

THÉORIE DE LA CROISSANCE ET TAUX DE CHANGE RÉEL : UNE APPROCHE NÉOCLASSIQUE

RÉSUMÉ. Partant des théories néoclassiques de la croissance, cet article présente un modèle qui met en relation le taux de change réel avec la croissance économique et l'accumulation de capital humain et de capital physique. Outre les conclusions traditionnelles des modèles néoclassiques concernant la dynamique de convergence de la croissance économique, il montre que pour un pays ayant un déficit relatif en capital physique (situation qui caractérise les pays en voie de développement), on s'attend aussi à observer une appréciation du taux de change réel. Cette évolution est d'autant plus marquée que le déséquilibre initial dans la dotation relative en capital physique est important. Une analyse économétrique de panel permet de valider ces résultats tout en suggérant que l'approche du taux de change réel proposée ici est complémentaire de celle des modèles basés sur des différentiels de productivité à la Balassa-Samuelson.

Classification *JEL*: O400 ; F310 ; F430.

Mots-clefs : Taux de change réel ; croissance économique ; convergence ; accumulation de capital ; technologie.

ABSTRACT. Based on neoclassical models of economic growth, this article presents a framework linking the real exchange rate with economic development and both physical and human capital accumulation. In addition to the main conclusions of the neoclassical approach concerning what is called « conditional convergence », the work shows that for a country having a comparative deficit in physical capital (the typical case of a developing country), it is to be expected that real exchange rate appreciation should occur during the process of convergence. An econometric panel analysis allows the authors to validate this main prediction, as well as suggesting that this kind of approach to the dynamics of real exchange rate is complementary to the one based on productivity differentials, as presented by typical models à la Balassa-Samuelson.

JEL Classification: O400; F310; F430.

Keywords: Real Exchange Rate; Economic Growth; Convergence; Capital Accumulation; Technology.

Ces dernières années, un vaste travail théorique et empirique a été développé sur les déterminants de la croissance économique et le processus de convergence entre pays. Néanmoins, cette recherche s'est centrée quasi exclusivement sur une seule prédiction du modèle néoclassique de croissance, à savoir, celle de la convergence conditionnelle. En revanche, peu de travaux ont été réalisés en ce qui concerne la validation de ces modèles pour d'autres variables clef telles que, par exemple, le taux de change réel². C'est précisément en essayant de combler ce vide que cet article montre qu'un tel lien peut être établi. En particulier, dans le prolongement des modèles néoclassiques de croissance avec accumulation de capital physique et capital humain tels que ceux présentés par Barro (1991), Mankiw, Romer et Weil (1992) ou Barro et Sala-I-Martin (1995), ce travail met en relation l'évolution de ces variables avec la croissance économique et la dynamique du TCR.

L'intérêt d'une telle démarche repose principalement sur deux considérations. Du point de vue théorique, celle-ci permet d'étendre le modèle néoclassique de croissance à des variables telles que le TCR. Ainsi faisant, elle présente une vision alternative de la dynamique du TCR et de la croissance économique, à celle proposée par les modèles traditionnels fondés sur des différentiels de productivité entre pays (Balassa, 1964 ; Samuelson, 1964). Cet article a aussi un intérêt pratique pour les pays en voies de développement pour lesquels il montre qu'une appréciation de leur TCR correspondrait à un phénomène d'équilibre de long terme lorsque leur déficit en capital physique diminue et qu'un développement économique significatif s'amorce. Cette conclusion contredit, d'une certaine manière, la croyance généralisée selon laquelle une dépréciation du TCR, *via* un effet positif sur les exportations, constituerait un aspect fondamental de la croissance économique³. Si dans les modèles de Balassa et Samuelson, une appréciation du TCR n'a pas nécessairement un effet négatif sur la compétitivité externe (à cause des gains de productivité), l'article montre plus explicitement que pour un pays « pauvre » à fort déficit relatif en capital physique, l'appréciation du TCR est le revers de la médaille d'une plus forte croissance économique.

Dans une première partie, l'article analyse brièvement les modèles de détermination du TCR reposant sur des différentiels de productivité et ceux fondés sur des écarts au niveau des dotations factorielles en capital physique et humain. Puis il rappelle les bases des modèles de croissance néoclassiques et, à partir de celles-ci, dérive la dynamique du taux de change réel. Une troisième partie valide empiriquement les prédictions.

Richesse et prix des biens non échangeables

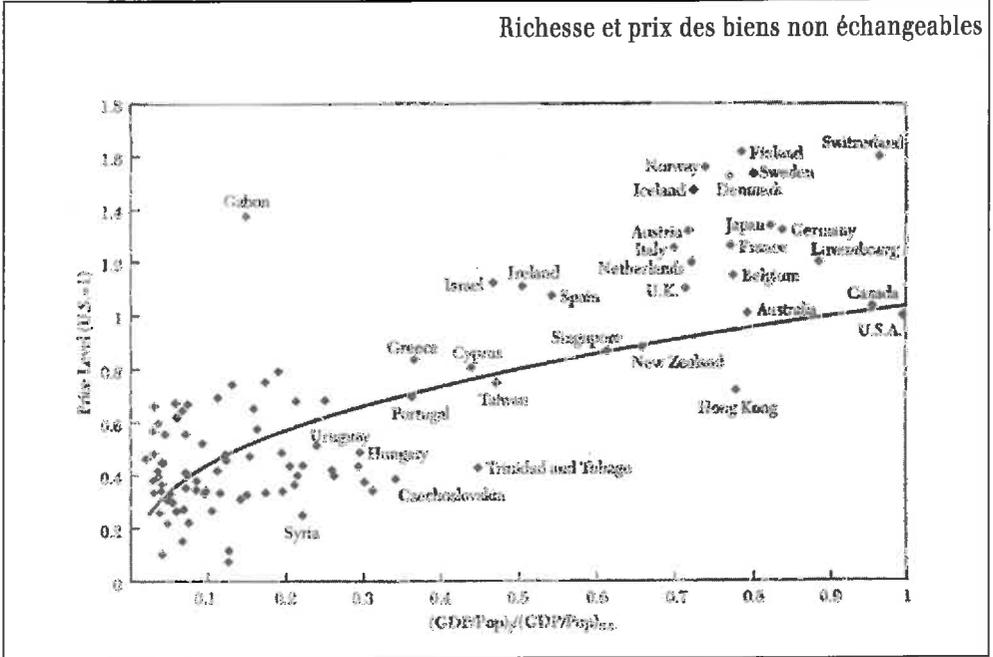
À l'issue d'études empiriques en coupe transversale, plusieurs auteurs ont constaté l'existence d'une corrélation positive entre le prix relatif des biens non échangeables et le niveau du revenu par tête d'un pays (Balassa, 1964 ; Kravis, Heston & Summers, 1982 ; Bhagwati, 1984 ; Rogoff, 1996). En considérant le

2. Par la suite, TCR.

3. Pour un exemple de ce type de relation positive entre une dépréciation du TCR et un développement de la croissance économique, voir Lahrière-Révil, 1999.

revenu par tête comme une mesure de la richesse, plus un pays serait riche par rapport au reste du monde, plus le prix relatif de ses biens non échangeables serait élevé. Le GRAPHIQUE 1 illustre cette relation.

GRAPHIQUE 1



Source : Reproduit d'après Rogoff (1996), *The Purchasing Power Parity Puzzle*, p. 660.

Bien qu'il n'existe pas une définition unique du TCR (sur ce point, voir Edwards, 1989), si l'on tient compte de sa définition en tant que rapport entre le prix des biens échangeables et des biens non échangeables (Dornbusch, 1980 ; Mussa, 1984 ; Edwards, 1988 et 1989 ; Wyplosz & Burda, 2000 ; Blanchard, 1998), alors le fait précédemment décrit implique aussi l'existence d'une corrélation négative entre la richesse relative et le TCR. Or, pourquoi tant qu'un pays serait riche, devrait-on s'attendre à constater un prix plus élevé des biens non échangeables ?

L'approche usuelle pour répondre à cette question est celle fournie par Balassa (1964) et Samuelson (1964). Ces auteurs montrent que le prix relatif des biens non échangeables est plus élevé dans les pays à productivité plus forte dans le secteur des biens échangeables. Par ailleurs, ce sont les pays développés qui, dotés d'une technologie supérieure, auraient ces avantages de productivité. L'intuition derrière l'explication des différentiels de productivité est la suivante. Puisque la mobilité du travail à l'intérieur de chaque pays provoque une égalisation sectorielle des salaires, le pays à plus grande productivité relative dans le secteur échangeable aurait aussi des salaires plus élevés dans le secteur non échangeable, d'autant plus que l'on suppose que les écarts de productivité entre pays sont faibles ou inexistantes au niveau du secteur non échangeable. Ceci implique que dans le pays à plus grande productivité dans le secteur échangeable, on trouverait un prix absolu plus élevé au niveau des biens non échangeables.

Puisque pour un pays ouvert au commerce international, le prix des biens échangeables est exogène (on suppose ici le cas d'un pays qui n'affecte pas les termes de l'échange internationaux) et que la parité du pouvoir d'achat se vérifie dans le secteur échangeable, alors le prix des biens non échangeables est aussi plus élevé en terme du bien échangeable.

