent pas significatives, les dépenses en équipement le sont très faiblement alors que les dépenses en infrastructures semblent être une variable significative pertinente. Internet est un bon exemple de l'effet des retombées des dépenses publiques militaires sur le progrès technique. Ce moyen de communication existe en fait depuis une vingtaine d'années, mais ne fait l'objet d'une utilisation massive que depuis quelques années. Initialement conçu par l'armée américaine au moment de la guerre froide, seules les multinationales y avaient accès. Il prend son essor aujourd'hui parce que l'environnement technologique le permet enfin en le rendant accessible à tous. On retrouve bien le processus de maturation d'une innovation et la lenteur de la diffusion dans un système productif qui doit s'adapter en développant les technologies nécessaires à la propagation de cette innovation.

Munnell (1990) a affiné l'approche d'Aschauer et conclut que sur un recul de 1,4 point des gains annuels de productivité du travail (dans le secteur privé non agricole) entre 1948-69 et 1969-87, seulement 0,3 point peut être attribué à un ralentissement du progrès technique et 1,1 point au déclin du taux de croissance du ratio capital public/travail<sup>29</sup>. Ford et Poret (1991) remettent en cause ces résultats en estimant l'équation d'Aschauer pour neuf pays de l'OCDE : la relation entre infrastructure et PGF n'apparaît significative que dans 50 % des cas, et surtout, le déclin du stock de capital public intervient plus tard que celui de la PGF, ce qui suggère une causalité inverse de celle préjugée par Aschauer<sup>30</sup>. Ces incertitudes sur le sens de la causalité viennent du fait que l'élasticité-revenu de la demande de grandes infrastructures est élevée. D'après le Congressional Budget Office (1991), les catégories d'infrastructures qui sont étroitement liées à la demande ont souvent de plus fortes corrélations avec la croissance de la production que celles censées améliorer le plus les gains de productivité.

### **Conclusion**

Le ralentissement du progrès technique se serait amorcé suite au premier choc pétrolier, si l'on considère 1973-74 comme la bonne date de rupture. Dans ce contexte, les implications de la hausse du prix de l'énergie sur les systèmes techniques, sur les combinaisons productives, sur les incitations à développer de nouvelles techniques utilisant moins cette matière première ne sont pas négligeables. Mais une fois reconnu le fait

---

29. Ses résultats confirment l'existence de rendements constants, avec des valeurs de l'élasticité de la productivité du travail de 0,33 au facteur capital public de 0,56 au facteur capital privé et de seulement 0,11 au facteur travail.

30. A savoir que c'est la PGF qui motive les dépenses publiques et non les dépenses publiques qui stimulent la PGF.

que les chocs pétroliers ont modifié un certain nombre de comportements, on peut rester perplexe face à ce que les évolutions des productivités partielles, des coûts relatifs ou absolus, de l'intensité capitalistique nous délivrent comme informations, dans la mesure où ces variables sont restées relativement insensibles à ces chocs pétroliers par rapport aux effets attendus (voir en annexe 2 les résultats des estimations économétriques). Dans ce contexte, l'hypothèse d'une rupture exogène du progrès technique semble plus adaptée. Deux implications s'opposent : d'une part, les chocs auraient dû stimuler le renouvellement des techniques de production face à des coûts de production plus élevés (plus de progrès technique), mais d'autre part, les chocs auraient suffisamment perturbé l'économie pour que les incitations au progrès technique soient fortement contraintes. Un problème de causalité existe. Les différentes contraintes qui ont pesé sur l'économie durant ces vingt dernières années et qui ont affecté l'évolution de l'investissement, des taux de profit, de l'accumulation du capital peuvent avoir contribué au ralentissement des gains de productivité. Mais, en sens contraire, les évolutions macro-économiques ne sont peut-être que la conséquence des déséquilibres que le progrès technique génère.

