



Document de travail de la série  
*Etudes et Documents*  
Ec 2003.29

## **Taux de change réel et productivité en Chine**

Sylviane GUILLAUMONT JEANNENEY\* and Ping HUA\*

CERDI-IDREC, CNRS-Université d'Auvergne  
65, boulevard François Mitterrand,  
63000 Clermont-Ferrand, France.

Tel: 33 4 73 43 12 17  
Fax: 33 4 73 43 12 28

Email: [S.Guillaumont@u-clermont1.fr](mailto:S.Guillaumont@u-clermont1.fr), [P.Hua@u-clermont1.fr](mailto:P.Hua@u-clermont1.fr).

*octobre 2003*  
33 p.

---

\* Les auteurs remercient vivement Laurent Cortèse pour son assistance technique et sa disponibilité.

## **Taux de change réel et productivité en Chine**

Sylviane Guillaumont Jeanneney and Ping Hua

### **Résumé**

Cet article étudie l'impact que l'appréciation du taux de change réel en Chine entre 1993 et 2001 a exercé sur la croissance de la productivité globale des facteurs de production.. On expose les arguments susceptibles d'expliquer un impact positif ou négatif sur l'efficacité technique et sur le progrès technique. Puis, grâce à un indice de Malmquist calculé avec la méthode DEA, on décompose la croissance de la productivité entre ses deux composantes pour l'ensemble des provinces chinoises . Enfin on présente une estimation en panel de la croissance de la productivité des facteurs et l'on montre que l'appréciation du taux de change réel a exercé une action défavorable sur le progrès technique en partie compensée par une action favorable sur la croissance de l'efficacité.

Mots clefs : Chine, indice de Malmquist, productivité, taux de change réel.

### **Summary**

This article investigates the impact that the real exchange rate appreciation in China has exerted on productivity growth since 1994. We remind the arguments explaining a positive or a negative impact of a real appreciation on efficiency and on technical progress. DEA Malmquist indices of productivity growth and of its two components are calculated for twenty-nine Chinese provinces. The econometric estimation shows that the appreciation of the real exchange rate had an unfavourable effect on technical progress but a favourable effect on efficiency growth, and these two effects offset each other partially to give a lesser negative effect on productivity growth.

Key words: China, DEA Malmquist index, productivity, real exchange rate.

## 1 Introduction

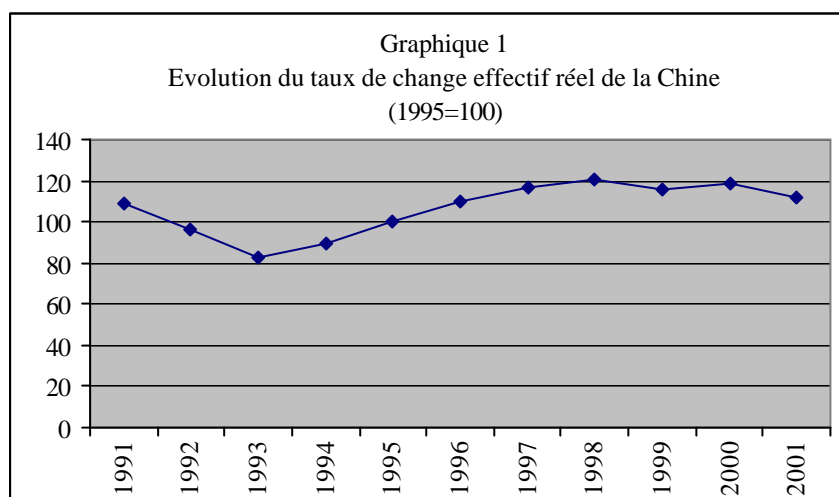
En raison des vastes fluctuations des taux de change réels des pays industrialisés, plusieurs auteurs se sont intéressés aux relations entre le niveau du taux de change réel de ces pays et l'évolution de leur productivité. C'est ainsi que dès les années quatre-vingt Paul Krugman suggérait que la considérable appréciation du dollar entre 1979 et 1985 pouvait être à l'origine de la forte reprise de la croissance de la productivité industrielle aux Etats-Unis parce que la hausse du dollar aurait poussé les entreprises à des gains d'efficacité (Krugman, 1989). De même, Porter (1990) dans son ouvrage sur la compétitivité et la croissance a soutenu qu'un taux de change *surévalué* pouvait contribuer à accroître la productivité. Dans une situation inverse, celle du Canada qui a connu dans les années quatre-vingt-dix une importante dépréciation réelle de sa monnaie, plusieurs auteurs ont affirmé que cette dépréciation expliquait l'écart de productivité croissant entre les Etats-Unis et le Canada (Courchene et Harris, 1999 ; Grubel, 1999).

L'hypothèse d'une relation positive entre l'appréciation réelle de la monnaie et la productivité des facteurs de production n'est généralement pas retenue pour les pays en développement. La plupart des auteurs considèrent qu'une surévaluation de la monnaie, en réduisant la compétitivité du secteur des biens échangeables internationalement, est défavorable à la croissance de la productivité.<sup>1</sup> Or la Chine fournit un terrain d'investigation des effets de l'appréciation réelle du taux de change sur la productivité particulièrement approprié. En effet on peut considérer qu'au début de la dernière décennie l'économie chinoise est véritablement devenue une économie de marché (Guillaumont et Hua, 2002). En 1992, après quelques années de pause dans les réformes, le processus de libéralisation et d'ouverture sur l'extérieur est relancé à la suite du fameux voyage de Deng Xiaoping dans le sud de la Chine. A cette époque la Chine a encore, pour les opérations commerciales, deux cours de change du dollar en yuans, un taux officiel et un taux dit « swap » supérieur, déterminé sur les marchés d'échange de devises, mais en fait étroitement contrôlé par les autorités centrales. Les entreprises exportatrices devaient vendre 20 % des devises gagnées au taux officiel et pouvaient, soit utiliser les 80 % restants pour leurs propres importations, soit les vendre sur les marchés d'échange de devises au taux swap. Les importations considérées comme prioritaires par le gouvernement central étaient financées au taux officiel et les autres importations au taux swap. Mais dès le début de 1994 il n'existe plus que le taux de change

---

<sup>1</sup> Une exception Lu and Qiao (1999) qui applique l'hypothèse d'une relation positive entre l'appréciation du taux de change réel et l'accroissement de la productivité à Singapour.

swap. Alors qu'auparavant les deux taux de change étaient périodiquement dévalués, le taux de change du yuan en dollar, désormais unique, va resté stable. Ainsi le taux de change effectif réel de la Chine, qui s'était fortement déprécié en 1992 et 1993, a connu une appréciation jusqu'en 1998, puis une stabilisation (graphique 1).<sup>2</sup> L'appréciation réelle de la monnaie n'a pas empêché la poursuite de la croissance qui depuis 1994 a toujours été supérieure à 7 % par an..

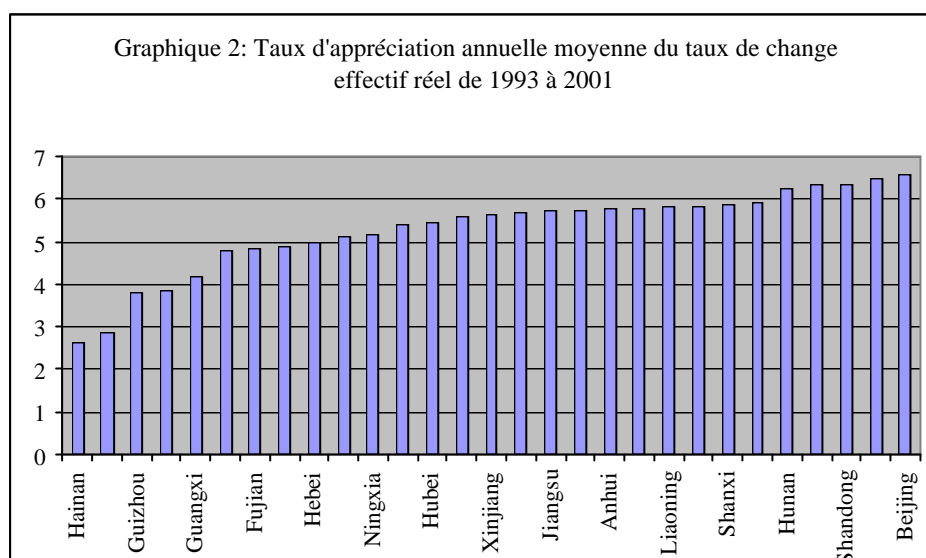


*NB. Une hausse signifie une appréciation du Yuan dans graphique 1.*

De plus l'évolution du taux de change effectif réel a été différente d'une province à l'autre de la Chine en raison des écarts considérables d'inflation entre les provinces et de partenaires étrangers différents (Guillaumont Jeanneney et Hua, 2002). De 1993 à 2001, l'appréciation annuelle moyenne des taux de change réels des provinces chinoises s'étage entre 2.6 % pour la province Hainan et 6.6 % pour la municipalité de Pékin (graphique 2)<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Le mode de calcul du taux de change effectif réel est précisé ci-dessous dans la section 4.1.

<sup>3</sup> Les taux d'appréciation sont calculés à partir des cours des changes du Yuan en devises (cotation au certain), autrement dit du rapport des prix en Chine exprimés en devises aux prix à l'étranger.



Il n'est pas possible de mesurer l'impact du taux de change réel sur la productivité des facteurs dans les provinces chinoises, sans tenir compte de la causalité inverse mise en lumière par Balassa (1964, 1994) et Samuelson (1964)<sup>4</sup>. Ces auteurs ont montré que le taux de change réel a tendance à s'apprécier dans les pays connaissant une croissance de la productivité des facteurs (qui s'exerce essentiellement dans le secteur des biens échangeables internationalement) plus rapide que celle du reste du monde. En effet, si l'on suppose que la mobilité du travail à l'intérieur d'un pays considéré égalise le taux de salaire dans les deux secteurs de production échangeable et non échangeable, une croissance de la productivité plus rapide qu'à l'étranger entraîne, pour un prix des biens échangeables déterminé internationalement, une hausse du taux de salaire et donc du prix des biens non échangeables, déterminé localement, plus rapide qu'à l'étranger. En considérant les provinces chinoises comme des économies différentes, nous avons montré ailleurs (Guillaumont et Hua, 2002) qu'effectivement à moyen terme l'évolution différente du taux de change effectif réel des provinces chinoises s'explique par l'effet Balassa-Samuelson. Cet effet est saisi par l'écart du produit par tête de chaque province à celui de ses partenaires commerciaux étrangers et à celui de l'ensemble de la Chine<sup>5</sup>. Dans l'estimation économétrique de l'impact du taux de change réel sur la productivité des facteurs, ces variables d'écart serviront à instrumenter le taux de change réel.