De manière générale, ces modèles prédisent que plus les différences de productivité entre deux pays dans le secteur échangeable sont importantes, plus l'écart entre les salaires domestiques sera fort et, en conséquence, plus élevée sera la différence de prix relatif des biens non échangeables en faveur du pays ayant la plus grande productivité dans le secteur échangeable. Si l'on prend le PIB par tête comme approximation de la productivité d'un pays, l'analyse empirique semble confirmer assez bien ce résultat (Balassa, 1964 ; Kravis, Summer & Heston, 1982 ; Rogoff, 1996). Par ailleurs, d'un point de vue dynamique, cette conclusion implique également qu'une augmentation de la productivité dans le secteur échangeable à un taux plus élevé que dans le secteur non échangeable se traduit par une augmentation du prix relatif des biens non échangeables, c'est-à-dire, par une appréciation du taux de change réel (de Gregorio & alii, 1994). Ainsi, une amélioration de la diffusion technologique dans le secteur échangeable (grâce au commerce international ou à l'imitation des processus productifs des pays avancés) qui se traduit par une augmentation de la productivité de ce secteur devrait également déclencher une appréciation du TCR.

Mais, que se passe-t-il lorsque ce processus de rattrapage au niveau technologique a été achevé ? Ou bien, si l'on pense que la diffusion des technologies est moins imparfaite (ou plus automatique) que ce que supposent implicitement les modèles à la Balassa-Samuelson, peut-on avoir une explication alternative sur la différence de prix relatif au niveau du secteur non échangeable ? En d'autres termes, peut-on concevoir l'existence d'écarts au niveau du prix relatif des biens non échangeables (ou du TCR) qui répondent à des considérations autres que les différentiels de productivité dans le secteur échangeable ?

Bhagwati (1984) propose un modèle appuyé, non pas sur des écarts de productivité, mais sur des différences au niveau des dotations factorielles entre pays qui offre une réponse à ces questions. Dans ce modèle, les pays riches et les pays pauvres ont les mêmes fonctions de production dans chaque secteur (cela veut dire que les écarts de « productivité » sont considérés comme inexistant) mais les premiers se caractérisent par une abondance relative de capital physique, tandis que les deuxièmes montrent un déficit relatif de celui-ci. Cet écart dans les dotations factorielles détermine également une différence dans les salaires relatifs entre pays : l'abondance relative de capital (rareté relative du travail) dans le pays riche fait que son ratio w/r est supérieur à celui du pays pauvre où le travail est relativement abondant. De ce fait, et par la voie d'une égalisation sectorielle des salaires intra-pays, le prix des biens non-échangeables est plus élevé dans les pays riches.

Il faut remarquer que cette explication n'a de sens que si on se situe dans une situation de court ou moyen terme. En effet, si on considère que les différences dans les dotations factorielles entre pays doivent disparaître à longue échéance, alors le modèle proposé par Bhagwati est dénué de signification dans une situation d'équilibre de long terme. En tout cas, l'expérience montre très clairement que ce type de déséquilibre au niveau des dotations factorielles entre pays existe. C'est pourquoi nous pensons qu'une analyse du taux de change réel à la Bhagwati est pertinente et

offre une alternative intéressante aux modèles de Balassa et Samuelson qui se centrent exclusivement sur des écarts technologiques. En revanche, la véritable limite de l'explication fournie par Bhagwati est qu'elle est de type statique. En effet, cette théorie rend compte des écarts de prix des biens non échangeables entre pays à un moment donné mais s'avère impuissante à montrer l'évolution de ce prix.

Nous croyons que le modèle néoclassique de croissance, puisqu'il met en relation le processus de croissance économique avec la dynamique des dotations relatives des facteurs productifs vers leur niveau d'équilibre de long terme, permet d'étendre cette approche, en même temps que de proposer un lien formel entre le développement économique et le comportement du TCR. C'est ce que nous essayerons de montrer par la suite.

Modèle néoclassique de croissance et TCR

Nous proposons de rendre compte du comportement du TCR à partir des modèles néoclassiques de croissance tels que ceux présentés par Mankiw, Romer et Weil (1992) et notamment Barro et Sala-I-Martin (1995). Ces modèles, s'intéressant principalement à la dynamique de la croissance économique, montrent que le taux de croissance instantané du produit dépend positivement de l'écart entre le rapport initial des dotations factorielles (capital humain et capital physique) et leur ratio d'équilibre à l'état stationnaire⁴ vers lequel elles convergent. Par ailleurs, il faut signaler que l'impact des déséquilibres dans le ratio des dotations factorielles sur le taux de croissance du produit pendant la convergence est asymétrique en faveur des déficits en capital physique (Uzawa, 1965 ; Lucas, 1988). En effet la réversion des facteurs étant plus coûteuse au niveau du capital humain⁵, cela tend à annuler l'excès de croissance du produit pendant la transition lorsque le facteur déficitaire est le capital humain. En ce sens, les conclusions de ces modèles s'adaptent principalement à la dynamique de la croissance économique pendant la transition lorsque l'on est en présence d'un déséquilibre lié à un déficit de capital physique par rapport à l'état stationnaire. On rappellera brièvement les hypothèses et équations principales des modèles néoclassiques de base (à la Ramsey) avec capital physique, capital humain et une technologie exogène⁶, pour ensuite en voir les implications sur le TCR.

Les ménages

Ils cherchent à maximiser inter-temporellement l'utilité de leur consommation :

$$\text{Max}_c \int_0^{\infty} u(c) e^{-(\rho-n)t} dt \quad (1)$$

4. En anglais, *steady state*.

5. Intuitivement, il est facile d'imaginer comment l'investissement en capital humain est moins automatique et plus coûteux que celui en capital physique.

6. Pour plus de précisions, voir Barro & Sala-I-Martin, 1995, chap. 2 et 3.

où :

— c est la consommation *per capita* ;

— $u(c)$ est l'utilité issue de la consommation ;

— ρ correspond au taux psychologique d'escompte (indicatif de leur préférence pour la consommation courante) ;

— n est le taux de croissance de la population.

On suppose une fonction d'utilité est iso-élastique et du type :

$$u(c) = \frac{c^{1-\theta} - 1}{1-\theta} \quad \text{avec } \theta \geq 0$$

Par ailleurs, ce problème de maximisation se fait sous la contrainte budgétaire suivante :

$$\dot{a} = (r - \delta)a - na - c \quad (2)$$

où a représente le stock d'actifs par personne, r , le taux d'intérêt réel et δ le taux de dépréciation. Un point sur une variable dénote la variation de celle-ci. Cette contrainte budgétaire impose la condition de transversalité suivante :

$$\lim_{t \rightarrow \infty} a(t) e^{-\int_0^t (r(v) - n) dv} = 0 \quad (3)$$

c'est-à-dire que, à long terme, la dette par tête ne peut pas s'accroître plus vite que le taux $r - n$ (ou que le niveau de dette totale ne peut pas s'accroître plus vite que r). La forme de la fonction d'utilité détermine que la condition d'optimalité dans le problème d'optimisation est la suivante :

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} (r - \delta - \rho) \quad (4)$$

La solution pour $c(t)$ est :

$$c(t) = \left[(r - \delta) \frac{(\theta - 1)}{\theta} + \frac{\rho}{\theta - n} \right] a(t) \quad (5)$$

Ce résultat correspond tout simplement à une version de la théorie du revenu permanent où la consommation courante dépend de la richesse totale.

Les firmes

Elles sont caractérisées par une fonction de production de type Cobb-Douglass avec capital physique (K), capital humain (H), une technologie exogène (A) et des rendements constants.

$$y = Ak^\alpha h^{(1-\alpha)} \quad (6)$$

avec y , k , h qui correspondent respectivement au produit par tête et aux stocks de capital physique et de capital humain par tête. Supposant que, dans le long terme,

ces deux sources de capital sont complètement interchangeables, la rentabilité de ces deux types de capital doit être la même.

$$\frac{\partial y}{\partial k} = (R_k) = \frac{\partial y}{\partial h} = (R_h) = R$$

où R_i est le taux de rendement réel net de dépréciation. En regroupant les termes, il est facile de démontrer que :

$$\frac{k}{h} = \frac{\alpha}{1-\alpha} = z^* \quad (7)$$

z^* est constant et correspond au ratio du capital physique sur le capital humain *per capita*, dans une situation d'équilibre à long terme. Ceci implique que, dans le long terme, k et h s'accroissent au même taux :

$$\left(\frac{\dot{k}}{k} \right)^* = \left(\frac{\dot{h}}{h} \right)^* \quad (7')$$

Équilibre et état stationnaire

Pour l'instant, on suppose que l'économie est fermée aux mouvements de capitaux. En d'autres termes, il n'y a pas de dette extérieure et, en conséquence, le total d'actifs moyen par tête à un moment donné doit correspondre exactement à la somme du stock de capital physique et de capital humain par tête, déterminés de manière autarcique. Ainsi : $a = k + h$.

Si l'on considère qu'à l'équilibre la rémunération des facteurs productifs correspond à la production totale (condition d'Euler), c'est-à-dire que :

$$R_k k + R_h h = y$$

de l'équation (2) on déduit :

$$\dot{k} + \dot{h} = y - c - (n + \delta)(k + h) \quad (8)$$

L'équation (8) montre tout simplement que l'investissement total par personne en capital physique et en capital humain doit correspondre à la production par personne, moins la consommation par personne, moins le taux de dépréciation du capital (qu'on a supposé de même valeur pour les deux formes de capital) et moins le taux de croissance de la population. Les équations (3), (7) et (8) déterminent un système d'équations différentielles aboutissant au taux de croissance à long terme pour c , k et h .