Ce qui ressort principalement de cette revue de la littérature empirique sur le ralentissement des gains de productivité est finalement l'absence d'un consensus sur ses déterminants, et ce même parmi les approches usuelles reposant sur une base théorique commune. Malgré le caractère exhaustif de leur approche, Englander et Gurney (1994) ne parviennent à expliquer qu'une faible partie du ralentissement, tandis que les analyses de Romer (1987, 1990a, 1990b), théoriquement plus satisfaisantes, restent économétriquement fragiles, comme le sont les estimations d'Aschauer. De plus, le fait que le sens de la causalité entre le ralentissement du progrès technique et le ralentissement de la croissance ne puisse être validé empiriquement ne facilite pas la résolution du paradoxe. En l'absence d'un consensus sur l'aspect quantitatif, force est de considérer le ralentissement de la productivité globale des facteurs comme essentiellement exogène, dans la mesure où la part endogène de ce ralentissement (expliquée par des facteurs du type R&D, externalités positives sur les facteurs de production...) reste faible et douteuse. Néanmoins, dans une logique qualitative, la problématique du ralentissement du progrès technique se pose en des termes différents. Le progrès technique possède une composante endogène qui justifie sa sensibilité aux contraintes économiques majeures de ces vingt dernières années, et une composante exogène dont le changement de nature au cours du temps justifie les interrogations relatives à la réalité de son ralentissement. La mutation que cette composante exogène connaît n'est autre que la substitution progressive d'un système productif multiple reposant sur la variété, la qualité et la rapidité à un système productif simple reposant sur la consommation de masse de produits standardisés, une organisation rigide, gourmande en énergie et en matières premières. C'est sous l'angle de cette mutation qu'il faut comprendre la trajectoire du progrès technique. Et c'est pour cela que les essais de quantification du ralentissement du progrès technique sont fragiles et peu crédibles. Cette difficulté à quantifier le progrès technique pourrait conduire notamment à une sur-estimation de l'inflation et, par voie de conséquence, à une

sous-estimation de la croissance. Tant que les changements technologiques que l'on connaît aujourd'hui dans le domaine des communications et de l'informatique ne stabilisent pas leur rythme de croissance, on reste impuissant à en évaluer correctement l'impact en termes de gains de productivité et de bien-être. Ce qui amène à regarder d'un oeil moins pessimiste, en tout cas moins catégorique, les rythmes de croissance européens et même américains.

### Références bibliographiques

ABRAMOVITZ Moses, 1962 : « Economic growth in the United States », *American Economic Review*, n° 4, septembre.

ASCHAUER David, 1989 : « Is public expenditure productive? », *Journal of Monetary Economics*, n° 2 vol. 32, mars.

BAILY Martin N., 1993 : « Competition, regulation and efficiency in service industries », projet de document établi pour la réunion du Brookings Panel sur la micro-économie, mai.

BARRO Robert, 1991 : « Economic growth in a cross section of countries », *Quarterly Journal of Economics*, CVI, mai.

BOYER Robert et Pascal PETIT, 1991 : « Technical change, cumulative causation and growth », in *Technology and productivity, the challenge for economic policy*, OCDE, Paris.

CARRE Jean-Jacques, Paul DUBOIS et Edmond MALINVAUD, 1972 : « La croissance française. Un essai d'analyse causale de l'après-guerre », Le Seuil, Paris.

CETTE Gilbert, 1994 : « L'efficacité apparente du capital dans les grands pays de l'OCDE », *Economie internationale*, n° 60, 4<sup>e</sup> trimestre.

CETTE Gilbert, Marc FLEURBAEY et Daniel Szpiro, 1990 : « Questions sur la baisse de la productivité du capital dans l'industrie manufacturière », *Economie et statistique*, n° 237-238, novembre-décembre.

DARBY Michäel R., 1984 : « The US productivity slowdown : a case of statistical myopia », *The American Economic Review*, n° 3 vol.74, juin.

DUBOIS Paul, 1985 : « Ruptures de croissance et progrès technique », *Economie et statistique*, n° 181, octobre.

- ENGLANDER Steven et Andrew GURNEY, 1994 : « La productivité dans la zone de l'OCDE : les déterminants à moyen terme », *Revue économique de l'OCDE*, n° 22, printemps.
- ENGLANDER Steven et Andrew Gurney, 1994 : « Croissance de la productivité dans la zone de l'OCDE : tendances à moyen terme », *Revue économique de l'OCDE*, n° 22, printemps.
- ENGLANDER Steven et Axel MITTELSTÄDT, 1988 : « La productivité totale des facteurs : aspects macro-économiques et structurels de son ralentissement », *Revue économique de l'OCDE*, n° 10, printemps.
- EVENSON Robert, 1991 : « Patent data : evidence for invention potential exhaustion », in « *Technology and productivity, the challenge for economic policy* », OCDE, Paris.
- FAGERBERG J., 1991 : « Innovation, catching-up and growth », in *Technology and productivity, the challenge for economic policy*, OCDE, Paris.
- FORD Robert and PORET Pierre, 1991 : « Infrastructure and private-sector productivity », *OECD Working papers*, n° 91, Department of economics and statistics, janvier.
- GRILICHES Zvi, 198 :, « Productivity puzzles and R&D : another explanation », *Journal of Economic Perspectives*, n° 4, vol.2, automne.
- HAHN F.H et R.C.O Matthews, 1972 : « Théorie de la croissance économique », *Economica*, Paris.
- KUZNETS Simon Smith, 1975 : « Economic growth of nations », Harvard University Press.
- LEVINE Ross and David RENELT, 1992 : « A sensitivity analysis of cross-country growth regressions », *American Economic Review*, n° 4, vol.82, septembre.
- LORDON Frédéric, 1991 : « Théorie de la croissance : quelques développements récents », *Revue de l'OFCE*, n° 37.
- Mac Kinsey Global Institute, 1992 : « Service factor productivity », Washington, octobre.
- MANKIW Grégory, David ROMER et David WEIL, 1992 : « A contribution to the empirics of economic growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, mai.
- MAUREL Françoise, 1990 : « Dynamique de l'emploi et tendance de la productivité dans les années quatrevingt », *Economie et Statistique*, n° 237-238, novembre-décembre.