L'article est organisé de la façon suivante. La deuxième section présente les différents arguments théoriques susceptibles de fonder l'existence d'une relation entre le niveau du taux de

<sup>4</sup> Ceci est possible si l'on étudie l'impact du taux de change réel sur la productivité sectorielle en raisonnablement supposant que ce dernier soit exogène (Cortèse et Hua, à paraître).

<sup>5</sup> Le commerce extérieur d'une province chinoise s'effectue en effet avec l'étranger, mais aussi avec les autres provinces chinoises d'où la présence de ces deux écarts.

change réel et la croissance de la productivité des facteurs. Elle débouche sur un modèle économétrique testable. Elle suggère que les canaux de transmission du taux de change réel à la productivité diffèrent selon que la croissance de cette dernière est due au progrès technique ou à l'efficacité dans l'utilisation des facteurs de production. C'est pourquoi la troisième section présente la décomposition de la croissance de la productivité des provinces chinoises entre ces deux composantes. La quatrième section présente les résultats d'une estimation économétrique (sur la période 1993-2001) de la variation de la productivité globale des facteurs (et de ses composantes) dans les différentes provinces en fonction du taux de change réel, des variables considérées comme des canaux de transmission du taux de change réel à la productivité et d'autres variables de contrôle. Les résultats de l'estimation ne réfutent pas l'hypothèse que l'appréciation réelle de la monnaie chinoise a exercé un effet favorable sur l'efficacité technique, mais simultanément il semble qu'elle ait eu un effet défavorable sur le progrès technique.

## **2. Comment l'appréciation du taux de change réel a-t-elle pu influencer la croissance de la productivité des facteurs de production en Chine : une analyse théorique**

Il existe dans la littérature théorique des arguments contradictoires quant à l'effet du taux de change réel sur la croissance de la productivité globale des facteurs, que celle-ci s'explique par l'amélioration de l'efficacité technique ou par le progrès technique. Nous rappelons successivement les arguments susceptibles d'expliquer un effet favorable puis défavorable de l'appréciation réelle, autrement dit de la baisse du prix relatif des biens échangeables.

### **2.1. Pourquoi l'appréciation réelle devrait-elle être favorable à la productivité ?**

Il existe un certain nombre d'arguments qui permettent de soutenir que l'appréciation réelle de la monnaie pourrait être favorable à l'accroissement de la productivité des facteurs.

D'une part l'appréciation réelle réduit le coût relatif des importations d'équipement et tend à accroître l'intensité capitaliste des entreprises. Celle-ci est elle-même porteuse de progrès technique, mais sans-doute aussi d'une moindre efficacité technique due aux difficultés de gestion de techniques de production plus capitalistes et sophistiquées. D'autre part, l'appréciation réelle se traduit par une augmentation de la rémunération réelle du travail susceptible d'induire une amélioration de la productivité des travailleurs dans un pays où les salaires des travailleurs non qualifiés sont encore faibles. Cette hypothèse a été développée dès les années cinquante par H.

Leibenstein, qui considérait que dans les pays en développement une rémunération trop faible du travail pouvait altérer la santé et la capacité au travail des ouvriers et montrait que la motivation des travailleurs agit sur l'efficacité de la combinaison productive, ce qu'il appelait "efficience-X". L'augmentation de la rémunération des travailleurs induite par l'appréciation réelle concerne aussi les travailleurs qualifiés ; on peut donc supposer qu'elle tend à ralentir l'expatriation de ces travailleurs (sur ce point Harris 2001). Or la Chine souffre d'un brain drain important et on observe un retour en Chine des chinois expatriés dans les années quatre vingt dix avec une meilleure rémunération.

Enfin, il est possible que l'appréciation réelle exerce un effet globalement favorable sur la productivité des entreprises industrielles par une intensification de la concurrence étrangère. Les firmes peuvent être contraintes à fermer leurs usines les moins efficaces ; il s'agirait en quelque sorte d'un phénomène de « destruction créatrice », bénéficiant aux entreprises les plus performantes. Il se peut aussi que l'appréciation réelle pousse les entreprises à améliorer leur efficacité technique dans un contexte de monopole ou d'oligopole collusoire (Krugman 1989). L'argument est le suivant. Les managers ne touchent qu'une partie du profit qui pourrait être engendré par une meilleure gestion ou un effort plus important de leur part, une part du profit supplémentaire allant aux propriétaires de l'entreprise : en situation de monopole ils ne choisissent donc pas l'effort qui maximise le profit. Comme le disait Marshall « le meilleur profit d'un monopole est une vie tranquille » Dans une situation d'oligopole (due à l'introduction de concurrents étrangers voire dans le cas de la Chine de concurrents installés dans d'autres provinces), les managers vont choisir un niveau d'effort plus important, non seulement parce qu'à court terme cela pourrait accroître le profit, mais aussi parce que la réduction des coûts dissuade les entreprises concurrentes de produire et évite une baisse du prix du bien. « A cause de ce rendement stratégique, il existe un bénéfice additionnel induit par l'effort qui peut avoir pour effet de pousser l'effort plus près de son niveau optimum »<sup>6</sup>.

## **2.2. Pourquoi l'appréciation réelle devrait-elle être défavorable à la productivité ?**

L'argument le plus traditionnel relatif à l'effet négatif de l'appréciation réelle sur la productivité repose sur le fait que l'appréciation réelle tend à ralentir la croissance des exportations. Et de fait si la Chine depuis sa transition vers l'économie de marché a connu une

---

<sup>6</sup> Voir Krugman (1989) p. 133.

croissance très rapide des exportations, celle-ci semble toutefois s'être ralentie avec l'appréciation de la monnaie dans les années quatre-vingt-dix. La croissance annuelle moyenne des exportations en dollars courants est passée de 13,7 % pour la période de 1985 à 1993 où le taux de change réel s'est déprécié à 12.8 % de 1994 à 2002 où au contraire le taux de change s'est apprécié. Or on s'attend qu'une ouverture commerciale croissante exerce des effets favorables sur la productivité eux-mêmes de plusieurs ordres.

La croissance des exportations entraîne une ré-allocation des facteurs de production en direction du secteur d'exportation, considéré comme plus efficace que les autres secteurs (Feder, 1983 ; Guillaumont, 1994). Cet argument semble pertinent en Chine où le secteur d'exportation est constitué par l'industrie légère de biens de consommation (55% des exportations en 2001<sup>7</sup>). Ce secteur, très intensif en main d'œuvre, correspond à l'avantage comparatif de la Chine (Yue et Hua, 2002) et son efficacité technique est sans doute supérieure à celle de l'industrie lourde et de l'agriculture, ainsi qu'à celle des services. Notons que ce premier argument repose sur une vision dualiste de l'économie selon laquelle, en raison d'obstacles à la mobilité de la main d'œuvre, la productivité marginale du travail n'est pas égale dans les différents secteurs. Cette hypothèse paraît bien adaptée à la Chine où les travailleurs ne peuvent choisir librement leur lieu de travail. L'avantage relatif, en termes d'efficacité, du secteur manufacturier en Chine a pu s'accroître dans le temps par le phénomène d'apprentissage de la main d'œuvre (*learning by doing*) et en raison des économies d'échelle liées à l'expansion des marchés. C'est pourquoi il est susceptible de se manifester plusieurs années encore après le début de la transition de l'économie chinoise, et donc dans les années quatre-vingt-dix. Cela est d'autant plus vraisemblable que le secteur d'exportation émet des économies externes au bénéfice de l'ensemble de l'économie : diffusion de capacités de gestion et formation de la main d'œuvre.

En revanche l'influence de l'expansion du secteur d'exportation sur le progrès technique est plus incertaine. L'industrie de biens de consommation ou de petit équipement sur laquelle a reposé en Chine l'expansion des exportations est moins apte sans doute à générer du progrès technique que l'industrie lourde, d'autant plus qu'une grande part est une activité d'assemblage de composants importés. Par conséquent il est possible qu'une part croissante de l'exportation dans la production chinoise soit associée à un moindre progrès technique.

---

<sup>7</sup> *China Statistical Yearbook*.



L'effet favorable de l'ouverture extérieure sur la productivité passe aussi par les investissements directs étrangers. En Chine, comme dans les autres pays en développement, les investissements étrangers se sont concentrés dans les secteurs des biens échangeables, notamment le secteur manufacturier. Ils ont été favorisés par la dépréciation réelle de la monnaie jusqu'en 1994. En effet dès 1993 la Chine est devenue le premier pays d'accueil parmi les pays en développement des investissements directs étrangers (Démurger, 2002). Puis l'appréciation réelle de la monnaie a pu contribuer au ralentissement observé à la suite de la crise asiatique en 1997. On considère que les entreprises étrangères apportent du progrès technique et leur savoir-faire<sup>8</sup>. Leur action s'exerce par la création de filiales plus performantes que les entreprises locales et aussi par la diffusion à ces dernières des nouvelles techniques de production et de meilleurs modes de gestion. Ce phénomène d'imitation se produit dans les entreprises concurrentes, mais plus encore sans-doute dans les entreprises locales fournisseurs ou clientes des entreprises étrangères (Sun, 1998).

Cependant l'effet potentiellement défavorable de l'appréciation réelle sur la productivité des facteurs n'est pas exclusivement lié à la moindre croissance des exportations ou des investissements directs étrangers. En effet, l'appréciation réelle défavorise la substitution aux importations de la production nationale en même temps que les exportations. En diminuant de manière générale les profits des secteurs de production de biens échangeables (industrie et agriculture concurrencées par l'extérieur au profit des services et des activités protégées), elle réduit leur capacité d'autofinancement et leur investissement. Si les entreprises industrielles sont les plus innovatrices, l'appréciation réelle peut par ce canal défavoriser l'adoption de nouvelles techniques de production (le progrès technique) bien au-delà des seules industries d'exportation ou des secteurs investis par les entreprises étrangères.