La résolution intuitive de ce système est la suivante : puisque y est déterminé par k et h (équation 6), alors, à long terme, y croît au même taux que k et h . Comme les niveaux initiaux de stock de k et h sont donnés par (8), ceci implique que le taux de croissance de la consommation, croît aussi à ce même taux. Autrement dit :

$$\gamma^* = \gamma_c^* = \gamma_k^* = \gamma_h^* = \gamma_y^* = \frac{1}{\theta} (R^* - \rho) \quad (9)$$

et

$$R^* = R_k^* = R_h^* = A(1-\alpha)\left(\frac{k}{h}\right)\alpha = A\alpha^\alpha(1-\alpha)^{1-\alpha} \quad (10)$$

où l'indice * signale l'équilibre à l'état stationnaire.

L'équation (9) montre que le taux de croissance de la consommation à l'état stationnaire est le même que celui du stock de capital physique et de capital humain et, en conséquence, également équivalent au taux de croissance du produit. Intuitivement, dans un contexte de réversibilité parfaite des différents types de capital, leur taux de rendement doit être le même à chaque instant et, en conséquence leur taux de croissance aussi. Ceci implique qu'une économie de ce type se trouve toujours à son équilibre d'état stationnaire (la transition est instantanée). De plus, le taux de croissance du produit dépend positivement de la rentabilité du capital à l'équilibre (R^*) et négativement de « l'impatience » des ménages (un taux d'escompte psychologique, ρ , ainsi qu'un taux de substitution inter-temporel, $1/\theta$, plus élevés, diminuent le taux de croissance de long terme).

Il faut noter également que si l'on abandonne l'hypothèse que les deux sources de capital sont parfaitement réversibles mais qu'on suppose l'existence de marchés de capitaux parfaits, on obtient le même résultat, c'est-à-dire que l'économie se trouve automatiquement dans son équilibre à l'état stationnaire (*i.e.* le pays s'endetterait sur tout le capital manquant et l'équilibre à l'état stationnaire serait atteint de suite).

Le processus de convergence

Évidemment, les marchés de capitaux ne sont pas parfaits et, dans la pratique, l'offre de crédit n'est pas illimitée (le déficit du compte courant doit être restreint). Dans ce sens, pour un pays ayant un déficit relatif de capital physique, la restitution partielle du capital génère une dynamique de transition vers l'équilibre à l'état stationnaire. Par ailleurs, en général seul le stock de capital physique est susceptible d'être offert comme collatéral d'un emprunt⁷ et uniquement de façon partielle. Ainsi, on peut considérer que le marché international des capitaux est en mesure de fournir une fraction ϕ du stock total de capital physique manquant⁸. Soit d la dette extérieure à un moment donné, cette contrainte peut être exprimée de la manière suivante :

$$d = \phi k \quad (11)$$

Une autre façon de présenter le problème consiste tout simplement à dire que, dans cette économie partiellement restreinte dans l'accès aux marchés internatio-

7. Autrement dit, les ménages ne peuvent pas s'endetter auprès des marchés des capitaux en offrant leur capital humain comme garantie de l'emprunt (Cohen & Sachs, 1986 ; Barro, Mankiw & Sala-I-Martin, 1992 ; Barro & Sala-I-Martin, *op. cit.* chap. 3).

8. Une autre façon de présenter le problème consiste tout simplement à dire que dans cette économie partiellement restreinte dans l'accès aux marchés de capitaux internationaux, le taux d'intérêt domestique, qui est déterminé par le taux de rendement interne du capital, est différent du taux d'intérêt international. Puisque l'on suppose que l'économie part d'une situation de déficit relatif en capital physique, alors son taux de rendement est plus élevé que dans le reste du monde et, en conséquence, le taux d'intérêt domestique est supérieur au taux d'intérêt international. Par ailleurs, il faut remarquer que, puisque l'économie a la possibilité de financer une partie du capital physique manquant auprès des marchés de capitaux internationaux, le taux d'intérêt domestique est inférieur à celui qui prévaudrait dans une situation de fermeture complète.

naux de capitaux, le taux d'intérêt domestique (ajusté par le risque) – qui est déterminé par le taux de rendement interne du capital physique – est supérieur⁹ au taux d'intérêt international. De ce fait, l'évolution de la consommation (équation 4) ainsi que celle des actifs (équation 8), se voient légèrement modifiées.

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta}(R_k - \delta - \rho) \quad (12)$$

$$\dot{k} + \dot{h} - \dot{d} = y - c - (n + \delta)(k + h) - (r^* - n)d \quad (13)$$

où r^* représente le taux de la dette qui correspond au taux d'intérêt international (ajusté par le risque).

L'équation (13) indique tout simplement que l'excès de dépenses (en consommation, investissement brut en k et h , et service de la dette) sur le produit (c'est-à-dire le déficit en compte courant) doit être financé par une nouvelle dette.

De même, dans cette économie simplifiée, lorsque $z(t) < z^*$ (c'est-à-dire lorsque $k(t)/h(t) < \frac{\alpha}{1-\alpha}$) l'investissement brut en capital humain est égal à zéro. Ainsi, la variation du capital humain *per capita* diminue selon un taux qui correspond au taux de dépréciation plus celui de la croissance de la population :

$$\frac{\dot{h}}{h} = -(n + \delta) \quad (14)$$

En substituant les équations (11) et (14) dans l'équation (13), on dérive l'expression suivante pour le taux de croissance du capital physique :

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{y}{k} - \frac{c}{k} \right) - \frac{1}{1-\varphi} (n + \delta) - \frac{\varphi}{1-\varphi} (r^* - n) \quad (15)$$

Les équations (12), (14) et (15) sont en mesure de déterminer l'évolution de l'économie dans le temps. Pour résoudre ce modèle, on définit une nouvelle variable $x = c/k$. Ainsi faisant, le problème se réduit à un système à deux équations différentielles ayant comme inconnues x et z . L'évolution de x peut être obtenue à partir des équations (12) et (15). L'évolution de z peut être dérivée des équations (14) et (15). Ainsi la dynamique de ces variables peut être décrite de la manière suivante :

$$\gamma_z = \frac{\dot{z}}{z} = \frac{1}{1-\varphi} A z^{-(1-\alpha)} - \frac{1}{1-\varphi} x - \frac{\varphi}{1-\varphi} (r^* + \delta) \quad (16)$$

$$\gamma_x = \frac{\dot{x}}{x} = - \left(\frac{1}{1-\varphi} - \frac{\alpha}{\theta} \right) A z^{-(1-\alpha)} + \frac{1}{1-\varphi} x + \Delta \quad (17)$$

9. Ceci est assuré par la mobilité imparfaite des capitaux et par le fait que le pays est relativement déficitaire en capital physique.

$$\text{avec } x = \frac{c}{k} \text{ et } \Delta = -\frac{1}{\theta}(\rho + \delta) + \frac{1}{1-\varphi}(n + \delta) + \frac{\varphi}{1-\varphi}(r^* - n)$$

Ces deux équations déterminent l'évolution de toutes les variables de l'économie mais le système n'a pas une solution linéaire. En utilisant une approximation log-linéaire aux alentours de $z = z^*$ et $x = x^*$, on peut résoudre pour la variable z au moment t (voir ANNEXE 2).

$$\text{Ln}[z(t)] = e^{-\beta t} \left(\text{Ln}[z(0)] - \text{Ln}[z^*] - \frac{\gamma^* z}{\beta} \right) + \text{Ln}[z^*] + \frac{\gamma^* z}{\beta} \quad (18)$$

avec

$$2\beta = \left(\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{r^*}{z^*} - x^* \right) \right) + \left(\left(\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{r^*}{z^*} - x^* \right) \right)^2 + 4r^* x^* \frac{(1-\alpha)}{\theta(1-\varphi)} \right)^{1/2}$$

et

$$\gamma^* z = \frac{1}{\alpha} (\gamma^* + n + \delta)$$

Pour $t = 0$, le taux instantané de croissance initial de z est :

$$\gamma_z(0) = \frac{\partial \text{Ln}[z(t)]}{\partial t}(0) = \beta \text{Ln}[z^* / z(0)] + \gamma^* z \quad (19)$$

De même, le taux de croissance du produit au moment $t = 0$ correspond à :

$$\gamma_y(0) = \frac{\partial \text{Ln}[y(t)]}{\partial t}(0) = \alpha \beta \text{Ln}[z^* / z(0)] + \gamma^* \quad (20)$$

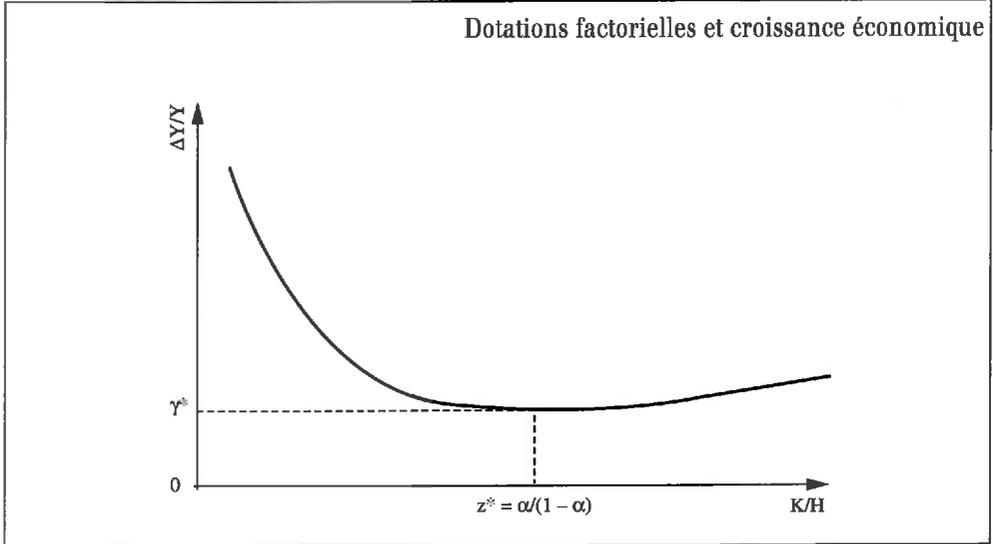
L'équation (19) montre que le taux de croissance de z est d'autant plus élevé que le ratio du capital physique sur le capital humain initial ($z(0)$) est éloigné (inférieur) du ratio à l'état stationnaire. De ce fait, puisque le produit par tête dépend directement des dotations en capital physique et capital humain par tête disponibles dans l'économie, son taux de croissance est, lui aussi, fonction de l'écart entre le ratio k/h initial et de son niveau à l'équilibre à long terme (équation 20). Ces deux faits correspondent aux conclusions générales des modèles de croissance néoclassiques.