MUNNELL Alicia, 1990 : « Why has productivity growth declined? Productivity and public investment », *New England Economic Review*, Federal Reserve Bank of Boston, janvier-février.

PÉLÉRAUX Hervé, 1994 : « Tendence de la productivité dans l'industrie française », *Lettre de l'OFCE*, n° 128, mai.

RAUCH J.E, 1991 : « Productivity gains from geographic concentration of human capital : evidence from the cities », *NBER working paper* n° 3905.

ROMER Paul M., 1987 : « Crazy explanations for the productivity slowdown », *NBER Macroeconomics annual*.

ROMER Paul M, 1990a : « Capital, labor and productivity », *Brookings papers on economic activity*, Microeconomics.

ROMER Paul M, 1990b : « Human capital and growth : theory and evidence », *Carnegie-Rochester Conference series on public policy*.

STERDYNIAK Henri et SANVI Avouyi-Dovi, 1986, « Une série de coût d'usage du capital », *Revue de l'OFCE*, n° 15.

*Study of the Congressional Budget Office*, 1991 : « How federal spending for infrastructure and other public investments affect the economy », juillet.

## ANNEXE 1

### Retour sur les fonctions de production Cobb-Douglas :

Des estimations des fonctions de production pour cinq grands pays <sup>1</sup> ont été faites afin de tester la validité de l'approche néo-classique de la production potentielle, et de tenter d'isoler les dates de ruptures pertinentes pour la PGF. Les résultats obtenus sont en définitive assez pauvres et mettent en évidence la fragilité des hypothèses sous-jacentes à une fonction de Cobb-Douglas. Les données utilisées sont relatives à l'ensemble de l'économie. Elles sont annuelles et couvrent la période du début des années soixante à 1994 <sup>2</sup>.

Nous avons tout d'abord régressé le PIB sur la quantité de travail, le stock de capital brut non résidentiel et une tendance, soit l'équation  $\log(Y_t) = a + \alpha \log(L) + \beta \log(K_t) + \gamma t$ , dans le but de tester si spontanément les coefficients  $\alpha$  et  $\beta$  sont proches de la part de la masse salariale et des profits dans la valeur ajoutée, soit respectivement environ 0,7 et 0,3. Trois remarques peuvent être faites :

— l'ordre de grandeur des coefficients est loin de celui attendu et leur somme est supérieure à 1. De ce fait, le facteur progrès technique ressort négatif sauf dans le cas du Royaume-Uni. Les tests de Durbin-Watson donnent de toute manière de très mauvais résultats.

— le coefficient  $\alpha$  pour le Japon, les Etats-Unis, et dans une moindre mesure pour la France, est élevé, laissant supposer que le facteur travail (emploi multiplié par la durée du temps de travail) dans ces pays incorpore une part importante de progrès technique. En France, l'élasticité au facteur capital apparaît néanmoins supérieure à l'élasticité au facteur travail. Le coefficient  $\alpha$  obtenu pour les Etats-Unis surprend par l'asymétrie qu'il implique entre l'élasticité du PIB au facteur travail et au facteur capital.

— la somme des coefficients est largement supérieure à 1, ce qui met en doute l'hypothèse de constance des rendements d'échelle et révèle la présence de rendements croissants. Sauf pour les Etats-Unis, l'ordre de grandeur du coefficient  $\beta$  (largement supérieur au 0,3 attendu) rappelle celui dégagé par Romer (1987) et tend à confirmer la présence d'externalités positives associées à l'investissement.