En résumé le taux de change réel exerce de multiples effets sur la productivité globale des facteurs qui diffèrent selon que celle-ci résulte du progrès technique ou de l'efficience. Une part importante de ces effets passent par l'ouverture commerciale et financière vis-à-vis de l'extérieur que tend à défavoriser l'appréciation de la monnaie. On s'attend à un effet positif de l'ouverture commerciale (saisie par le taux d'exportation) principalement sur l'efficience technique, alors que les investissements directs étrangers devraient être favorables aussi bien au progrès technique qu'à

---

<sup>8</sup> Sur les nombreuses études de cette relation, voir Chen et Démurger (2002).

l'efficacité. D'autre part, l'appréciation réelle de la monnaie, en agissant positivement sur l'intensité capitalistique, devrait être favorable au progrès technique, mais défavorable à l'efficacité. Il existe sans doute aussi des effets généraux du taux de change réel, liés à la variation des prix relatifs que celle-ci implique et qui ne sont pas captés par les variables intermédiaires que sont le taux d'exportation, le taux d'investissements directs étrangers et l'intensité capitalistique. On peut faire l'hypothèse que l'appréciation réelle est défavorable au progrès technique en réduisant l'incitation à investir dans le secteur industriel ou plus généralement en réduisant la production de biens échangeables, alors que l'efficacité technique devrait être plutôt favorisée par l'appréciation réelle grâce à une meilleure rémunération du travail et intensification de la concurrence.

Les effets de l'appréciation réelle de la monnaie sur la productivité identifiés jusqu'ici sont des phénomènes de moyen ou long terme (Harris, 2001). Il est aussi possible qu'à court terme ou de manière transitoire l'appréciation de la monnaie, en réduisant la demande dans le secteur des biens échangeables, ait abaissé le taux d'utilisation des facteurs de production et conduit momentanément à une moindre efficacité technique.

### **2.3 Le modèle économétrique**

Comme les effets attendus du taux de change réel sur l'efficacité et sur le progrès technique sont différents, le modèle économétrique que nous estimerons sur l'échantillon composé de l'ensemble des provinces chinoises sur la période 1993-2001 sera fondé sur la distinction entre efficacité technique et progrès technique. Ainsi trois fonctions seront-elles successivement estimées, relatives à la variation de l'efficacité technique ( $\dot{ET}$ ), du progrès technique ( $\dot{PT}$ ), et de la productivité globale des facteurs ( $\dot{PTF}$ ) dans les différentes provinces chinoises.

Parmi les variables explicatives à côté du taux de change réel (ER), nous introduirons des variables de contrôle, considérées comme indépendantes du taux de change réel, relatives à l'importance des entreprises publiques (ENP) et au niveau d'éducation (EDU). On peut en effet supposer que les entreprises publiques, auxquelles est réservé en Chine l'essentiel du financement bancaire, ont plus de facilité que les autres entreprises à mettre en œuvre des investissements lourds (à fort contenu d'innovations technologiques), mais qu'en revanche leur efficacité technique est contrainte par un excès de travailleurs qu'il est difficile de licencier. D'autre part la présence

d'une population bien éduquée est un facteur favorable à un bon encadrement dans les entreprises et donc à un progrès de leur efficacité technique. Ainsi, nous introduisons simultanément trois variables du capital humain, concernant la proportion de la population ayant atteint au maximum un niveau d'éducation primaire (EDUP), d'éducation secondaire (EDUS) ou d'éducation universitaire (EDUU). A côté de ces variables de nature structurelle, nous introduisons le PIB réel par tête retardé d'une période ( $YRP_{t-1}$ ) afin de tester un éventuel phénomène de convergence, conformément à la théorie traditionnelle de la croissance. Afin de contrôler pour l'effet transitoire de la conjoncture économique sur le taux d'utilisation des facteurs de production, nous introduisons, dans l'équation de l'efficacité technique et donc dans l'équation de la productivité totale des facteurs, l'écart à son trend du ratio de la variation des stocks au PIB (INV). En effet, ce ratio a connu durant toute la période d'estimation une diminution tendancielle qui reflète sans doute une meilleure efficacité dans l'utilisation des biens de consommations intermédiaires et la gestion des produits finis, comme cela est normal dans une économie en transition. Aussi considérons-nous qu'un écart positif par rapport au trend reflète une période de baisse de la conjoncture et inversement.

L'ensemble des hypothèses théoriques quant aux effets du taux de change réel présentées précédemment et des signes attendus pour les différentes variables qui découlent de ces hypothèses, sachant qu'une hausse du taux de change réel correspond dans l'estimation économétrique à une appréciation réelle, est résumé dans le tableau 1. Pour tester ces hypothèses nous procéderons en trois étapes. Tout d'abord nous introduirons les variables intermédiaires identifiées comme des canaux de transmission du taux de change réel à la productivité des facteurs, à savoir le taux d'exportation (X), le taux des investissements directs étrangers (FDI) et l'intensité capitaliste (KL). Dans ce modèle le coefficient associé au taux de change réel (ER) captera les effets directs sur la productivité des facteurs de la modification du prix relatif associé à la variation du taux de change réel, ceux qui ne passent ni par le taux d'exportation, ni par le taux des investissements directs étrangers, ni par l'intensité capitaliste. Rappelons qu'on s'attend que ce coefficient soit négatif sur le progrès technique et positif sur l'efficacité.

Les trois fonctions peuvent alors s'écrire de la façon suivante :

Pour l'efficacité technique (équation 1) :

$$\dot{ET}_{it} = a_0 + a_1 ER_{it} + a_2 ENP_{it} + a_3 EDUP_{it} + a_4 EDUS_{it} + a_5 EDUU_{it} + a_6 YRP_{it-1} + a_7 INV_{it} + a_8 TX_{it} + a_9 FDI_{it} + a_{10} KL_{it}$$

Les signes attendus sont comme suit :

$$a_1 > 0, a_2 < 0, a_3 < 0, a_4 < 0, a_5 > 0, a_6 > \text{ou} < 0, a_7 < 0, a_8 > 0, a_9 > 0, a_{10} < 0$$

Pour le progrès technologique (équation 2) :

$$\dot{PT}_{it} = b_0 + b_1 ER_{it} + b_2 ENR_{it} + b_3 EDUR_{it} + b_4 EDUS_{it} + b_5 EDUU_{it} + b_6 YRP_{t-1} + b_7 TX_{it} + b_8 FDI_{it} + b_9 KL_{it}$$

Les signes attendus sont les suivants :

$$b_1 < 0, b_2 > 0, b_3 < 0, b_4 < 0, b_5 > 0, b_6 > \text{ou} < 0, b_7 > \text{ou} < 0, b_8 > 0, b_9 > 0$$

Pour la productivité totale des facteurs (équation 3) :

$$\dot{PTT}_{it} = c_0 + c_1 ER_{it} + c_2 ENR_{it} + c_3 EDUR_{it} + c_4 EDUS_{it} + c_5 EDUU_{it} + c_6 YRP_{t-1} + c_7 INV_{it} + c_8 TX_{it} + c_9 FDI_{it} + c_{10} KL_{it}$$

avec les signes attendus comme suit :

$$c_1 < \text{ou} > 0, c_2 < \text{ou} > 0, c_3 < 0, c_4 < 0, c_5 > 0, c_6 > \text{ou} < 0, c_7 < 0, c_8 < \text{ou} > 0, c_9 > 0, c_{10} < \text{ou} > 0$$

Ensuite, afin de pouvoir mesurer l'effet total du taux de change réel sur la variation de l'efficience, du progrès technique et de la productivité totale des facteurs, nous estimerons respectivement le taux d'exportation, le taux d'investissements directs étrangers et l'intensité capitalistique en fonction du taux de change réel. Enfin nous remplacerons ces variables intermédiaires, canaux de transmission du taux de change réel à la productivité, par les résidus de ces trois fonctions dans l'estimation des équations 1, 2 et 3 relatives à la variation de la productivité des facteurs et de ses deux composantes. En effet ces résidus représentent la part de l'ouverture commerciale, des investissements directs étrangers ou de l'intensité capitalistique qui ne s'explique pas par le taux de change réel. La seule conséquence de cette substitution des résidus aux variables elles-mêmes est la modification du coefficient associé au taux de change réel qui capte désormais l'ensemble des effets du taux de change réel sur la productivité globale des facteurs ou sur ses composantes.

Tableau 1

Impacts attendus du taux de change réel (une hausse correspondant à une appréciation) sur l'efficiencia et le progrès technique

|                                   | Impact du taux de change sur les variables intermédiaires | Impact des variables intermédiaires sur la productivité | Impact du taux de change sur la productivité |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Impact indirect du taux de change | => ouverture extérieure                                   | +> efficacité technique                                 | => efficacité technique                      |
|                                   |                                                           | ?> progrès technique                                    | ?> progrès technique                         |
|                                   |                                                           | ?> productivité totale                                  | ?> productivité totale                       |
|                                   | => Investissements directs étrangers                      | +> efficacité technique                                 | => efficacité technique                      |
|                                   |                                                           | +> progrès technique                                    | => progrès technique                         |
|                                   |                                                           | +> productivité totale                                  | => productivité totale                       |
|                                   | +> Intensité capitaliste                                  | => efficacité technique                                 | => efficacité technique                      |
|                                   |                                                           | +> progrès technique                                    | +> progrès technique                         |
|                                   |                                                           | ?> productivité totale                                  | ?> productivité totale                       |
| Impact direct du taux de change   |                                                           | +> efficacité technique                                 |                                              |
|                                   |                                                           | => progrès technique                                    |                                              |
|                                   |                                                           | ?> productivité totale                                  |                                              |
| Impact total du taux de change    |                                                           | ?> efficacité technique                                 |                                              |
|                                   |                                                           | ?> progrès technique                                    |                                              |
|                                   |                                                           | ?> productivité totale                                  |                                              |

### 3. Mesure de la productivité globale des facteurs et de ses deux composantes

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour calculer la productivité. On peut s'intéresser à la productivité partielle, calculée simplement en divisant la production par un facteur de production, mais cette mesure est biaisée en raison de la substitution possible entre les facteurs de production. Afin d'éviter ce biais, on peut calculer la productivité totale des facteurs de production (PTF), mesurée comme le rapport entre la production (valeur ajoutée) et la somme pondérée des facteurs de production. La méthode traditionnelle de mesure de la PTF consiste à estimer une fonction de production de type Cobb-Douglas et à considérer la part du produit non expliquée par les facteurs de production ou le résidu de la fonction comme une mesure de la PTF. Mais ce résidu représente le niveau technologique dans l'hypothèse d'une efficacité technique parfaite. Cette dernière hypothèse est contestable, en particulier pour les pays en transition, comme la Chine. L'indice de Malmquist que nous allons utiliser ici permet de se passer de cette hypothèse et de décomposer la productivité totale des facteurs en efficacité technique et progrès technique.