Intuitivement, pour déterminer le taux de croissance du produit pendant cette transition, il faut noter que le taux de croissance du capital physique (équation 15) est positif mais décroît dans le temps en convergeant asymptotiquement vers le taux de croissance à l'état stationnaire¹⁰. Ainsi, le taux de croissance du produit converge, lui aussi, de façon asymptotique vers le taux à l'état stationnaire (γ^*). Ce résultat implique que la croissance du produit, pendant la transition, est inversement corrélée au ratio capital physique/capital humain de départ vis-à-vis du

10. En effet, si on augmente k , le ratio y/k diminue (il est proportionnel à Rk). L'autre déterminant du taux de croissance de k , le ratio c/k , peut augmenter ou diminuer mais, même si on est dans le cas où ce ratio diminuerait, on peut montrer que cette diminution est inférieure à celle de y/k .

ratio d'équilibre. Ainsi, plus un pays est éloigné de son ratio k/h d'équilibre de long terme, plus le taux de croissance du produit à court terme est élevé lorsque cette situation s'inverse. Le GRAPHIQUE 2 résume ce résultat.

GRAPHIQUE 2



Dynamique du taux de change réel

Jusqu'à présent, le modèle précédemment décrit n'indique rien sur l'évolution de la variable qui nous intéresse : le taux de change réel. En effet, l'impact sur le TCR de la convergence vers l'équilibre à l'état stationnaire est négligé par les analyses néoclassiques de la croissance. Néanmoins, nous pensons que les conclusions portant sur z et le taux de croissance du produit peuvent être facilement étendues au comportement du prix des biens non échangeables.

Partons d'une situation où $k(0)/h(0)$ est inférieur au niveau d'équilibre de long terme. Ce cas correspond à la réalité des économies pauvres ou en voie de développement qui sont caractérisées par un déficit relatif de capital physique vis-à-vis des pays riches. À l'issue de cette rareté relative du capital physique, pendant la transition vers l'équilibre à l'état stationnaire, le taux de rendement du capital humain est inférieur à la rentabilité du capital physique. En même temps, la rentabilité du capital physique est supérieure à celle de l'équilibre à long terme, situation qui incite à un taux d'investissement dans ce type de capital supérieur à celui de l'équilibre à l'état stationnaire (et, par conséquent, à un taux de croissance du produit supérieur à celui de long terme). Comme on l'a déjà signalé, le taux d'augmentation du stock de capital physique converge asymptotiquement vers son taux de croissance à l'état stationnaire.

Outre l'impact de cette croissance asymptotique du stock de capital physique sur le taux de croissance du produit (*i.e.* il converge lui aussi de façon asymptotique vers son taux de long terme), on peut montrer que ce processus entraîne aussi des modifications dans le comportement du taux de change réel. Cette

conséquence qui n'est pas explicite dans les modèles de croissance néoclassiques peut être mise en évidence en analysant les effets du processus de transition décrit auparavant sur la rentabilité et le prix du capital humain.

Remarquons, tout d'abord, que le processus d'augmentation du stock de capital physique implique que le produit marginal net du capital humain croît au cours du temps mais qu'il reste inférieur à celui du capital physique. Par conséquent, l'investissement brut en capital humain pendant cette phase demeure à sa valeur minimale, c'est-à-dire à 0 (car c'est le facteur relativement excédentaire). Puisque le stock de capital physique s'accroît à un taux décroissant et qui converge asymptotiquement vers le taux de long terme, alors le produit marginal net du capital humain augmente aussi à un taux décroissant vers le taux correspondant au niveau d'équilibre à l'état stationnaire. Par ailleurs, comme le montrent Barro et Sala-I-Martin (1995, p. 196, note 7), si nous pouvions observer un prix de marché pour les unités existantes de capital humain, nous verrions que ce prix est inférieur au coût de remplacement, 1^{11} , mais qu'il augmente à mesure que k/h tend vers $\alpha/(1 - \alpha)$. Ainsi, « le rendement total par le fait de détenir une unité de capital humain – gains en capital et « dividendes » – serait égal au produit marginal du capital en tout point dans le temps ». Si l'on appelle $Ph(t)$ le prix du capital humain au moment t , cette relation peut s'exprimer de la façon suivante :

$$\frac{Rk(t)}{Ph(t)} + \frac{\dot{Ph}(t)}{Ph(t)} = Rk(t) \quad (21)$$

La solution de cette équation différentielle pour le prix du capital humain correspond à :

$$Ph(t) = \int_0^{\infty} R_h e^{-\int_0^s R_k ds} dv \quad (22)$$

Intuitivement, le capital humain étant un actif des ménages, cette solution ne devrait pas surprendre puisqu'elle dénote précisément la formule usuelle qu'on utilise pour évaluer le prix d'un actif quelconque : la valeur actualisée de ses rentes futures. Ainsi, les revenus futurs du capital humain sont déterminés par sa productivité marginale à chaque instant et sont escomptés au coût d'opportunité prévalant sur le marché : le rendement du capital physique. Le phénomène d'augmentation de prix du capital humain est facile à visualiser. D'un côté, la productivité marginale de capital humain va en hausse pendant la transition (à taux décroissant). D'un autre côté, celle du capital physique va en diminution ce qui fait que le taux d'escompte appliqué aux rentes du capital humain diminue. Puisque la diminution du taux d'escompte est non proportionnelle mais asymptotique, la valeur actualisée des rentes futures du capital humain (le prix) s'accroît également à un taux décroissant.

Connaissant la solution pour $z(t)$ ¹², et en faisant le même type d'approximation log linéaire, on peut trouver la solution pour le prix du capital humain.

11. On prend le prix du bien final comme numéraire.

12. Équation (18).

$$\text{Ln}[Ph(t)] = \frac{r^*}{r^* - \beta} e^{-\beta t} \left(\text{Ln}[z(0)] - \text{Ln}[z^*] - \frac{\gamma^* z}{\beta} \right) + \frac{\gamma^* z}{\beta} \quad (23)$$

Ainsi, le taux de croissance du prix du capital humain correspond à :

$$\gamma_{Ph}(0) = \frac{\partial \text{Ln}[Ph(t)]}{\partial t} (0) = \frac{r^*}{r^* + \beta} \beta \text{Ln}[z^* / z(0)] + \frac{\gamma^* z}{\beta} \quad (24)$$

Cette équation montre plus formellement que le taux d'accroissement du prix relatif du capital humain est positivement lié à l'écart entre le ratio k/h de départ, et son niveau d'équilibre à l'état stationnaire. Plus le niveau de départ de z est faible, plus le taux attendu pour l'augmentation du prix du capital humain sera élevé. Par ailleurs, il est facile de voir que l'appréciation du prix relatif du capital humain se fait à un taux décroissant et qui converge asymptotiquement vers sa valeur de long terme.

Une façon intuitive de visualiser les points précédents est la suivante : puisque le taux de croissance de z est d'autant plus fort que l'écart entre le niveau initial et celui à l'état stationnaire est élevé, alors, tant l'évolution de la rentabilité du capital humain que le taux de variation de son prix dépendent directement de ce même écart. De cette façon, on peut dire que tant le taux de croissance de la rentabilité que le prix du capital humain sont en relation avec l'écart entre le ratio initial de capital physique et de capital humain (z_0) et le ratio à l'état stationnaire (z^*). Finalement, puisque le taux de croissance du produit par tête comme le taux d'appréciation du capital humain dépendent de la même variable (l'écart entre le ratio k/h initial et le ratio à l'état stationnaire), alors ces deux variables sont nécessairement liées et font partie d'un même processus. L'équation suivante, qui prend la variation moyenne entre $t = 0$ et $t = T$, permet de formaliser cette relation :

$$\frac{1}{T} \text{Ln}[y(T) / y(0)] = \alpha \frac{r^* + \beta}{r^*} \frac{1}{T} \text{Ln}[Ph(T) / Ph(0)] + \gamma^* \quad (25)$$

Ainsi, pendant la transition caractérisée par une croissance du produit supérieure à celle de l'équilibre de long terme, on devrait observer également une appréciation à taux décroissant du prix relatif du capital humain. Cette relation implique aussi que plus la croissance du produit est élevée par rapport au taux d'état stationnaire, plus le taux d'augmentation du prix relatif du capital humain devrait être important.

Considérons maintenant l'existence de deux biens dans l'économie : un bien échangeable relativement intensif en capital physique et un bien non échangeable relativement intensif en capital humain. Cette supposition est assez bien confirmée par l'expérience. Par exemple, De Gregorio *et alii* (1994) montrent que les biens non échangeables sont principalement assimilables aux services (secteur relativement plus intensif en travail). Bhagwati (1984, Table 2) montre également que le secteur des *commodities* (bien échangeable) est en moyenne deux fois plus intensif en capital physique que le secteur des services (bien non échangeable).