La fonction Cobb-Douglas supposant une substitution parfaite entre capital et travail (approche *putty-putty*), on peut simplement attribuer le caractère surprenant des mauvais résultats à la non pertinence de cette hypothèse. Ceci est par la suite largement confirmé par nos régressions sur les productivités apparentes. Néanmoins, conservant heuristiquement l'hypothèse d'une Cobb-Douglas, nous avons ensuite cherché à améliorer ces régressions en intégrant, pour chaque pays des ruptures de tendance exogènes et en contraignant la somme des coefficients à l'unité (tableau 1).

1. Etats-Unis, ex-RFA, Royaume-Uni, France et Japon.

2. 1990 pour l'ex-RFA.

A.1. Estimations de Cobb-Douglas contrainte, avec quantité de travail, stock de capital et ruptures de progrès technique

	$\alpha$	$1-\alpha$	trend	ruptures	DW	SEE
Etats-Unis	0,93 (9,6 / 0,1)	0,07 (0,7)	0,028 (-2,2)	1966 : - 0,020 (-8,7) 1982 : 0,002 (1,8)	1,25	0,8 %
Ex-RFA	0,71 (5,81 / 0,12)	0,29 (2,4)	0,029 (4)	1979 : - 0,015 (-3,6)	1,03	1,5 %
Royaume-Uni	0,83 (14,4 / 0,06)	0,17 (2,9)	0,029 (10)	1974 : - 0,014 (-7)	1,30	1,1 %
France	0,69 (10,2 / 0,07)	0,31 (4,5)	0,035 (10,7)	1974 : - 0,018 (-15,5) 1990 : - 0,014 (-6,7)	1,86	0,7 %
Japon	0,59 (3 / 0,15)	0,41 (2,8)	0,037 (2,2)	1974 : - 0,027 (-2,7) 1990 : - 0,015 (-2,8)	1,28	1,5 %

Note : t de student entre parenthèses, écart-type de  $\alpha$  en italique entre paranthèses, DW = Durbin Watson, SEE = écart-type de la régression.

Source : estimations OFCE.

L'ordre de grandeur des coefficients obtenus s'approche de celui attendu, particulièrement dans les cas français et allemand. Le cas britannique se rapproche du cas américain. Les résultats obtenus confortent l'hypothèse d'une ou deux inflexions exogènes dans le rythme de progression du PIB des cinq pays retenus. Elles diffèrent d'un pays à l'autre : l'argument du premier choc pétrolier reste valable pour les pays supportant une rupture en 1974 (voire 1978 pour l'ex-RFA) ; les Etats-Unis se distinguent par une double rupture en 1966 et en 1982<sup>3</sup>.

3. La rupture à la hausse de 1982 reste néanmoins très faible et à la limite de la significativité.

## **ANNEXE 2**

### **De la productivité globale des facteurs aux productivités apparentes : les enseignements que l'on peut tirer des évolutions des productivités apparentes**

Les productivités apparentes du travail et du capital sont affectées par les évolutions du progrès technique dans la mesure où le progrès technique entraîne des modifications dans l'utilisation des facteurs de production. Au cours des vingt-cinq dernières années, il a contribué à modifier les méthodes de production et l'organisation du travail, mais insuffisamment pour susciter une augmentation forte et durable de la production. L'aplatissement des courbes de productivité apparente du travail et la tendance baissière des courbes de productivité apparente du capital traduisent, entre autres choses, cette inefficacité du progrès technique à entraîner de vrais gains de productivité dans un contexte de croissance molle et de débouchés incertains. Cette incapacité est-elle liée à une rupture exogène du progrès technique ou est-elle le reflet d'un essoufflement endogène ? Des équations reliant les productivités apparentes du travail et du capital et l'intensité capitaliste au coût relatif travail-capital ou au coût des facteurs ont été estimées afin de tester de façon plus adaptée l'hypothèse de substitution capital-travail (hypothèse essentielle de construction d'une fonction Cobb-Douglas), et d'éclairer les ruptures de productivité observées <sup>1</sup>, le ralentissement de la productivité d'un facteur pouvant en théorie être expliqué par une baisse de son coût relatif.

C'est ce que nous avons testé économétriquement pour les Etats-Unis <sup>2</sup>, l'ex-RFA, la France, le Royaume-Uni et le Japon. Les variables retenues concernent le secteur marchand ; les données couvrent la période du début des années soixante à 1994 (1990 pour l'ex-RFA). Les variables explicatives sont :

- un facteur autonome de croissance avec éventuellement des ruptures exogènes ;
- le coût du travail égal à la rémunération du travail par tête (salaires et cotisations sociales employeurs) ;
- le coût d'usage du capital calculé à partir de la formule  $P_k(1/T + 0,5(r - p^*))^3$ , où  $P_k$  est le déflateur de la FBCF productive,  $T$  la durée de vie des équipements et bâtiments,  $r$  le taux d'intérêt de long terme, déflaté par  $p^*$  le taux de croissance du salaire horaire ou par tête (optique substitution), ou du déflateur du PIB (optique rentabilité) ;
- on utilisera soit le coût relatif capital/travail, soit les coûts réels (c'est-à-dire déflatés par le prix du PIB) de chacun des facteurs ;

---

1. Au vu des graphiques, il apparaît que les inflexions de tendance sont les mêmes entre la PGF et les productivités apparentes des facteurs.