#### 3.1. La notion de frontière de production et la distinction entre efficacité et progrès technique

Farrell (1957), suivi de Aigner, Lovell et Schmidt (1977) et de Meeusen et Van des Broeck (1977), ont défini l'efficacité technique comme le rapport de la production observée à la production maximale ou potentielle qui pourrait être obtenue, compte tenu de la technologie disponible, avec la même quantité de facteurs de production. Cette production maximale est aussi appelée frontière de production. Ainsi l'efficacité technique peut être introduite dans un modèle en panel, à partir d'une fonction de production classique, de la manière suivante :

$$Y_{it} = Y_{it}^* \cdot ET_{it} = f(X_{it} \cdot PT_{it}) \cdot ET_{it}, \text{ avec } t = 1, \dots, T \text{ et } i = 1 \dots N$$

où  $Y_{it}$  représente le niveau de la production observée,  $Y_{it}^*$  le niveau de la production à la frontière,  $ET_{it}$  le niveau de l'efficacité technique,  $PT_{it}$  le niveau du progrès technique et  $X_{it}$  les facteurs de production, pour la province  $i$  pendant la période  $t$ .

Cette fonction de production peut alors être transformée en taux de croissance comme suit :

$$\dot{Y}_{it} = f_x \dot{X}_{it} + f_i \dot{PT}_{it} + \dot{ET}_{it}$$

où  $\dot{Y}_t$ ,  $\dot{X}_t$ ,  $\dot{PT}_t$  et  $\dot{ET}_t$  représentent respectivement la croissance de la production, des facteurs de production, du progrès technique et de l'efficacité technique.  $f_x$  et  $f_t$  représentent respectivement les élasticités de la production par rapport aux facteurs de production et au progrès technique.

### 3.2 L'indice de la productivité globale des facteurs de Malmquist

L'indice de Malmquist est un indice de la productivité globale des facteurs calculé sur la base de l'année précédente. Il est la moyenne géométrique d'un indice d'efficacité et d'un indice de progrès technique, calculés également sur la base de l'année précédente. L'indice d'efficacité est un indice du ratio de la production observée à la production potentielle compte tenu de la technologie disponible. L'indice de progrès technique est un indice de la production potentielle qui peut être mesuré à partir du niveau des facteurs de production de l'année courante ou de l'année de base. On a donc fait pour le calcul de l'indice de Malmquist, la moyenne (également géométrique) de ces deux indices de progrès technique.

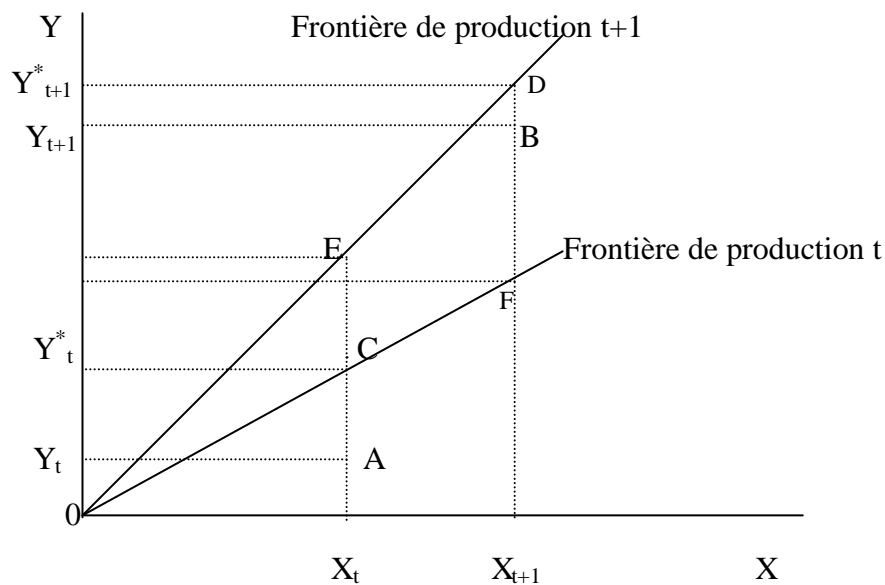
L'indice de Malmquist peut être illustré par le graphique 3 qui représente la production observée et la production potentielle en fonction d'une combinaison des facteurs de production (Nishimizu et Page, 1982 ; Kalirajan et al., 1996 ; Wu, 2002). Les points A et B représentent les niveaux observés de la production à deux périodes ou années successives  $t$  et  $t+1$ , soit  $Y_t$  et  $Y_{t+1}$ , et les points C et D respectivement les niveaux à la frontière de production ou niveaux potentiels, soit  $Y_t^*$  et  $Y_{t+1}^*$ , avec une quantité des facteurs de production et une technologie différentes dans chacune des deux périodes. La variation de la distance de la production observée à la production à la frontière entre la période  $t$  et la période  $t+1$  représente le changement de l'efficacité technique. Le progrès technique est représenté par le déplacement de la frontière de production d'une période à l'autre, qui peut être mesuré soit au niveau des facteurs de production en  $t$  ( $X_t$ ), soit en  $t+1$  ( $X_{t+1}$ ).

Pratiquement, le calcul de l'indice de Malmquist utilise des fonctions de distance. Il consiste à calculer le rapport de la production réalisée à la production à la frontière, en combinant les niveaux successifs de facteurs de production et de technologie disponible, ce qui conduit à mesurer quatre fonctions de distance. Deux premières fonctions sont calculées en considérant la technologie de la période  $t$  et successivement le montant des facteurs de

production en t et celui en t+1, soit  $d_o^t(Y_t, X_t)$  et  $d_o^t(Y_{t+1}, X_{t+1})$ . Sur le graphique 3 ces deux éléments correspondent respectivement aux rapports des ordonnées des points A et C, soit A/C et des points B et F, soit B/F. On en déduit un premier indice de productivité soit :

$$M_o^t(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \left[ \frac{d_o^t(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^t(Y_t, X_t)} \right] = \frac{A/C}{B/F}$$

Graphique 3 : Décomposition de la croissance de production



Selon le même principe, deux autres fonctions sont calculées en considérant la technologie de la période t+1 avec les montants des facteurs de production en t, puis en t+1 comme suit :  $d_o^{t+1}(Y_t, X_t)$ , représenté sur le graphique par A/E et  $d_o^{t+1}(Y_{t+1}, X_{t+1})$  représenté par B/D. On en déduit comme précédemment l'indice de productivité suivant :

$$M_o^{t+1,t}(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \left[ \frac{d_o^{t+1}(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^{t+1}(Y_t, X_t)} \right] = \frac{A/E}{B/D}$$

Afin de ne pas choisir arbitrairement la technologie de référence et en suivant Färe et al (1994), nous calculerons l'indice de la productivité totale des facteurs de Malmquist comme la moyenne géométrique des deux indices précédents, soit :

$$M_o^{t+1,t}(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \left[ \frac{d_o^t(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^t(Y_t, X_t)} * \frac{d_o^{t+1}(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^{t+1}(Y_t, X_t)} \right]^{1/2}$$



L'équation précédente peut être réécrite de la manière suivante :

$$M_o^{t+1,t}(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \frac{d_o^{t+1}(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^t(Y_t, X_t)} \left[ \frac{d_o^t(Y_{t+1}, X_{t+1})}{d_o^{t+1}(Y_{t+1}, X_{t+1})} \frac{d_o^t(Y_t, X_t)}{d_o^{t+1}(Y_t, X_t)} \right]^{1/2}$$

Le premier terme représente le changement d'efficacité technique entre les deux périodes, c'est-à-dire la convergence des provinces vers la frontière de production. Sur le graphique 3, il s'agit du ratio des ordonnées des points B et D rapporté au ratio des ordonnées des points A et C, soit  $ET_o^{t+1,t}(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \frac{B/D}{A/C}$ . Le second représente le progrès technique, i.e. le déplacement de la frontière de production, soit sur le graphique  $PT_o^{t+1,t}(Y_{t+1}, X_{t+1}, Y_t, X_t) = \left[ \frac{D * E}{F * C} \right]^{1/2}$ . L'indice de Malmquist est inférieur, égal ou supérieur à 1 selon que l'on observe respectivement une détérioration, une stagnation ou une amélioration de la productivité totale des facteurs.

### 3.3. La méthode DEA (Data Envelopment Analysis)

Le calcul de l'indice de Malmquist implique de mesurer la frontière de production ou frontière d'efficacité. Pour calculer cette frontière la méthode non paramétrique la plus utilisée est la méthode DEA (Data Envelopment Analysis). Elle consiste à construire une frontière d'efficacité qui enveloppe les données à l'aide d'un programme linéaire sous des hypothèses relatives à la convexité et à la monotonie de l'ensemble des possibilités de production. Ainsi, avec la méthode DEA, nous pouvons construire une frontière de production empirique par morceaux, constituée par les provinces les plus efficaces et mesurer la distance de chaque province à cette frontière comme l'efficacité (Battest et al., 1997) Autrement dit la frontière de production ou la meilleure pratique (Fare et alii, 1994) est commune à toutes les provinces. Celles-ci ont des indices de progrès technique différents puisqu'elles n'utilisent pas les mêmes facteurs de production et n'ont donc pas le même degré d'innovation.

L'avantage de cette méthode est qu'elle n'impose pas la même fonction de production pour toutes les provinces chinoises, comme le ferait la méthode paramétrique. C'est pourquoi nous l'adoptons ici. Son inconvénient est cependant de ne pas tenir compte des erreurs de mesures et des chocs aléatoires comme le permettrait la méthode paramétrique<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> La croissance du produit non expliquée par l'évolution des facteurs de production peut être liée à des phénomènes qui n'ont aucun rapport avec la PTF, tels que l'erreur de mesure, variations climatiques etc.