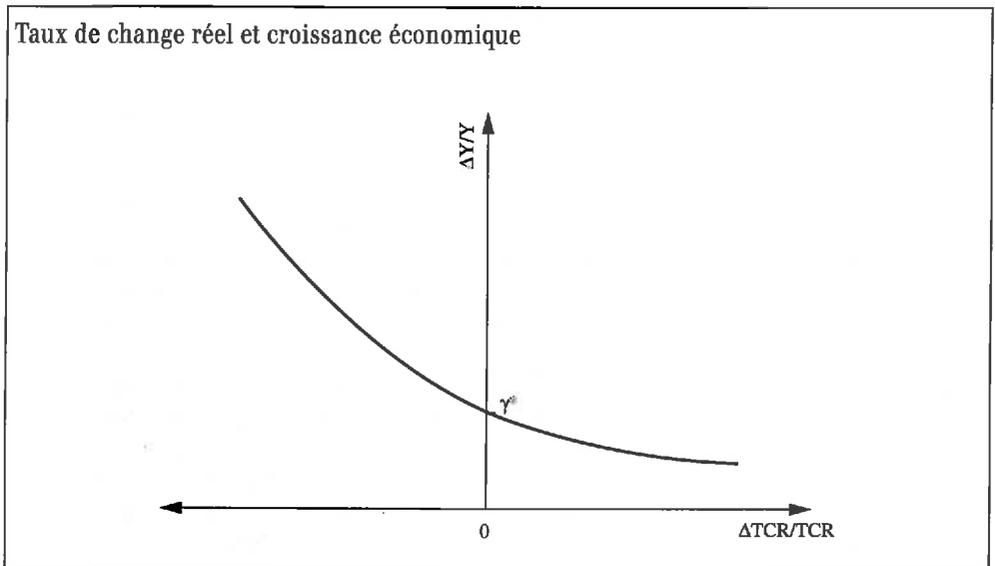
Dans ce contexte, l'augmentation du taux de rentabilité du capital humain (ou la hausse de son prix relatif), a pour conséquence une augmentation du coût mar-

ginal relatif dans la production du bien non échangeable (c'est-à-dire que l'effet est plus significatif dans le secteur intensif en capital humain). Si dans une situation de concurrence pure et parfaite le prix du bien doit être égal à son coût marginal, alors ce résultat implique que le prix relatif du bien intensif en capital humain – le bien non échangeable – doit augmenter pendant la transition. De même, puisque la rentabilité et le prix du capital humain dépendent positivement de l'écart entre le ratio initial de capital physique et de capital humain vis-à-vis de son niveau d'équilibre à l'état stationnaire, le TCR est aussi fonction de cette même variable : plus l'écart initial est important, plus le taux d'appréciation attendu du TCR pendant la transition est élevé. Il est facile de voir que :

$$\gamma_{TCR}(0) = \frac{\partial \text{Ln}[TCR(t)]}{\partial t}(0) = -\xi \frac{r^*}{r^* + \beta} \beta \text{Ln}[z^* / z(0)] + \frac{\gamma_z^*}{\beta} \quad (26)$$

où ξ est une constante positive qui reflète le degré d'intensité dans l'utilisation du capital humain dans la production du bien non échangeable. Remarquons que, puisque la hausse de la productivité marginale du capital humain ainsi que celle de son prix se font à un taux qui converge asymptotiquement vers son taux d'équilibre à l'état stationnaire, alors l'appréciation des biens non échangeables – et donc le TCR – suit aussi ce même processus¹³. Par ailleurs, puisque le taux d'appréciation du TCR comme le taux de croissance du produit (équation 20) dépendent de l'écart entre la valeur initiale de z et celle à l'état stationnaire (z^*), alors l'évolution de ces deux variables fait partie du même processus. Le GRAPHIQUE 3 illustre ce résultat.

GRAPHIQUE 3



13. On suppose qu'on est dans le cas d'un petit pays qui est incapable de modifier le prix international du bien échangeable.

L'analyse empirique

Une conclusion fondamentale est que pour un pays caractérisé par un déficit relatif en capital physique vis-à-vis de son équilibre à l'état stationnaire, plus ce déficit se comble, plus on devrait observer un « excès » de croissance du produit et une appréciation de son taux de change réel. Une telle situation correspond précisément à celle qui aurait caractérisé l'évolution économique de l'Europe ou du Japon de l'après-Guerre. En effet, on peut penser que dans ces économies qui ont subi une destruction importante de leurs dotations en capital physique (sans pour autant avoir subi une réduction de même ampleur dans leur stock de capital humain), le remplacement « accéléré » de ce capital physique manquant aurait dû coïncider avec une forte expansion relative du produit et avec une appréciation des monnaies domestiques. Si l'on prend les États-Unis comme point de repère (c'est-à-dire que l'on considère ce pays comme une mesure de l'équilibre à l'état stationnaire), les TABLEAUX 1 et 2 rendent bien compte d'un tel état de fait.

Trois phénomènes très nets sont mis en évidence. Tout d'abord, au cours de la période 1960-1985, les pays européens ont accru fortement leurs dotations relatives en capital physique et capital humain. En effet, si en 1960 la moyenne du ratio européen ne représentait que 43 % du niveau américain, en 1985 l'écart entre les deux n'était plus que de 19 %. En termes absolus, le ratio du capital physique au capital humain européen s'est accru de plus de 1 000 % en 25 ans, soit 2,25 fois le taux de croissance enregistré aux États-Unis. Le cas japonais est encore plus remarquable : l'écart de ce ratio par rapport au niveau atteint par celui des États-Unis passe de 92 % à moins de 20 %, tandis que son taux de croissance est presque douze fois celui enregistré aux États-Unis. Deuxièmement, on

TABLEAU 1

Croissance du PIB et appréciation du taux de change réel cumulés, 1960-1985

	Surplus dans le taux de croissance du PIB par rapport à celui des États-Unis	Variation du TCR*
Allemagne	17,0	- 54,1
Autriche	29,8	- 61,8
Belgique	26,3	- 50,1
Finlande	31,2	- 35,8
Espagne	43,1	- 78,6
France	28,1	- 42,5
Pays-Bas	16,1	- 70,4
Angleterre	-6,7	- 44,3
Italie	24,8	- 31,9
Suède	8,2	- 43,8
Japon	86,1	- 84,1
Moyenne (Japon exclu)	21,8	- 51,3

* Taux de change réel calculé en utilisant l'indice des prix de gros aux États-Unis (wholesale price index), le taux de change nominal (TCN) et l'IPC du pays respectif selon l'expression $TCR = \text{prix USA} \times \text{TCN} / \text{prix pays } i$.

TABLEAU 2

Ratio du stock du capital physique au stock de capital humain*, 1960-1985

	1960, k/h	1985, k/h	Taux de croissance de k/h (1960-1985)	Rapport du taux de croissance de k/h du pays i au taux de croissance de k/h des États-Unis
	États-Unis = 100	États-Unis = 100	En %	
Allemagne	35	78	1 128	2,53
Autriche	27	85	1 613	3,61
Belgique	58	99	831	1,86
Finlande	72	101	666	1,49
Espagne	17	47	1 392	3,12
France	41	86	1 040	2,33
Pays-Bas	43	90	1 045	2,34
Angleterre	34	55	786	1,76
Italie	42	76	879	1,97
Suède	64	91	676	1,52
Japon	8	80	5 437	12,19
Moyenne (Japon exclu)	43	81	1 006	2,25
États-Unis	100	100	446	-

* L'indice k/h est le ratio entre le stock de capital physique de l'année j et le stock de capital humain de l'année j , à prix constants en 1987.

La mesure du capital humain utilisée ici est la moyenne des années de scolarisation de la population.

Source : Auteur, à partir de Nehru, Vikram, et Ashok Dhareshwar, 1993.

remarque que ce processus de « rattrapage » constaté au niveau du ratio des dotations factorielles s'accompagne d'une croissance du PIB nettement plus soutenue qu'aux États-Unis. Ce surplus de croissance atteint presque 22 % en moyenne pour les pays européens et environ 86 % pour le Japon. Finalement, les deux processus décrits auparavant coïncident aussi avec de fortes appréciations réelles des monnaies domestiques par rapport au dollar. En Europe, la valeur des monnaies locales a augmenté en moyenne de plus de 51 % dans la période 1960-85, tandis que, dans le cas japonais, l'appréciation réelle du Yen se monte à plus de 80 %.

Bien que constituant une première approximation, cette analyse reste intuitive et circonscrite à un groupe réduit et plus ou moins homogène de pays. Par la suite, nous tentons de faire une validation économétrique du modèle qui puisse s'avérer plus rigoureuse pour tester les principales implications de celui-ci.

L'estimation économétrique

Les tests empiriques classiques sur la théorie de la croissance (voir Barro, 1991 ; Mankiw, Romer & Weil, 1992), montrent la relation inverse existant entre l'évolution du taux de la croissance du produit pendant la convergence vers l'état stationnaire et l'écart entre le ratio initial de capital physique à capital humain par rapport à celui de l'équilibre de long terme. Dans ces travaux, cet écart est fonction du ratio k/h initial, du taux d'investissement, du taux d'intérêt

réel (net de dépréciation), du taux de croissance de la population, et de la technologie existant¹⁴.