2. Anciens chiffres de la comptabilité nationale, c'est-à-dire des volumes en milliards de \$ 1987.

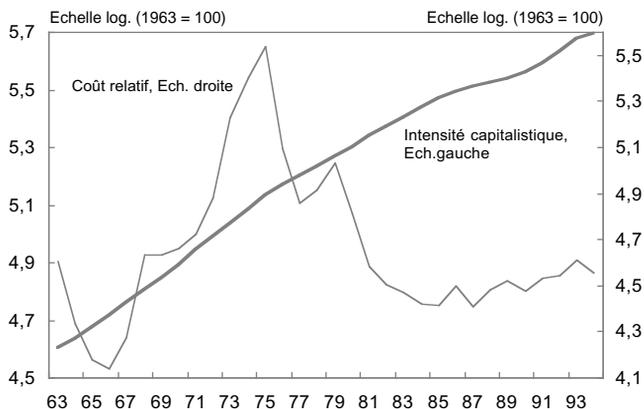
3. Voir Sterdyniak et Avouyi-Dovi, 1986.

— le taux d'utilisation des capacités de production <sup>4</sup> censé capter les effets des fluctuations du cycle conjoncturel et notamment absorber les délais d'ajustement de l'emploi au mouvement du PIB ;

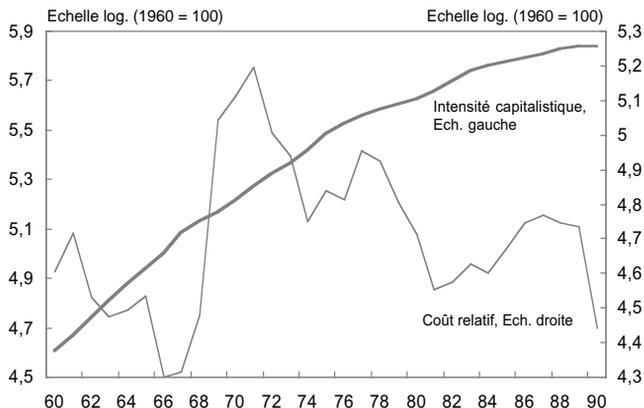
— la durée du travail, en tant que composante de l'arbitrage travail-capital dans la mesure où elle peut éventuellement apparaître dans le coût unitaire du travail, tout en sachant que cette variable, utilisée par les entreprises pour régler à court terme la quantité de travail aux fluctuations de la demande, participe aussi à l'ajustement conjoncturel.

A.1. Intensité capitaliste et coût relatif travail/capital, dans le secteur marchand

a) France

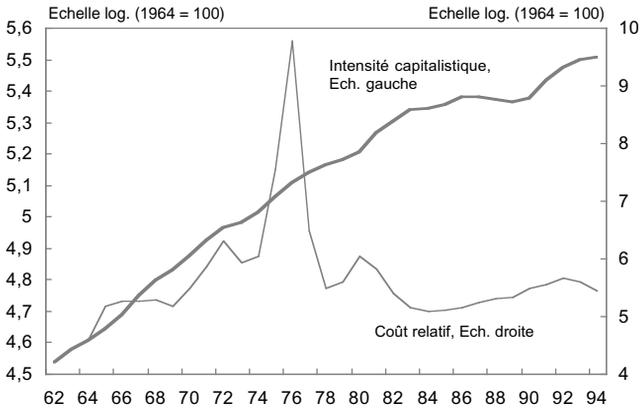


b) Ex-RFA

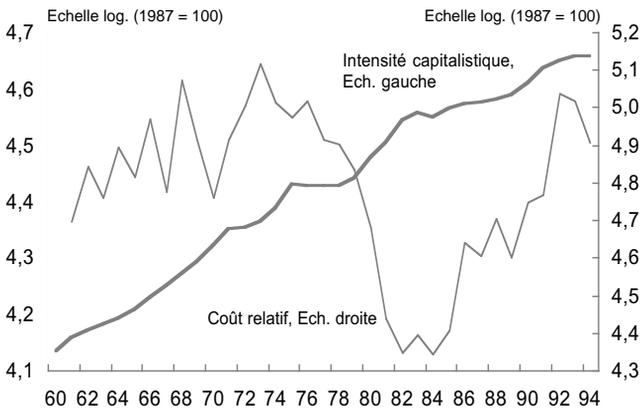


4. La variable TUCP est basée sur les réponses des chefs d'entreprises aux enquêtes dans l'industrie manufacturière. Dans la mesure où il existe une bonne corrélation entre l'activité de ce secteur et celle de l'ensemble de l'économie, une extrapolation du TUCP à l'ensemble de l'économie est acceptable.