### 3.4. Mesure de la productivité des provinces chinoises

L'indice de la productivité totale des facteurs de production de Malmquist et ses deux composantes, le progrès technique et l'efficacité technique, ont été calculés de 1993 à 2001 pour les vingt neuf provinces chinoises<sup>10</sup>. Le logiciel de DEAP version 2.1 est appliqué (Coelli, 1998).

Les données sur le PIB et l'emploi sont issues des éditions annuelles du *China Statistical Yearbook*. Le PIB réel a été calculé en divisant le PIB nominal par son déflateur. En revanche nous ne disposons pas d'évaluation du capital pour chaque province. Nous l'avons donc calculé à partir de la formation brute de capital fixe (FBCF). Les données relatives à celle-ci sont tirées de *Comprehensive statistical data and materials on 50 years of New China* pour les années 1952-1998, et complétées par *les China statistical yearbook*.<sup>11</sup>

Nous avons effectué un calcul en deux temps. Nous avons d'abord évalué le stock de capital fixe initial de la période d'estimation, i.e. l'année 1992, par la méthode de l'inventaire permanent, en supposant un taux de dépréciation annuelle de 5% comme suit :  $KR_t = (1-0.05)KR_{t-1} + IR_t$  où KR et IR représentent le stock de capital et l'investissement, à prix constants. Cette formule impose de connaître la formation brute de capital fixe pendant les vingt années antérieures et revient à considérer qu'en 1972 le capital est égal au flux d'investissement. Le capital en 1992 ( $KR_{92}$ ) est égal à la somme des FBCF à prix constants nettes des amortissements de la période 1972 à 1992. La formule de calcul est la suivante :

---

<sup>10</sup>La Chine est composée de 22 provinces (Hebei, Liaoning, Jiangsu, Zhejiang, Fujian, Shandong, Guangdong et Hainan, Shanxi, Jilin, Heilongjiang, Henan, Anhui, Hubei, Hunan et Jiangxi Gansu, Shaanxi, Sichuan, Guizhou, Yunnan et Qinghai), quatre municipalités autonomes sous le contrôle direct du gouvernement central (Beijing, Tianjin, Shanghai et Chongqing), et cinq régions autonomes (Guangxi, Mongolie Intérieure, Ningxia, Xinjiang et Tibet). Dans notre analyse économétrique, la région autonome du Tibet est absente faute de statistiques, les statistiques de Chongqing, province créée en 1997, ont été incluses dans celles de Sichuan, ce qui conduit à retenir 29 provinces au sens large.

<sup>11</sup> La formation brute de capital fixe en termes réels a été calculée en divisant la FBCF à prix courants par les prix de la FBCF pour la période de 1972 à 1991 et les prix des investissements de capital fixe de 1992 à 2001, ce qui correspond en Chine deux séries différentes. Les prix de la formation brute de capital fixe (FBCF) sont tirés de *Zhongguo Guorei ShengShang Zongzhi Hesuan Lishi Ziliao, 1952-1995*. Les données manquantes pour certaines provinces sont remplacées par les prix de détail (voir Lin et Liu, 2002). Les prix des investissements fixes sont tirés de *China Statistical Yearbook*. Il aurait été mieux d'utiliser le même déflateur pour l'ensemble de la période de calcul, mais les prix de la FBCF ne sont disponibles que jusqu'en 1995, et les prix des investissements de capital fixe ne sont disponibles qu'à partir de 1992. Nous avons utilisé le même déflateur (les prix des investissements en capital fixe) pour l'ensemble de notre période d'estimation (1993-2001).

$$KR_{92} = \sum_{n=0}^{19} KR_{72+n} * 0.95^{20-n} + IR_{92}$$

où  $KR_{72} = IR_{72}$

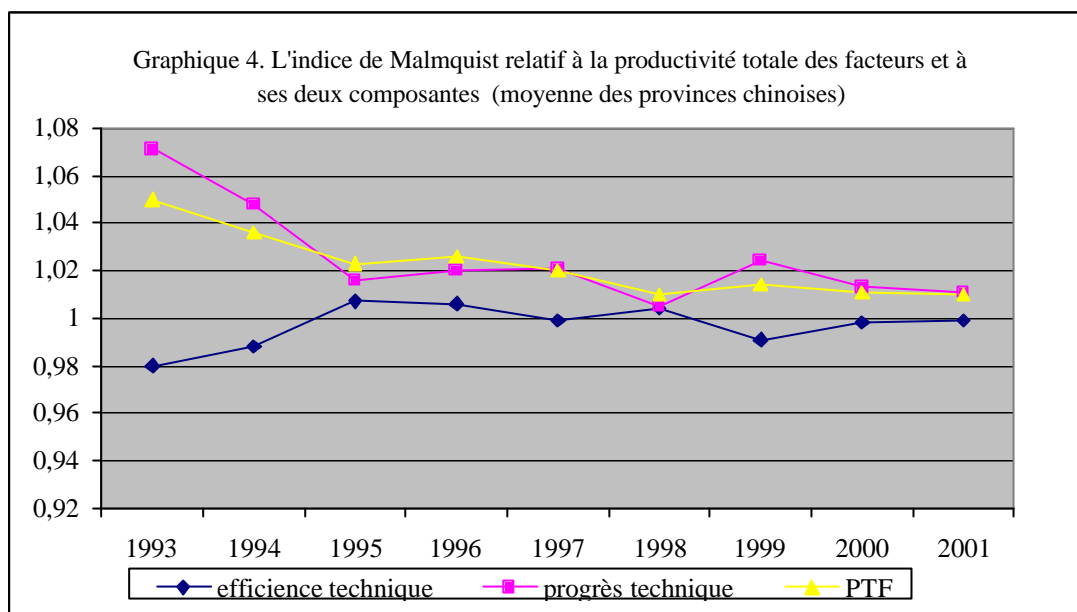
Une fois estimé le capital initial en 1992, comme la dépréciation du capital de chaque province est disponible à partir de 1993, le capital pour la période 1993-2001 est calculé comme suit :  $KR_t = KR_{t-1} + IR_t - DR_t$ , où DR représente les dépréciations réelles, calculées à partir des données relatives aux dépréciations nominales déflatées par les prix des investissements de capital fixe.

En moyenne la productivité totale des facteurs des provinces chinoises s'est accrue au taux annuel moyen de 2,2 % de 1993 à 2001. Elle s'est améliorée tout au long de la période mais avec une tendance à la baisse du taux de croissance (graphique 4). La plus forte croissance annuelle de la productivité est observée en 1993 où elle atteint 5 %. Le taux de croissance de la productivité a diminué jusqu'à 1 % en 1998, et puis est resté à ce niveau jusqu'à 2001. L'amélioration de la productivité est due au progrès technique qui a connu un taux de croissance annuel moyen de 2,5 %. Au contraire, l'efficacité technique s'est détériorée de 0,3 % en moyenne par an pendant le même période.

La productivité totale des facteurs ne s'est pas accrue au même rythme dans les différentes provinces chinoises. Dans les régions de l'est, du centre et de l'ouest<sup>12</sup>, la croissance a été respectivement de 3 %, 2 % et 1 % en moyenne par an de 1993 à 2001 (voir tableau A1 en annexe). Mais dans les régions du centre et de l'ouest le taux de croissance annuel est devenu nul à partir de 1998. La région de l'est a connu un taux de croissance annuel moyen du progrès technique le plus rapide (4 %), soit le double de celui des régions du centre et de l'ouest. Quant à l'efficacité technique, la région de l'est n'a pas mieux fait que celle du centre. Le taux de croissance annuel moyen de l'efficacité technique est nul à l'est comme au centre, alors que la région de l'ouest a connu une détérioration de 1% en moyenne durant la période étudiée.

---

<sup>12</sup> La région de l'est comprend Beijing, Tianjin, Hebei, Liaoning, Shanghai, Jiangsu, Zhejiang, Fujian, Shandong, Guangdong et Hainan. La région du centre comprend Shanxi, Mongolie intérieure, Jilin, Heilongjiang, Anhui, Jiangxi, Henan, Hunan et Hubei et Guangxi; La région de l'Ouest concerne Sichuan (incluant Chongqi), Guizhou, Yunnan, Shanxi, Gansu, Qinghai, Ningxia et Xinjiang.



Note : un chiffre supérieur à 1 représente une amélioration de la productivité et un chiffre inférieur une diminution.

Sur l'ensemble de la période d'estimation 1993-2001, le taux de croissance annuel moyen de la productivité totale des facteurs s'étage entre  $-1,8\%$  pour Guangxi et  $8,1\%$  pour Shanghai, celui du progrès technique entre  $0\%$  pour Gansu et  $1,8\%$  pour Shanghai, et celui de l'efficacité technique entre  $-2,5\%$  pour Shanxi et  $2,8\%$  pour Anhui (voir tableau A2 en annexe).

#### 4. L'estimation économétrique de la productivité totale des facteurs et de ses deux composantes

Les estimations économétriques de l'impact du taux de change effectif réel sur la croissance de la productivité et de ses deux composantes sont fondées sur les données annuelles des provinces de la période 1993-2001. Il s'agit d'une estimation en panel, toutes les variables étant exprimées en logarithmes. Les données concernant les provinces chinoises sont tirées de *China Statistical Yearbook*, sauf indication contraire. Plusieurs arguments justifient le choix de la période d'estimation. C'est à partir de 1992-1993 que la Chine apparaît véritablement comme une économie de marché, alors qu'auparavant les prix intérieurs sont assez largement déconnectés des prix mondiaux (Guillaumont Jeanneney et Hua 2002). Depuis 1993 le taux de change réel est stable ou s'apprécie (cf graphique 1 de

l'introduction). Enfin le choix de la période permet d'utiliser des statistiques relativement homogènes, notamment en ce qui concerne le taux d'exportation et le prix des investissements fixes.

#### **4.1. La définition et le calcul des variables**

##### **4.1.1. La variable expliquée : l'indice de Malmquist**

Nous avons utilisé les indices de Malmquist définis dans la section précédente, relatifs à la croissance de la PTF et de ses deux composantes. Calculés par le logiciel DEAP, ils ont des valeurs autour de 1, nous les avons multipliés par 100 puis exprimés en logarithmes. Ils sont ainsi une approximation du taux de croissance de la productivité.