On peut penser également, dans le prolongement de la démonstration présentée *supra*, que l'évolution du prix du capital humain obéit à ce même phénomène : pour un pays dont le ratio capital physique à capital humain est déficitaire par rapport à son niveau à l'état stationnaire, on s'attend à une hausse de la rentabilité et du prix du capital humain et à un taux de croissance économique d'autant plus élevé que l'écart entre le ratio initial et celui de l'équilibre à l'état stationnaire est important. Cette dynamique vers la hausse du prix du capital humain déclenche une augmentation du prix relatif du secteur plus intensif en capital humain – le secteur non échangeable – c'est-à-dire, une appréciation du taux de change réel. En d'autres termes, si la relation théorique que nous venons d'énoncer est correcte, le TCR doit dépendre des mêmes variables explicatives que celles des tests néoclassiques. Dans ce contexte, nous reprenons les mêmes postulats que les travaux néoclassiques sur la croissance mais nous utilisons la variation du TCR comme variable dépendante et non le taux de croissance du produit.

Ainsi, pour chaque pays, on peut exprimer la relation entre TCR et l'écart de k/h par rapport au niveau d'état stationnaire, de la manière suivante (en version log-linéaire) :

$$\ln(RER_t) - \ln(RER_{t-1}) = \beta \ln(Z_{t-1}) + \gamma_1 \ln(I_t) + \gamma_2 \ln(\partial + n + r_t) + \gamma_3 \ln(A_t) + C \quad (27)$$

où $\ln(RER_t) - \ln(RER_{t-1})$ mesure le taux de dépréciation du taux de change réel, z correspond au ratio du capital physique sur le capital humain, I est le taux d'investissement (en % du PIB), r est le taux intérêt réel international, ∂ est le taux de dépréciation du capital physique, n est le taux de croissance de la population, A représente le niveau de technologie et C est une constante.

À partir de cette relation, on s'attend à trouver un signe positif pour le coefficient du ratio du capital physique sur le capital humain initial. En effet, comme on l'a déjà signalé, le modèle présenté *supra* prévoit une appréciation du TCR d'autant plus importante que le ratio k/h de départ est faible (corrélation négative). Puisque dans l'équation précédente, on mesure la dépréciation du TCR, le signe de la relation devient positif¹⁵. De même, pour l'investissement, on anticipe un coefficient négatif : plus le taux d'investissement est élevé, plus forte est la réduction du déficit relatif en capital physique et, en conséquence, plus fortes sont aussi la croissance instantanée du produit et l'appréciation du TCR¹⁶. Le signe de la variable $(r + n + \partial)$ devrait être positif : plus le taux intérêt, la dépréciation et le taux de croissance de la population sont élevés alors, toutes choses égales par ailleurs, moins le taux de croissance de k (et de k/h) est élevé, et en conséquence, moins la croissance du PIB par tête et l'appréciation réelle de la monnaie domestique sont fortes. La variable A , que l'on a interprétée comme représentant le niveau de la technologie (et/ou aussi la qualité des politiques économiques menées¹⁷) devrait, elle aussi, avoir un coefficient de signe négatif : plus

14. Nous rappelons ici que le modèle présenté *supra* est en termes *per capita* d'où la pertinence d'inclure le taux de croissance de la population.

15. Cette même remarque est valable pour comprendre l'interprétation de la corrélation pour les autres variables.

16. Alternativement, tel qu'on l'avait signalé théoriquement *supra*, cette relation théorique implique aussi que, pour un taux d'épargne exogène, le déficit en compte courant serait inversement corrélé à la dépréciation du TCR (car le déficit en compte courant peut être défini comme la différence entre l'épargne et l'investissement).

17. Par exemple, le degré d'ouverture aux marchés des capitaux internationaux.

la technologie ou la qualité des politiques est supérieure vis-à-vis du reste du monde, plus la richesse relative par tête est élevée et plus la monnaie locale devrait s'apprécier.

LES DONNÉES ET LA CONSTRUCTION DES VARIABLES. La période analysée va de 1960 à 1985 et a été choisie en fonction de la disponibilité des données pour toutes les variables définies. Faisant appel à ce même critère, nous avons sélectionné un échantillon de 56 pays. La liste des pays ainsi que les sources de données sont présentées en ANNEXE 1.

La construction de la variable dépendante (le TCR) suit toujours la définition du TCR comme étant le rapport entre le prix des biens échangeables et celui des biens non échangeables. Pour construire cette mesure du TCR, nous suivons les critères proposés par Edwards (1988) selon lesquels le TCR est calculé bilatéralement par rapport aux États-Unis de la manière suivante¹⁸ :

$$RER = \frac{IPM_{usa,t} \times NER_{i,usa,t}}{P_{i,t}}$$

où RER est le taux de change réel, $IPM_{usa,t}$ correspond à l'indice des prix de gros aux États-Unis, $P_{i,t}$ est le déflateur du produit du pays i et $NER_{i,usa}$ représente le taux de change nominal de la monnaie du pays i contre le dollar. Une dépréciation du taux de change réel ainsi mesuré correspond à une augmentation de l'indicateur RER . Quelques précisions sont nécessaires, concernant cette mesure du TCR.

En premier lieu, celle-ci calcule le TCR exclusivement en fonction des États-Unis. En toute rigueur, la mesure pertinente des prix internationaux devrait se faire à l'aide d'un indice des prix des biens échangeables dans chaque pays, pondéré par leur part dans le commerce international du point de vue du pays domestique et multiplié par le taux de change nominal. Néanmoins, si une telle mesure est théoriquement plus précise, elle n'est pas exempte d'importantes difficultés techniques qui peuvent introduire des biais significatifs (en particulier au niveau de l'obtention d'un indice de prix pour les biens échangeables de chaque pays ; voir *infra*). C'est en cela que nous pensons que le TCR calculé bilatéralement par rapport aux États-Unis constitue une alternative simple et très valable qui doit être considérée comme un *second best*¹⁹. Nous sommes assez confiant dans le fait que ce choix ne devrait pas altérer les conclusions générales. Sur ce point, notons que Edwards (1989) montre que pour un échantillon de 33 pays entre 1965 et 1985, le coefficient de corrélation entre une mesure du TCR multilatéral et un TCR bilatéral par rapport aux États-Unis est supérieur à 0,9 pour 85 % des cas et à 0,8 pour la totalité des pays considérés.

Par ailleurs, cette mesure du taux de change se heurte au problème des méthodes différentes utilisées pour le calcul des indices de prix (sur ce point, voir par exemple Edwards [1989] ou Rogoff [1996]), c'est-à-dire que les paniers de biens dans chaque pays ne sont pas forcément les mêmes. De plus, ces indices de

18. La discussion sur le meilleur indicateur qu'il faut prendre en compte pour la construction d'un indice du TCR tel que celui proposé est très riche. Pour une très bonne synthèse des différents indicateurs proposés, des avantages et défauts de chacun ainsi que de la justification de notre choix, voir Edwards 1988 (22-28).

19. Signalons également que les États-Unis sont le principal partenaire commercial du « reste du monde ».

prix se font en pondérant le prix des biens échangeables et celui des biens non échangeables (Balassa, 1964). Ainsi, une mesure précise du TCR, défini comme le rapport entre les prix des biens échangeables et ceux des biens non échangeables, requiert la connaissance des pondérations de chaque type de biens retenues par chaque pays. Dans le cas des États-Unis, ce problème peut être partiellement résolu en prenant l'indice des prix de gros puisque celui-ci inclut principalement des biens échangeables ; c'est ce que nous avons fait. Pour les autres pays, il faudrait connaître l'indice de prix des biens non échangeables, mais un problème de données empêche de le faire. En conséquence, c'est l'indice général des prix, mesuré par le déflateur du produit de chaque pays, qui a été retenu. Bien qu'introduisant une distorsion dans la mesure, le fait d'avoir dans le dénominateur une composante qui correspond au prix domestique des biens échangeables ne devrait pas altérer les conclusions de base.

Finalement, la critique probablement la plus importante est celle relative à la pertinence de ce que l'on veut mesurer. En effet, pour que notre analyse des variations du TCR ait un sens, il faut qu'au départ les taux de change réels des différents pays soient en équilibre (Rogoff, 1996). Si tel n'est pas le cas, à cause de raisons conjoncturelles, alors les variations de cette variable peuvent refléter tout simplement une mise à niveau qui n'aurait rien à voir avec les fluctuations des variables explicatives que nous avons définies dans notre équation initiale. En outre, même si tous les TCR partent d'une situation d'équilibre, les variations à court terme du taux de change peuvent obéir à des motifs circonstanciels. Dans la mesure où nous ne sommes pas en condition de déterminer exactement quelles sont les valeurs absolues du TCR à l'équilibre, à chaque instant, ces problèmes s'avèrent insurmontables. Heureusement, le fait de travailler en panel avec un échantillon de plusieurs pays et sur un horizon temporel assez étendu permet d'avoir plusieurs observations, ce qui contribue à minimiser ces problèmes, et de tenir compte du comportement de cette variable à long terme²⁰.

LES MÉTHODES D'ESTIMATION. L'estimation de l'équation (27) présente le problème que la variable A n'est pas directement observable. Pour y remédier, on simplifie l'estimation en considérant, dans une première étape, que tous les pays ont la même technologie (paramètre A) et que cette valeur est constante tout au long du temps²¹. On utilise d'abord une estimation *Pooling* où l'on divise la période totale en plusieurs sous-périodes de 5 ans et on régresse tous les points ensemble sur la variation du taux de change réel (280 observations).