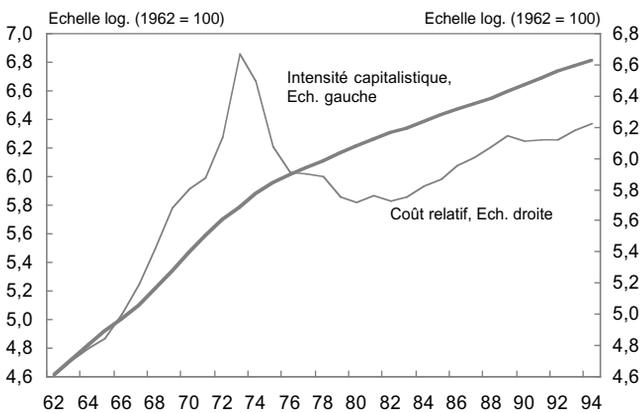
## Le paradoxe du ralentissement du progrès technique



c) Royaume-Uni



d) Etats-Unis



e) Japon

Sources : OCDE, sources nationales, calculs OFCE.

## Sensibilité de la combinaison productive aux coûts des facteurs

L'infléchissement à la baisse du coût relatif travail-capital est commun à tous les pays, de même que l'insensibilité de l'intensité capitalistique à cette baisse. La hausse des taux d'intérêt réels au début des années quatre-vingt et le ralentissement des hausses de salaires ont entraîné une baisse du coût relatif travail-capital qui théoriquement aurait dû se traduire par une préférence pour le facteur travail. Or, ceci ne s'est pas produit de façon systématique : les entreprises s'étant en partie adaptées au renchérissement du coût du capital par une hausse de leur taux de marge désiré, sans modifier la tendance de la substitution capital-travail. Les fluctuations du coût relatif travail - capital sont en fait avant tout déterminées par celles du coût d'usage du capital, liées en grande partie aux taux d'intérêt réels et aux prix des biens d'équipements (effet des chocs pétroliers) alors que le coût du travail sur longue période fait preuve d'une certaine stabilité voire d'un recul. Un simple aperçu des graphiques qui suivent montre dans quelle mesure les résultats économétriques ne pouvaient être concluants <sup>5</sup>.

Clef de voûte du modèle néo-classique, la substitution capital-travail en fonction du coût relatif des facteurs est loin d'être vérifiée empiriquement (tableaux A.1 et A.2) :

— lorsque la variable apparaît significative, le coefficient obtenu reste très faible (élasticité maximale voisine de 0,25 dans les cas japonais et allemand), invalidant l'hypothèse d'une élasticité unitaire de substitution et soulignant la mauvaise spécification de la fonction. Néanmoins, cette spécification est meilleure dans le cas des Etats-Unis, de la France et du Japon que celle liant productivité du travail et coût relatif. A l'inverse, en ex-RFA et au Royaume-Uni, les résultats présents sont moins pertinents,

— les coefficients du taux d'utilisation et de la durée du travail sont en général négatifs. Concernant la variable conjoncturelle, la sensibilité de l'emploi plus importante que celle du capital aux fluctuations conjoncturelles pourrait expliquer que de plus fortes tensions sur l'appareil productif se traduisent à long terme par une baisse de l'intensité capitalistique. Une baisse de la durée du travail, quant à elle, pourrait avoir comme effet la hausse du coût unitaire du travail, à salaire moyen inchangé, ce qui favoriserait le capital <sup>6</sup>.

— ne pas introduire la contrainte d'égalité des impacts du coût du travail et du coût du capital ne donne pas de résultat satisfaisant sauf en France et au Japon (où le coût du capital ne sort qu'à la limite de la significativité). Les résultats sont par contre plus satisfaisants si l'on regarde la sensibilité de la combinaison productive au seul coût du travail. Ce résultat laisse supposer une sensibilité plus forte des entreprises au coût du travail qu'à celui du capital, en raison peut-être d'une asymétrie entre l'inertie du capital et la variable d'ajustement qui reste à court terme l'emploi.