##### **4.1.2 Le taux de change effectif réel**

Comme en 1993 il existait encore deux taux de change en Chine, le taux officiel et le taux swap, le cours de change du yuan en dollars a été calculé pour cette année comme une moyenne pondérée de ces deux taux de change, la pondération découlant du taux de rétention des devises. Les indices des taux de change effectifs réels des provinces chinoises ont été calculés, sur la base 1995 = 100, comme le rapport entre l'indice des prix à la consommation de la province considérée et la moyenne des indices de prix à la consommation, convertis en yuans, de ses quinze premiers partenaires commerciaux<sup>13</sup> (définis en fonction de l'origine géographique des importations en 1998<sup>14</sup>). Ainsi une hausse du taux de change effectif réel correspond à une appréciation de la monnaie. Le taux de change nominal pondéré du Yuan vis-à-vis du dollar calculé pour 1993 n'est pas identique pour toutes les provinces parce que le cours de change « swap » diffère d'une province à l'autre (Khor, 1993). Bien que pour le reste de la période d'estimation les provinces chinoises aient le même taux de change nominal, désormais unique, leur taux de change effectif réel a évolué de façon différente, en raison de la diversité de leurs partenaires commerciaux étrangers et de la disparité de leur taux d'inflation (voir graphique 2 dans l'introduction).

---

<sup>13</sup> Nous avons dû éliminer malheureusement quelques pays de l'ex-union soviétique pour lesquels nous ne disposions pas de données de taux de change. Les indices de prix des partenaires extérieurs sont tirés du FMI, *Statistiques Financières Internationales*. Les indices de prix de chaque province sont tirés de *China Statistical Yearbook*. Les taux swaps de chaque province en 1992 et 1993 sont empruntés à Khor (1993).

### 4.1.3 Les variables représentant les canaux de transmission du TCER à la productivité

Comme nous l'avons expliqué dans la section 2, l'impact du taux de change effectif réel sur la productivité passe en partie par les exportations, l'investissement direct étranger et l'intensité capitalistique. La première variable explicative est donc le rapport des exportations de chaque province vis-à-vis de l'étranger à son produit intérieur brut. Les données sur le commerce des provinces vis-à-vis de l'étranger ne sont disponibles que depuis 1992, année où la Chine commence à utiliser le système harmonisé international permettant une meilleure classification des données. Ces données sont établies par la *General Administration of Customs of the People's Republic of China* qui ventile le commerce extérieur par province (conformément aux critères internationaux) en fonction de l'origine de la production (pour les exportations) et de la destination finale des produits (pour les importations) (S. Guillaumont et Hua, 2001). Elles sont sensiblement différentes de celles établies pour toute la période de transition par le *Ministry of Foreign Trade and Economic Cooperation* (cf. *China Regional Economy : A Profile of 17 Years of Reform and Opening Up* et *Almanac of China's Foreign Economic Relations and Trade*). Les différences entre ces deux séries semblent provenir principalement du fait que les importations et les exportations réalisées par les sociétés contrôlées directement par le gouvernement central ne sont pas comptées dans les statistiques du Ministère<sup>15</sup>. En effet, ces sociétés importent en grande quantité des produits de base (céréales, engrais etc.), qu'elles vendent sur les marchés intérieurs, ces importations étant sans doute considérées comme des biens intérieurs du point de vue des provinces (Naughton, 1999)<sup>16</sup>.

Pour chaque province le taux des investissements directs étrangers (FDI) est le rapport des investissements reçus à la formation brute de capital fixe (FBCF). L'intensité capitalistique est le rapport du capital fixe en termes réels à l'emploi total..

### 4.1.4. Les autres variables de contrôle

Les variables d'éducation, représentant le capital humain de chaque province, sont

---

<sup>14</sup> Année pour laquelle nous avons pu nous procurer l'origine des importations des différentes provinces auprès de *China's Customs General Administration*.

<sup>15</sup> Les différences des taux d'ouverture sont ainsi très importantes, particulièrement pour les trois villes autonomes, Pékin (81 % selon les données douanières et 26% selon les données du Ministère), Tianjin (43 % et 33 %), Shanghai (62 % et 23%), Guangdong (124% et 60%) et Hainan (50% et 62 %).

<sup>16</sup> Le choix des données douaniers se justifie d'autant plus qu'à partir de l'année 2000, le Ministère se réfère à ces mêmes données.

calculées comme les parts de la population ayant atteint au maximum un niveau d'éducation primaire, secondaire ou universitaire. Les données pour les années 1990, 1996, 1999 et 2000 sont disponibles dans *China Statistical Yearbook*. Pour les autres années, nous avons utilisé la méthode de calcul présentée par Démurger (1988). Cette méthode consiste à calculer le stock de diplômés en ajoutant au stock de l'année précédente les nouveaux diplômés et en enlevant le nombre de décès de l'année correspondante (en supposant que le taux de mortalité est le même pour les trois catégories de diplômés) puis à diviser le résultat par la population. Le taux d'emploi des entreprises étatiques est mesuré par le nombre d'emplois dans les entreprises publiques par rapport à l'emploi total de chaque province. Rappelons qu'en ce qui concerne la variation des stocks, on utilise les écarts au trend du ratio de la variation des stocks au PIB. Les PIB par tête de chaque province ont été calculés à partir des PIB exprimés en yuans constants de 1995, convertis en dollars par le taux de change du yuan vis-à-vis du dollar de 1995 (soit selon la méthode de la Banque mondiale dans *World Development indicators*), et divisés par la population.

#### **4.2. Les tests économétriques**

Le test Im-Pesaran-Shin de stationnarité nous permet de rejeter l'hypothèse d'une racine unitaire pour toutes les variables de notre estimation (voir tableau 2). Les résultats de Breusch et Pagan LM test et du test spécifique de Hausman indiquent que nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse d'un modèle à effets fixes (voir tableau 2). Toutes nos variables étant stationnaires, nous pouvons procéder à l'estimation en panel.

Le principal problème économétrique potentiel est celui de l'endogénéité des variables explicatives. Nous avons rappelé dans l'introduction l'effet Balassa-Samuelson qui suppose une relation inverse de celle testée ici entre la croissance de la productivité et le taux de change réel. Le problème d'endogénéité se pose aussi pour les autres variables explicatives de nature macro-économique. Nous avons montré (Guillaumont Jeanneney et Hua, 2002) que par application du principe de Balassa-Samuelson, le taux de change effectif réel des provinces est une fonction du rapport du PIB de chaque province d'une part à celui de ses partenaires commerciaux étrangers<sup>17</sup> et d'autre part au PIB de l'ensemble de la Chine. Ces variables sont utilisées comme instruments du taux de change. Pour le taux d'exportation, le taux des

---

<sup>17</sup> Source FMI *Statistiques financières internationales*

investissements directs étrangers, l'intensité capitalistique et le taux de variation des stocks, les instruments sont constitués par les variables retardées d'une année et par une variable muette égale à un pour les provinces côtières. Les résultats du DWH test ne nous permettent pas de rejeter l'endogénéité de ces variables (voir tableau 3). Les résultats du test d'hétéroskedasticité de Pagan/hall, qui est le plus pertinent dans l'estimation avec les variables instrumentales, nous permettent alors de préférer le Modèle des Moments Généralisés avec les variables instrumentales au modèle à effets fixes (Baum, Schaffer and Stillman, 2003). Enfin, la pertinence et la validité des instruments sont testées en utilisant les tests de sur-identification de Sargan. Les résultats ne permettent pas de rejeter l'hypothèse que les instruments sont indépendants des termes d'erreur.

Tableau 2. Test de stationnarité de Im-Pesaran-Shin<sup>a</sup> des variables

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| Efficienc e technique                          | -5.999***  |
| Progrès technique                              | -3.74***   |
| Productivité totale des facteurs               | -18.167*** |
| Taux de change effectif réel                   | -5.667***  |
| Taux d'emploi public                           | -2.164**   |
| Education primaire                             | -5.504***  |
| Education secondaire                           | -3.319***  |
| Education universitaire                        | -7.823***  |
| Pib réel par tête retardé d'une période        | -2.24**    |
| Ecart au trend de la variation des stocks /PIB |            |
| Taux d'exportation                             | -7.273***  |
| Intensité capitalistique                       | -4.975***  |
| FDI/FBCF                                       | -3.625***  |

a. panel t-statistiques

### 4.3. Les résultats des estimations économétriques

Les résultats économétriques sont reportés dans les tableaux 3 à 5. Le tableau 3 présente les résultats des régressions du modèle de base qui contient l'ensemble des variables intermédiaires qui correspondent aux canaux de transmission du taux de change réel à la productivité. Les coefficients relatifs au taux de change réel représentent donc l'impact direct de ce taux sur la croissance de la productivité, celui qui ne passe pas par les variables intermédiaires. Le tableau 4 présente les régressions des variables intermédiaires sur le taux de change réel qui permettent de montrer que celles-ci constituent bien des canaux de transmission du taux de change réel à la croissance de la productivité. Les résidus de ces



régressions sont substitués aux variables intermédiaires pour l'estimation de la croissance de la productivité présentée dans le tableau 5. Ce dernier tableau permet de montrer l'impact total du taux de change réel sur la croissance de la productivité et de ses deux composantes.