Dans une deuxième étape, on abandonne l'hypothèse initiale faite sur A . On prend donc en compte la possibilité que ce paramètre puisse différer selon les pays. Suivant Islam (1995), on utilise une estimation *Within* avec des valeurs moyennes à intervalles fixes de 5 ans²² et en incorporant des effets fixes inva-

20. C'est l'avantage de travailler sur données de panel. Sur ce point voir Rogoff (1996).

21. Puisque A a une valeur constante et identique pour tous les pays, on peut l'éliminer de l'équation en l'incluant dans la constante totale de la régression.

22. Le choix des intervalles de cinq ans est arbitraire mais obéit à une raison de fond, à savoir, diminuer les distorsions de court terme dans la mesure des variables, tout en permettant d'avoir une quantité importante d'observations par pays. Il faut signaler que ces fluctuations de court terme sont particulièrement importantes dans la mesure des taux de change (Rogoff, 1996) et dans les facteurs déterminant la convergence du ratio du capital physique au capital humain (Islam, 1995), d'où l'importance de travailler avec une sous-division du temps.

riants où les coefficients sont estimés par les moindres carrés ordinaires avec une variable dummy (280 observations).

Les résultats

Les résultats statistiques et leur analyse sont d'abord présentés pour l'échantillon regroupant tous les pays. Puis on fait le même exercice en réduisant cet échantillon à un groupe plus homogène qui inclut seulement les pays européens et le Japon.

AVEC L'ÉCHANTILLON TOTAL. Les résultats des régressions selon les deux méthodologies employées sont présentés dans le TABLEAU 3. Ils sont satisfaisants dans l'ensemble et permettent de valider l'hypothèse de base du modèle. Dans le premier cas, avec technologie homogène entre les pays, toutes les variables ont le signe attendu et sont significatives au seuil de 99 % sauf pour l'investissement (significative au seuil de 90 %). De plus, la qualité de l'ajustement de l'équation (R^2) est de 0,45, valeur satisfaisante pour une régression de ce type. Ces résultats s'améliorent lorsque, à l'issue d'une estimation *Within*, on admet l'existence d'effets fixes entre pays qui puissent rendre compte d'une hétérogénéité technologique. Les signes des coefficients sont ceux attendus et toutes les variables s'avèrent significatives au seuil de 99 %. La qualité d'ajustement de cette régression est améliorée et très satisfaisante pour ce type d'estimation de panel ($R^2 = 0,62$). En outre, à l'issue de cette régression, on constate que la valeur absolue de tous les coefficients des variables augmente. En d'autres termes, lorsque l'on tient compte du fait que la valeur de A peut différer entre pays, les effets montrés dans la régression *Pooling* sont amplifiés. Comment peut-on expliquer ce résultat ?

TABLEAU 3

Régression du taux de change réel : échantillon de 56 pays*

Variables	Estimation <i>Pooling</i>	Estimation <i>Within</i>
Ln (Z_0)	0,011058 (0,00230)	0,021234 (0,00384)
Ln (I)	- 0,014493 (0,00818)	- 0,058086 (0,01261)
n ($r + n + \partial$)	0,156804 (0,01164)	0,166102 (0,01302)
Constante	- 0,370272 (0,03891)	
R²	0,456238	0,623128
Nombre d'observations	280	280

* Écarts-type entre parenthèses.

Une interprétation possible est que, dans la régression *Pooling*, on a introduit un biais par l'omission d'une variable (dans ce cas, A que l'on a supposée constante et égale pour tous les pays et donc sans importance au niveau de la régression). En utilisant un test F on rejette facilement l'hypothèse selon laquelle les effets fixes seraient nuls ($p = 0,0000$), ce qui indique qu'effectivement il y aurait une variable omise dans la régression *Pooling*. En d'autres termes, la variable A appartiendrait au « vrai » modèle de l'évolution du taux de change réel et, en conséquence, son exclusion dans la régression *Pooling* impliquerait nécessairement que les coefficients ainsi estimés seraient biaisés.

Notons que l'impact théoriquement attendu de la variable omise A (la technologie et/ou les politiques menées) sur la dépréciation du TCR devrait être négatif. Intuitivement cette proposition peut être appréhendée de deux manières. La première nous est familière et consiste tout simplement à faire appel au modèle de Balassa et Samuelson pour lequel les pays plus productifs (ou ayant une technologie supérieure) auraient un taux de change réel plus apprécié²³. Une autre façon de l'envisager, qui s'adapte mieux à l'intuition suggérée *supra*, est de considérer que, *ceteris paribus*, un pays disposant d'un A plus élevé a une plus grande richesse relative et, en conséquence, doit aussi avoir un TCR plus apprécié. Les signes des effets fixes calculés sont compatibles avec celui de la relation énoncée précédemment mais il faut dire aussi que l'ampleur des effets fixes pour chaque pays n'offre pas une relation de causalité claire par rapport à ce à quoi l'on s'attendait *a priori* (que les pays plus développés aient un effet fixe de plus grande ampleur en valeur absolue²⁴).

Si maintenant on régresse les effets fixes obtenus de la régression *Within* contre les autres variables indépendantes²⁵, on peut montrer que cette variable omise pourrait expliquer correctement la hausse observée de certains des coefficients. Le TABLEAU 4 résume les résultats de cette régression (écarts-type entre parenthèses).

Considérons tout d'abord le cas de $k(0)/h(0)$ (variable Z_0). Puisqu'il existe une corrélation positive entre cette variable et A , le fait de l'omettre dans la régression *Pooling* implique que le coefficient de Z_0 ainsi calculé est constitué de deux parties : d'un côté, le coefficient réel de Z_0 (celui qui devrait apparaître dans la vraie

TABLEAU 4

Effets fixes de la régression <i>Within</i> contre :				
Variables	$\ln(Z_0)$	$\ln(I)$	$\ln(r + n + \delta)$	Constante
Coefficients*	0,0661956 (0,01220)	0,0689466 (0,00802)	0,0142751 (0,06384)	-0,625431 (0,19381)

* Écarts-type entre parenthèses.

23. Dans notre régression, puisque ce que l'on mesure est la dépréciation du TCR, cela équivaut à dire que les pays ayant un A plus grand subissent une dépréciation de leur monnaie inférieure à celle des pays ayant un A plus petit (soit une corrélation négative entre A et le TCR tel qu'on la présente dans notre équation).

24. Cela peut correspondre au fait que l'effet fixe, en plus de la variable A , mesure d'autres variables omises.

25. Cela est possible puisque, dans notre modèle, la valeur de l'effet fixe coïncide précisément avec la valeur de la variable omise (A) qui serait différente pour chaque pays.

régression, c'est-à-dire celle qui n'omet pas de variable) et, de l'autre, le coefficient de A (qui est combinaison linéaire de Z_0). Puisque le vrai coefficient de A devrait avoir un signe négatif, le coefficient de Z_0 ainsi estimé est biaisé vers le bas par rapport au coefficient de la régression qui tient compte de l'existence des effets fixes. Pour la hausse du coefficient de la variable ($r + n + \delta$), l'explication est analogue. Au niveau de l'investissement, même si le coefficient conserve le signe que l'on attend théoriquement, la hausse en valeur absolue de celui-ci va en sens contraire à ce que l'on devrait supposer. En effet, puisqu'il existe une corrélation positive entre cette variable et la variable omise A , le coefficient obtenu dans la régression *Pooling* devrait surestimer l'effet négatif qu'a l'investissement sur le TCR. Or on voit qu'il le sous-estime par rapport au résultat obtenu par la régression *Within*. Si l'on tient compte du fait que plus on est restreint l'accès au marché international des capitaux, plus la convergence vers l'état stationnaire est lente et, en conséquence, moins l'appréciation réelle du taux de change devrait être forte²⁶, l'omission de la variable de contrainte d'endettement pourrait expliquer cette hausse de la valeur absolue du coefficient de l'investissement.

Il est intéressant de noter que, dans la régression estimée par *Within*, on peut séparer l'effet sur l'évolution du TCR, associé aux variables définies dans l'équation (27), et celui lié à l'effet fixe (la technologie). Comme on l'a déjà dit, le signe de l'effet fixe sur la dépréciation du TCR est celui attendu (négatif, c'est-à-dire qu'à technologie « plus grande », correspond une moindre dépréciation réelle). Cela veut dire que l'on est en mesure de traiter deux effets complémentaires sur le taux de change. D'un côté, celui associé à la notion classique de différences dans la technologie disponible entre pays qui est à la base du modèle de Balassa et Samuelson. D'un autre, celui qui est en relation avec les différences dans les dotations relatives en capital physique, qui est à la base du modèle statique à la Bhagwati et de la conception dynamique qu'on a présentée dans cet article.

LE CAS DE L'EUROPE ET DU JAPON. Il est intéressant de voir ce qui se passe lorsque nous appliquons les méthodes d'estimation précédemment décrites à un échantillon plus homogène de pays. En ce sens, nous avons décidé d'analyser les cas de l'Europe²⁷ et du Japon de l'après-Guerre. L'intérêt de travailler avec ce sous-groupe de pays est double. D'un côté, ces pays sont de bons exemples d'économies montrant un déficit relatif en capital physique lors de l'après-Guerre qu'ils ont rattrapé à un rythme accéléré dans les années suivantes ; ils présentent ainsi les caractéristiques théoriques « idéales » pour tester notre hypothèse initiale sur le taux de change réel. D'un autre côté, puisqu'on peut penser que ces économies sont plus ou moins homogènes en terme de niveau technologique, on est aussi en mesure de vérifier partiellement les hypothèses que l'on avait faites sur la variable omise (A) lorsqu'on travaillait avec l'échantillon total de pays. Le TABLEAU 5 présente les principaux résultats des régressions.