---

5. En particulier, rien ne ressort des estimations de productivité apparente du capital.

6. On peut aussi avancer l'argument que la hausse du capital par tête s'accompagne d'une rationalisation des méthodes de production permettant à la fois une baisse de la durée du travail en même temps que le maintien du taux de salaire moyen permis par une forte accélération de la productivité du travail, auquel cas le sens de la causalité est inversé.

A. 1. *Intensité capitalistique et coût relatif*

$$\log\left(\frac{K}{L}\right) = c + b.t + a(L)\log\left(\frac{W}{c_k}\right) + h.\log H + g.\log(TUC)$$

Pays	Etats-Unis	France	ex-RFA	Royaume-Uni	Japon
	1964-94	1969-94	1966-90	1966-94	1969-94
Endogène	K/(L.H)	K/L	K/L	K/(L.H)	K/(L.H)
Temps	1,1 % [9,2]	2,5 % [26,5]	3,4 % [39,8]	2,7 % [28,8]	5,2 % [41,5]
Coût relatif :					
• CT	0,0046	0,0036	0,015	0,014	0,016
• LT	0,023 [2,0]	0,043 [4,34]	0,147 [4,2]	0,010 [3,6]	0,240 [8,9]
Heures	-2,1 [-6,8]	-1,2 [-9,3]			
TUC	-0,26 [-3,9]	-0,17 [-2,0]	-0,40 [-2,9]		
DW	0,79	1,03	0,52	0,24	0,29
See	1,2 %	1,0 %	3,0 %	4,1 %	4,2 %

Notes : les retards a(L) ont la forme d'un polynôme de Almon du second degré ; T = coefficient de court terme ; LT = coefficient de long terme correspondant ici à l'élasticité de substitution ; TUC = taux d'utilisation des capacités ; termes constants non rapportés ; t de student entre crochets.  
Source : estimations OFCE.

A.2. *Intensité capitalistique et coût des facteurs*

$$(1) \log\left(\frac{K}{L.H}\right) = c + b.t + a(L)\log\left(\frac{W}{p}\right) + g.\log(TUC)$$

$$(2) \log\left(\frac{K}{L.H}\right) = c + b.t + a(L)\log\left(\frac{W}{p}\right) + c(L)\log\left(\frac{c_k}{p}\right) + g.\log(TUC)$$

Pays	Etats-Unis	France		ex-RFA	Royaume-Uni	Japon	
Equation estimée	(1)	(1)	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)
Temps	1,3 % [31,2]	1,5 % [15,1]	1,7 % [13,9]	0,9 % [5,0]	1,3 % [3,7]	1,8 % [10,5]	2,5 % [13,2]
Coût du travail :							
• CT	0,072	0,083	0,08	0,102	0,085	0,593	0,481
• LT	0,505 [14,2]	0,777 [24,6]	0,75 [22,9]	0,948 [15,9]	0,795 [3,8]	0,186 [32,7]	0,962 [20,2]
Coût du capital :							
• CT		0,083	-0,003			0,593	-0,002
• LT		0,777 [24,6]	-0,013 [-1,9]			0,186 [32,7]	-0,028 [-1,9]
TUC	-0,40 [-13,5]	-0,33 [-3,9]	-0,27 [-3,1]				
DW	0,94	0,54	0,50	0,64	0,30	0,39	0,99
See	0,70 %	1,1 %	1,0 %	1,7 %	3,6 %	2,5 %	1,4 %

Notes : Etats-Unis, ex-RFA, Royaume-Uni : pas de résultats significatifs pour l'estimation de l'équation (2) ; les retards a(L) ont la forme d'un polynôme de Almon du second degré ; T = coefficient de court terme ; LT = coefficient de long terme ; TUC = taux d'utilisation des capacités ; termes constants non rapportés ; t de student entre crochets.  
Source : estimations OFCE.

— les meilleures régressions sont obtenues à partir du coût du travail pour les Etats-Unis et l'ex-RFA, et du coût relatif pour la France. Pour le Royaume-Uni, aucune amélioration n'est enregistrée selon que l'on considère coût relatif, coûts de chacun des facteurs, ou coût du travail,

— l'introduction d'une rupture dans la variable temporelle vient remettre en cause les faibles résultats obtenus, à l'exception du Japon <sup>7</sup> : comme dans les tests sur la productivité du travail, la rupture est bien acceptée par le modèle tandis que la variable coût est soit non significative avec un signe négatif (France, Etats-Unis), soit significative mais avec là aussi un signe négatif (France). L'erreur moyenne est plus faible.