**Tableau 3. Estimation de la croissance de la productivité et de ses composantes : le modèle de base**

|                                                        | Effizienz technique | Progrès technique   | Productivité totale des facteurs |
|--------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| Taux de change effectif réel                           | 0.18***<br>(4.30)   | -0.18***<br>(-8.68) | -0.02<br>(-0.54)                 |
| Taux d'emploi public                                   | -0.03***<br>(-3.34) | 0.01***<br>(2.68)   | -0.02**<br>(-2.15)               |
| Education primaire                                     | -0.14***<br>(-2.58) | 0.04<br>(1.06)      | -0.02<br>(-0.47)                 |
| Education secondaire                                   | -0.12*<br>(-1.73)   | 0.03<br>(0.56)      | -0.10<br>(-1.53)                 |
| Education universitaire                                | 0.06**<br>(2.09)    | 0.03***<br>(2.03)   | 0.06**<br>(2.33)                 |
| Pib réel par tête retardé d'une période                | 0.12<br>(1.47)      | -0.07<br>(-0.92)    | 0.02<br>(0.04)                   |
| Ecart au trend de la variation des stocks / PIB        | -0.02*<br>(-1.61)   |                     | -0.02*<br>(-1.64)                |
| Taux d'exportation                                     | 0.04**<br>(2.28)    | -0.03***<br>(-2.86) | 0.02<br>(1.08)                   |
| Intensité capitalistique                               | -0.06***<br>(-2.93) | 0.04***<br>(3.10)   | -0.02<br>(-0.90)                 |
| FDI/FBCF                                               | 0.02<br>(0.79)      | 0.02**<br>(2.15)    | 0.03*<br>(1.84)                  |
| Nombre d'observations                                  | 228                 | 2280                | 228                              |
| R <sup>2</sup>                                         | 0.28                | 0.60                | 0.48                             |
| Breusch et Pagan LM test                               | 25.84               | 25.27               | 81.12                            |
| Test spécifique de Hausman                             | 19.54               | 41.89               | 15.82                            |
| Test d'hétéroskedasticité de Pagan / Hall <sup>b</sup> | 0.20                | 0.000               | 0.08                             |
| DWH test d'endogénéité <sup>b</sup>                    | 0.000               | 0.000               | 0.000                            |
| Test de suridentification de Sargan <sup>b</sup>       | 0.63                | 0.61                | 0.13                             |

b P value.

**Tableau 4 : Estimation des canaux de transmission du taux de change à la productivité**

|                              | Intensité capitalistique | Taux d'exportation | Investissement direct étranger | Ecart au trend de la variation des stocks/PIB |
|------------------------------|--------------------------|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------|
| Taux de change effectif réel | 1.50***<br>(21.5)        | -0.18**<br>(-2.08) | -0.90***<br>(-5.45)            | 0.38**<br>(2.16)                              |
| Constante                    | 17.0***<br>(52.72)       | 1.35***<br>(3.28)  | -2.36***<br>(-3.11)            | 1.72**<br>(2.15)                              |
| Nombre d'observations        | 261                      | 261                | 261                            | 261                                           |
| R <sup>2</sup> ajusté        | 0.67                     | 0.02               | 0.11                           | 0.02                                          |

Tableau 5. Estimation de l'impact total (direct et indirect) du taux de change réel sur la croissance de la productivité et de ses composantes

|                                                             | Effizienz technique | Progrès technique   | Productivité totale des facteurs |
|-------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|
| Taux de change effectif réel                                | 0.07***<br>(2.51)   | -0.14***<br>(-7.85) | -0.08***<br>(-3.12)              |
| Taux d'emploi publique                                      | -0.03***<br>(-3.34) | 0.01***<br>(2.68)   | -0.02**<br>(-2.15)               |
| Education primaire                                          | -0.14***<br>(-2.58) | 0.04<br>(1.06)      | -0.02<br>(-0.47)                 |
| Education secondaire                                        | -0.12*<br>(-1.73)   | 0.03<br>(0.56)      | -0.10<br>(-1.53)                 |
| Education universitaire                                     | 0.06**<br>(2.09)    | 0.03***<br>(2.03)   | 0.06**<br>(2.33)                 |
| Pib réel par tête retardé d'une période                     | 0.12<br>(1.47)      | -0.07<br>(-0.92)    | 0.02<br>(0.04)                   |
| Résidu de l'écart au trend de la variation des stocks / PIB | -0.02*<br>(-1.61)   |                     | -0.02*<br>(-1.64)                |
| Résidu du taux d'exportation                                | 0.04**<br>(2.28)    | -0.03***<br>(-2.86) | 0.02<br>(1.08)                   |
| Résidu de l'intensité capitalistique                        | -0.06***<br>(-2.93) | 0.04***<br>(3.10)   | -0.02<br>(-0.90)                 |
| Résidu du taux FDI/FBCF                                     | 0.02<br>(0.79)      | 0.02**<br>(2.15)    | 0.03*<br>(1.84)                  |
| Nombre d'observations                                       | 228                 | 230                 | 228                              |
| R <sup>2</sup>                                              | 0.28                | 0.60                | 0.48                             |
| Breusch et Pagan LM test                                    | 25.84               | 25.27               | 81.12                            |
| Test spécifique de Hausman                                  | 19.54               | 41.89               | 15.82                            |
| Test d'hétéroskedasticité de Pagan / Hall <sup>b</sup>      | 0.20                | 0.000               | 0.08                             |
| DWH test d'endogénéité <sup>b</sup>                         | 0.000               | 0.000               | 0.000                            |
| Test de suridentification de Sargan <sup>b</sup>            | 0.63                | 0.61                | 0.13                             |

<sup>b</sup> P value.

Dans l'ensemble des tableaux, la plupart des coefficients sont significatifs avec les signes attendus.

On peut constater à partir des tableaux 3 et 5 que plus une part importante de la population de la province a atteint un niveau d'éducation universitaire, plus la croissance de l'effizienz et le progrès technique, et partant la croissance de la productivité totale des facteurs, sont rapides, alors que l'impact des deux autres niveaux d'éducation est négatif ou non significatif. Comme attendu, plus les entreprises publiques sont importantes dans la province, plus la croissance du progrès technique est rapide et plus celle de l'effizienz est faible.

Les résultats relatifs aux variables intermédiaires ou canaux de transmission du taux de change réel à la productivité sont également riches d'enseignements. Le taux d'exportation totale exerce un effet positif sur l'efficacité, mais négatif sur le progrès technique. Les investissements directs étrangers, comme l'intensité capitaliste, favorisent le progrès technique, alors même que l'intensité capitaliste est un facteur de moindre efficacité. Enfin, une diminution conjoncturelle de la demande globale (mesurée par la variable de variation des stocks), affaiblit l'efficacité technique en réduisant le taux d'utilisation des capacités de production.

Le tableau 3 permet de mesurer l'impact résiduel du taux de change réel sur la productivité, c'est-à-dire celui qui ne passe pas à travers les variables intermédiaires, alors que le tableau 5 permet de saisir l'ensemble des effets. On constate que, selon le tableau 3, le taux de change effectif réel agit positivement sur l'efficacité technique et donc l'appréciation réelle a dû exercer un effet positif sur l'efficacité, ce que nous avons identifié comme en effet de plus grande ardeur au travail et de pression accrue de la concurrence. En revanche le taux de change réel agit négativement sur le progrès technique, et donc l'appréciation réelle défavorise le progrès technique sans doute en ralentissant la progression du secteur industriel. Il en résulte que l'effet du taux de change réel sur la productivité totale des facteurs est non significativement différent de zéro.

L'effet total du taux de change réel sur la variation de la productivité dépend évidemment de l'impact du taux de change réel sur les variables intermédiaires identifiées comme canaux de transmission. Le tableau 4 indique que l'appréciation réelle exerce comme attendu un effet négatif sur l'exportation et l'investissement direct étranger, en diminuant la compétitivité de la province, un effet positif sur l'intensité capitaliste, en raison de la baisse du prix relatif des biens d'équipement généralement importé (cf. tableau 1). De plus l'appréciation réelle exerce un effet conjoncturel défavorable qui apparaît avec un signe positif de la variable concernant la variation des stocks.

En comparant les tableaux 3 et 5, on constate que si l'effet total du taux de change effectif réel demeure significatif, étant positif pour l'efficacité et négatif pour le progrès technique, l'effet total est sensiblement moindre que l'effet direct, puisque les coefficients passent de +0.18 et -0.18 respectivement pour l'efficacité et le progrès technique (dans tableau 3) à +0.07 et - 0.14 (dans tableau 5). Il en résulte que l'impact total du taux de change

réel sur la productivité totale des facteurs est significativement négatif  $(-0.08)^{18}$ . Autrement dit, l'appréciation réelle du taux de change au cours des années quatre vingt dix a contribué à accroître l'efficacité technique, à réduire le progrès technique, et finalement à réduire la productivité totale des facteurs.

## 5. Conclusion

Trois enseignements principaux ressortent de notre analyse.

Le développement de l'enseignement universitaire est à l'heure actuelle un objectif prioritaire du gouvernement chinois. Cette stratégie est pleinement justifiée par l'impact positif de ce niveau d'enseignement sur la croissance de la productivité, en particulier sur l'efficacité.

D'autre part la Chine est l'objet de fortes pressions du Japon et des Etats-Unis pour qu'elle réévalue le Yuan. En ce qui concerne l'impact de la politique de change sur la productivité, les conclusions de l'analyse sont nuancées. Il semble que l'appréciation du taux de change réel ait été un facteur de moindre croissance de la productivité en freinant l'adoption des innovations technologiques. Cet effet défavorable a cependant été largement atténué du fait que l'appréciation réelle a accru l'intensité capitalistique des entreprises en réduisant le coût des équipements importés et qu'elle a réduit la croissance relative des exportations qui n'est pas favorable au progrès technique, et surtout du fait qu'elle a contribué à accroître l'efficacité technique. En fin de compte l'effet défavorable de l'appréciation du taux de change réel a été d'une ampleur limitée. Sachant que la baisse annuelle moyenne du taux de change réel des provinces durant la période considérée s'est située entre 2,6 % et 6,6 %, la croissance de la productivité a été réduite de 0,2 à 0,5 points de pourcentage pour une croissance moyenne de 2,2 %.

---

<sup>18</sup> Comme le taux de change effectif réel a un effet négatif sur l'exportation et les investissements directs étrangers et que ces variables ont respectivement un effet favorable sur l'efficacité et sur le progrès technique, l'introduction des résidus des fonctions du tableau 4 devraient abaisser le coefficient relatif du TCER (le rendre moins positif pour l'efficacité mais plus négatif pour le progrès technique). L'appréciation réelle exerce en revanche un effet positif sur l'intensité capitalistique. L'introduction des résidus tend donc à élever les coefficients du TCER, à le rendre plus positif pour l'efficacité, mais moins négatif pour le progrès technique. Ces effets se compensent en partie pour donner les résultats du tableau 5.

Enfin (et nous retrouvons ici le thème du précédent colloque) l'ensemble des relations significatives mises en lumière entre le taux de change réel d'une part, les exportations, les investissements directs étranger, l'intensité capitaliste, l'état de la conjoncture, et naturellement l'efficacité et le progrès technique d'autre part, manifeste clairement que durant la dernière décennie la Chine est vraiment devenue une économie de marché où les agents économiques déterminent leur comportement en fonction des signaux de prix.

### References

- Aigner, D.J., Lovell C.A.K. and Schmidt P.J. (1977), "Formulation and estimation of Economic History," 46 (2), 385-406.
- Baum, Schaffer and Stillman (2003), "Instrumental Variables and GMM Estimation and Testing," *Working Paper* No. 545, February, Department of Economics, Boston College.
- Balassa B. (1964), "The Purchasing Power Parity Doctrine: a Reappraisal," *Journal of Political Economy*, vol. 72, 584-596.
- Balassa B. (1994) "La théorie de la parité du pouvoir d'achat, un réexamen," *Revue d'Economie du Développement*, vol. 2, n° 1, mars, 17-34.
- Caves, D.W. Christensen L.R. and Diewert W.E. (1982) "Multilateral comparisons of output, input and productivity using superlative index numbers," *Economic Journal*, 92, 73-86.
- Chen Y. et Démurger S. (2002) "La croissance de la productivité dans l'industrie manufacturière chinoise, le rôle de l'investissement direct étranger," *Economie internationale*, n° 92, 4 trimestre, pp 131-164.
- Coelli, T. (1998) "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program", Centre for Efficiency and Productivity Analysis, Department of Econometrics, University of New England, Armidale, NSW 2351, Australia
- Cortèse L. et Hua P. (à paraître), "The Effect of the Real Exchange Rate on Technological Progress — An Application to the Textile Industry in China," *Current Politics and Economics of Asia*.
- Courchene T and R. Harris (1999) "Canada and North American Monetary Union" *Canadian Business Economics*, vol.7, no 4, p. 5-14
- Dées S. (2002) "Compétitivité-prix et hétérogénéité des échanges extérieurs chinois," *Economie internationale*, n° 92, 4 trimestre, pp 41-66.

- Démurger (1999) "Infrastructures, éducation et croissance régionale en Chine", *Revue d'Economie du Développement*, n° spécial "Economie chinoise" : croissance et disparités, n° 1-2, p. 71-93, 1999
- Färe R., Grssskopf S., Norris M., Zhang Z. [1994], "Productivity Growth, Technical progress, and Efficiency Change in Industrialized Countries", *American Economic Review*, Vol. 84, No. 1, p.66-83.
- Farrell, M. J. (1957), "The measurement of productive efficiency," *Journal of the Royal Statistical Society*, series A, general 120, 253-82.
- Feder G. "On Exports and Economic Growth," *Journal of Development Economics*, Vol. 12, No.1-2 (1983), pp59-73.
- Grubel H.G.(1999) *The Case for the Amero: The Merit of Creating a North American Monetary Union*, Fraser Institute, Vancouver, Canada
- Guillaumont P. (1994) « Politique d'ouverture et croissance économique: les effets de la croissance et de l'instabilité des exportations» *Revue d'économie du développement*, no 1, p.91-114.
- Guillaumont S. et Hua P. (2002), "The Balassa–Samuelson effect and inflation in the Chinese provinces", *China Economic Review*, 108, 1–27
- Harris R.G. (2001) "Is there a Case for Exchange Rate Induced Productivity Changes" mimeo Department of Economics, Simon Fraser University, Canadian Institute for Advanced Research
- Kalirajan K.P., Obwona M.B. and Zhao S. (1996), "A decomposition of total factor productivity growth: the case of Chinese agricultural growth before and after reforms," *American Journal of Agricultural Economics*, 78, 331-38.
- Krugman P. (1989) « Surévaluation et accélération des productivités : un modèle spéculatif » in Laussel D. et Montet C. *Commerce international et concurrence parfaite*, Paris, Economica, p.121-135.
- Leibenstein H. (1957) *Economic Backwardness and Economic Growth*, New-York, Wiley
- Leibenstein H. (1966) "Allocative Efficiency versus X-Efficiency" *American Economic Review*, June p.392-415.,
- Lemoine F. (2002), "La Chine dans l'économie mondiale : présentation," *Economie internationale*, n° 92, 4 trimestre, pp5-10.
- Lin Y.F. et Liu B.L. (2002), La Stratégie du développement de l'économie chinoise et la disparité du revenu régional, études et documents du CCER, en Chinois, No. 2002015.

- Lu D. and Y. Qiao (1999) "Hong Kong's Exchange Rate Regime: Lessons from Singapore," *China Economic Review*, vol. 10, P. 122-140.
- Mzzusen W. and J? Van des Broeck (1977) "Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error," *International Economic Review*," 18(2), 435-44.
- Naughton, B. (1999), "How much can regional integration do to unify China's Markets?," Paper for the Conference on Policy Reform in China, Center for Research on Economic Development and Policy Research, Working Paper, Stanford University, 18-20, November.
- Nishimizu M. and J.M. Page (1982), "Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change: dimensions of productivity change in Yugoslavia, 1965-78," *Economic Journal*, 92, 920-36.
- Porter M.E. (1990) *The Competitive advantage of Nations*, Cambridge, Mass, Harvard University Press
- Samuelson P. (1964) "Theoretical Notes on Trade Problems," *Review of Economics and Statistics*, vol. 46, March, 145-154.
- Sun H. (1998) *Foreign investment and economic development in China 1979-1996*, Ashgate
- WU Y. [1999], "Productivity and Efficiency in China's Regional Economics", in Tsu-Tan Fu *et al.*, *Economic Efficiency and Productivity Growth in the Asian-Pacific Region*, Edward Elgar.
- Yue and Hua (2002), "Does comparative advantage explains export patterns in China?" *China Economic Review*, 13, 276-296.

Tableau A1. Evolution de la productivité totale des facteurs et de ses deux composantes dans les trois régions chinoises

|         | Est                    |                      |                        | centre                 |                      |                        | Ouest                  |                      |                        |
|---------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|------------------------|----------------------|------------------------|
|         | Efficienc<br>technique | Progrès<br>technique | Productivité<br>totale | Efficienc<br>technique | Progrès<br>technique | Productivité<br>totale | Efficienc<br>technique | Progrès<br>technique | Productivité<br>totale |
| 1993    | 0,99                   | 1,07                 | 1,06                   | 0,98                   | 1,07                 | 1,04                   | 0,97                   | 1,07                 | 1,04                   |
| 1994    | 0,98                   | 1,06                 | 1,04                   | 1,00                   | 1,04                 | 1,04                   | 0,98                   | 1,05                 | 1,03                   |
| 1995    | 1,00                   | 1,03                 | 1,03                   | 1,02                   | 1,00                 | 1,02                   | 1,01                   | 1,01                 | 1,02                   |
| 1996    | 0,99                   | 1,03                 | 1,02                   | 1,02                   | 1,02                 | 1,04                   | 1,01                   | 1,02                 | 1,03                   |
| 1997    | 0,99                   | 1,03                 | 1,03                   | 1,01                   | 1,01                 | 1,02                   | 1,00                   | 1,01                 | 1,01                   |
| 1998    | 1,00                   | 1,02                 | 1,02                   | 1,01                   | 0,99                 | 1,00                   | 1,01                   | 1,00                 | 1,00                   |
| 1999    | 1,00                   | 1,05                 | 1,04                   | 0,99                   | 1,01                 | 1,00                   | 0,98                   | 1,01                 | 0,99                   |
| 2000    | 1,00                   | 1,03                 | 1,02                   | 1,00                   | 1,00                 | 1,00                   | 0,99                   | 1,01                 | 1,00                   |
| 2001    | 1,00                   | 1,02                 | 1,02                   | 1,00                   | 1,01                 | 1,01                   | 0,99                   | 1,01                 | 1,00                   |
| moyenne | 1,00                   | 1,04                 | 1,03                   | 1,00                   | 1,02                 | 1,02                   | 0,99                   | 1,02                 | 1,01                   |



Tableau A 2. Moyenne géométrique de la productivité totale des facteurs des provinces chinoises et de ses deux composantes de 1993 à 2001

|                | <b>Effizienz technique</b> | <b>Progrès technique</b> | <b>Productivité totale des facteurs</b> |
|----------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------------------------|
| BEIJING        | 0,986                      | 1,032                    | 1,017                                   |
| TIANJIN        | 1,009                      | 1,039                    | 1,048                                   |
| HEBEI          | 0,983                      | 1,015                    | 0,998                                   |
| SHANXI         | 0,975                      | 1,014                    | 0,988                                   |
| INNER MONGOLIA | 0,991                      | 1,014                    | 1,005                                   |
| LIAONING       | 1,009                      | 1,049                    | 1,059                                   |
| JILIN          | 1,012                      | 1,017                    | 1,029                                   |
| HEILONGJIANG   | 1,002                      | 1,037                    | 1,038                                   |
| SHANGHAI       | 1                          | 1,081                    | 1,081                                   |
| JIANGSU        | 1,004                      | 1,042                    | 1,046                                   |
| ZHEJIANG       | 0,984                      | 1,038                    | 1,022                                   |
| ANHUI          | 1,028                      | 1,015                    | 1,044                                   |
| FUJIAN         | 1,005                      | 1,024                    | 1,03                                    |
| JIANGXI        | 1,001                      | 1,004                    | 1,005                                   |
| SHANDONG       | 1,01                       | 1,017                    | 1,027                                   |
| HENAN          | 1,002                      | 1,015                    | 1,017                                   |
| HUBEI          | 0,998                      | 1,015                    | 1,014                                   |
| HUNAN          | 1,013                      | 1,015                    | 1,028                                   |
| GUANGDONG      | 1                          | 1,041                    | 1,041                                   |
| GUANGXI        | 0,975                      | 1,007                    | 0,982                                   |
| SICHUAN        | 0,995                      | 1,016                    | 1,011                                   |
| GUIZHOU        | 0,99                       | 1,011                    | 1,001                                   |
| YUNNAN         | 0,984                      | 1,015                    | 0,998                                   |
| SHAANXI        | 1,002                      | 1,015                    | 1,017                                   |
| GANSU          | 1,017                      | 1                        | 1,017                                   |
| QINGHAI        | 0,988                      | 1,018                    | 1,006                                   |
| NINGXIA        | 0,997                      | 1,034                    | 1,03                                    |
| XINJIANG       | 0,976                      | 1,046                    | 1,021                                   |
| HAINAN         | 0,979                      | 1,049                    | 1,027                                   |
| <b>Moyenne</b> | <b>0,997</b>               | <b>1,025</b>             | <b>1,022</b>                            |