### **Sensibilité de la productivité des facteurs au coût relatif**

On peut tirer des tableaux A.3 et A.4 les remarques suivantes :

— la productivité du travail est très peu sensible au coût relatif : le coefficient, positif, est très faible (le maximum est atteint en ex-RFA avec une élasticité de 0,2), et le Durbin-Watson de l'équation est loin de 2. Les retards semblent moins longs aux Etats-Unis que dans les pays européens et au Japon.

— si l'on introduit une rupture exogène dans la tendance, la variable explicative n'est plus significative dans le cas des pays européens (le coefficient devient négatif et le *t* de Student inférieur à 2), comme si cette rupture suffisait à elle seule (au taux d'utilisation des capacités et durée du travail près selon les pays) à expliquer l'évolution de la productivité du travail. Seule, l'équation relative aux Etats-Unis accepte simultanément la double rupture de 1967 et 1983 et la variable coût relatif.

— les résultats en termes de Durbin-Watson et d'erreur moyenne des équations avec rupture sont sensiblement améliorés, ce qui pousse à les privilégier et à retenir l'hypothèse d'une rupture exogène du ralentissement de la productivité du travail.

Il ressort de notre analyse que :

— la combinaison travail-capital est relativement insensible aux coûts des facteurs au vu des très faibles élasticités des variables explicatives.

— le coût du travail apparaît comme un facteur dominant par rapport au coût du capital que ce soit en tant que déterminant de l'intensité capitalistique ou de la productivité du travail.

— la définition d'une production potentielle à partir d'une fonction de production Cobb-Douglas ne ressort pas directement des données. Elle leur fait plutôt violence.

— le ralentissement de la productivité des facteurs ne s'explique guère par les variations du coût des facteurs. Au mieux, il faut accepter des ruptures exogènes de tendance du progrès technique.

---

7. La rupture retenue est 1974.

A.3. Productivité du travail et coût relatif

$$\log\left(\frac{Y}{L.H}\right) = c + b.t + a(L)\log\left(\frac{W}{c_k}\right) + g.\log(TUC)$$

Pays	Etats-Unis	France	ex-RFA	Royaume-Uni	Japon
Temps	1,3 % [25,0]	2,7 % [55,6]	2,5 % [32,6]	2,3 % [41,2]	3,3 % [25,7]
Coût relatif :					
• CT	0,024	0,007	0,017	0,001	0,001
• LT	0,079 [3,6]	0,081 [6,1]	0,202 [6,0]	0,007 [1,6]	0,014 [5,1]
TUC	- 0,04 [- 0,41]	- 0,46 [3,3]			
DW	0,37	0,52	0,68	0,84	0,99
See	2,4 %	1,7 %	2,7 %	2,2 %	4,3 %

Notes : les retards a(L) ont la forme d'un polynôme de Almon du second degré ; T = coefficient de court terme ; LT = coefficient de long terme correspondant ici au produit de l'élasticité de substitution par la part des profits dans la valeur ajoutée ; TUC = taux d'utilisation des capacités ; termes constants non rapportés ; t de student entre crochets.  
Source : estimations OFCE.

A.4. Productivité du travail et coût relatif (avec rupture)

$$\log\left(\frac{Y}{L.H}\right) = c_0 + c_1 id_1 + c_2 id_2 (b_0 + b_1 id[t > T_1] + b_2 id[t > T_2]) - t$$

$$+ a(L)\log\left(\frac{W}{c_k}\right) + g.\log(TUC)$$

Pays	Etats-Unis	France	ex-RFA	Royaume-Uni
Temps	3,3 % [7,3]	5,1 % [30,0]	4,1 % [10,8]	4,5 % [7,7]
Rupture N° 1	- 2,0 %/1967 [- 4,3]	- 2,8 %/1974 [- 15,0]	- 2,4 %/1977 [- 5,0]	- 2,3 %/1973 [- 3,9]
Rupture N° 2	- 0,5 %/1983 [- 3,5]			
Coût relatif :				
• CT	0,024	- 0,001	- 0,003	- 0,003
• LT	0,081 [4,5]	- 0,008 [- 1,3]	- 0,037 [- 0,7]	- 0,030 [- 1,6]
TUC	0,08 [1,8]	- 0,36 [8,8]		
DW	1,40	2,00	0,95	1,16
See	1,0 %	0,5 %	1,7 %	1,8 %

Notes : Japon : pas de résultats significatifs ; les retards a(L) ont la forme d'un polynôme de Almon du second degré ; T = coefficient de court terme ; LT = coefficient de long terme correspondant ici au produit de l'élasticité de substitution par la part des profits dans la valeur ajoutée ; TUC = taux d'utilisation des capacités ; termes constants non rapportés ; t de student entre crochets.  
Source : estimations OFCE.