On constate que la qualité de l'ajustement (R^2) augmente pour les deux méthodes d'estimation. Par ailleurs, les variables explicatives sont significatives

26. C'est-à-dire que cette variable devrait montrer une corrélation positive avec la dépréciation du taux de change réel tel que nous l'avons définie dans l'équation 12.

27. Nous avons pris les pays suivants : Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Irlande, Italie, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Espagne, Suède, Suisse et Royaume-Uni.

TABLEAU 5

Régression du taux de change réel : Europe et Japon*		
Variables	Estimation <i>Pooling</i>	Estimation <i>Within</i>
Ln (Z_0)	0,014457 (0,00339)	0,014056 (0,00406)
Ln (I)	- 0,076095 (0,02108)	- 0,171445 (0,03784)
Ln ($r + n + \vartheta$)	0,177867 (0,01490)	0,164191 (0,01457)
Constante	- 0,226825 (0,08515)	
R²	0,75283	0,829307
Nombre d'observations	85	85

* Écarts-type entre parenthèses.

aux niveaux de confiance usuels et les coefficients ont les signes attendus. On remarque également que la valeur absolue de chacun des coefficients estimés par la méthode *Pooling* est plus élevée que lorsqu'on travaille avec l'échantillon de 56 pays. Cela veut dire que l'effet de nos variables indépendantes sur la variation du TCR est plus accentué pour les cas de l'Europe et du Japon. Il faut remarquer que ce résultat correspond à ce qu'intuitivement on attendait pour ce groupe de pays. Par ailleurs, les coefficients des variables explicatives ne changent pas significativement entre l'une et l'autre méthode comme lorsqu'on travaillait avec tout l'échantillon de pays. Ceci implique que la présence d'une variable omise, qui pourrait biaiser les résultats de l'estimation *Pooling*, est moins importante. Ce résultat semblerait confirmer que la variable omise (A) correspondrait principalement à la différence de niveau technologique entre chaque pays. En effet, si l'on suppose que les pays européens et le Japon ne doivent pas présenter d'écart technologiques significatifs, il n'est pas surprenant que les résultats des estimations *Pooling* et *Within* offrent des différences moins importantes²⁸.

C Conclusions

Nous avons analysé la relation existant entre le taux de change réel, et le ratio capital physique sur capital humain d'une économie. Cette approche qui, dans un contexte statique, correspond à l'intuition du modèle de Bhagwati pour expliquer pourquoi les biens non échangeables seraient moins chers dans les pays pauvres, peut être étendue à un contexte dynamique, à l'aide du modèle néoclassique de

28. Rappelons ici que l'estimation *Pooling* éliminait de la régression les effets fixes car elle les supposait constants et de même valeur pour chaque pays.

croissance. En effet, si pour Bhagwati le prix des biens non échangeables à un moment donné était fonction de l'abondance relative du capital physique, alors la convergence du ratio des dotations factorielles vers un niveau plus élevé – celui à l'état stationnaire – prédite par le modèle néoclassique pourrait rendre compte de l'évolution de ce prix.

L'analyse empirique que nous avons présentée permet de valider l'hypothèse selon laquelle ce processus de convergence pour un pays ayant un déficit relatif en capital physique détermine, *via* une appréciation du capital humain, une hausse du prix des biens non échangeables et donc un processus d'appréciation du TCR. Une analyse préliminaire montre que tel a été le cas pour les pays européens ou le Japon de l'après-Guerre. Une estimation économétrique portant sur un échantillon plus large de pays permet de rendre compte de manière plus rigoureuse de cette même conclusion. En particulier, les résultats montrent que l'appréciation du taux de change réel est liée positivement à l'écart existant entre le ratio de capital physique sur le capital humain par rapport à sa valeur à l'état stationnaire et que cette appréciation est d'autant plus élevée que ce déficit initial est important, que le taux d'investissement est élevé²⁹ et que le taux d'intérêt international net de dépréciation est faible.

Par ailleurs, lorsque l'on prend en compte l'existence de différentes technologies entre pays on constate que l'effet des variables précédentes sur le TCR est amplifié. Cet impact amplificateur est compatible avec la théorie³⁰, d'autant plus que lorsqu'on travaille avec un échantillon de pays plus homogène³¹ (dans ce travail, l'Europe et le Japon), l'effet décrit précédemment est plus réduit. Ainsi, si on prend en compte les écarts technologiques, on trouve que la dynamique du TCR peut en même temps être conciliée tant avec le modèle classique proposé par Balassa et Samuelson, qu'avec celui se basant sur les écarts relatifs des dotations factorielles tel qu'on l'a utilisé dans cet article. Ainsi, loin d'être contradictoires, ces deux interprétations sont complémentaires pour expliquer l'évolution du TCR³².

I. B.

29. Il faut remarquer que, pour un taux d'épargne donné, l'effet de cette dernière composante implique aussi que cette appréciation réelle serait corrélée positivement avec la taille des déficits en compte courant. En outre, ces deux phénomènes – l'appréciation réelle et les déficits en compte courant – feraient partie du même processus par lequel la théorie néoclassique prévoit un excès de croissance dans les pays pauvres en capital quand ce déficit de capital est absorbé.

30. Sauf pour le cas de l'investissement où l'on pourrait penser que la présence d'une variable omise (la restriction à l'endettement extérieur) pourrait expliquer la différence.

31. Et, en conséquence, susceptibles d'avoir des technologies similaires.

32. L'auteur tient à remercier Marc Flandreau pour ses précieux conseils, commentaires et critiques. Il est également reconnaissant pour les remarques et suggestions faites par deux rapporteurs anonymes de la revue. Il reste toutefois seul responsable des éventuelles erreurs ou insuffisances qui subsisteraient.

ANNEXE 1
ÉCHANTILLON DE PAYS

1 Algérie	16 Finlande	31 Madagascar	46 Sénégal
2 Australie	17 France	32 Malawi	47 Singapour
3 Autriche	18 Allemagne	33 Malaisie	48 Espagne
4 Belgique	19 Ghana	34 Mauriti- us	49 Soudan
5 Cameroon	20 Grèce	35 Mexico	50 Suède
6 Canada	21 Guatemala	36 Myanmar	51 Suisse
7 Chili	22 Honduras	37 Pays Bas	52 Thaïlande
8 Chine	23 Islande	38 N. Zélande	53 Royaume Uni
9 Colombie	24 Irlande	39 Nigeria	54 États-Unis
10 Costa Rica	25 Israël	40 Norvège	55 Venezuela
11 Cote d'Ivoire	26 Italie	41 Pakistan	56 Zambie
12 Danemark	27 Jamaïque	42 Paraguay	57 Zimbabwe
13 Équateur	28 Japon	43 Philippines	
14 Égypte	29 Kenya	44 Portugal	
15 El Salvador	30 Corée du Sud.	45 Rwanda	

SOURCE DES DONNÉES

Au niveau des données statistiques, les déflateurs du produit, ainsi que le taux d'investissement et la croissance de la population ont été tirés du *World Development Indicators* 1999 (Banque mondiale). L'indice des prix de gros aux États-Unis est celui publié par le département du Travail (U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics). Le taux intérêt international est supposé égal au taux intérêt réel de court terme aux États-Unis et a été obtenu auprès du département du Commerce (U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis). En outre, Nehru, Vikram et Ashock Dhareshwar (1993) fournissent des données relatives à la quantité moyenne d'années de scolarité et de stock de capital physique avec lesquelles nous avons construit un indicateur du ratio de capital physique sur le capital humain. Par ailleurs, on utilise un taux de dépréciation du capital de 3 % par an (valeur typiquement utilisée dans les régressions de croissance).

ANNEXE 2
APPROXIMATION LOG-LINÉAIRE³³

Les équations (16) et (17) déterminent un système d'équations non linéaires qui peut être résolu à l'aide d'une approximation log-linéaire aux alentours de z^* et x^* .

$$\begin{bmatrix} \cdot \\ \log z(z) \\ \cdot \\ \log x(x) \end{bmatrix} \equiv \begin{bmatrix} \frac{-(1-\alpha)}{\alpha} \frac{r^*}{1-\varphi} & \frac{-x}{1-\varphi} \\ (1-\alpha) \left(\frac{1}{1-\varphi} - \frac{\alpha}{\theta} \right) & \frac{x^*}{1-\varphi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \log(z) - \log(z^*) \\ \log(x) - \log(x^*) \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \gamma_z^* \\ \gamma_x^* \end{bmatrix}$$

33. Pour plus de détails voir Barro & Sala-I-Martin, 1995, chap. 2, annexe 2a et appendice mathématique à la fin de leur ouvrage.

où :

$$\gamma_z^* = \frac{1}{\alpha}(\gamma^* + n + \delta)$$

$$\gamma_x^* = -\frac{(1-\alpha)}{\alpha}(\gamma^* + n + \delta)$$

correspondent au taux de croissance de z et x aux alentours de z^* . Le déterminant D de ce système est :

$$|D| = -r^* x^* \frac{(1-\alpha)}{(1-\varphi)} \frac{1}{\theta} \leq 0$$

La négativité du déterminant assure que les valeurs propres du système sont de signe opposé, ce qui permet de conclure à une stabilité de type sentier-selle (c'est-à-dire qu'il y a une convergence vers le niveau d'équilibre à l'état stationnaire).

La solution homogène du système est issue de :

$$\begin{bmatrix} \dot{\log z(z)} \\ \dot{\log x(x)} \end{bmatrix} = V^{-1} \begin{bmatrix} e^{\lambda_1 t} & 0 \\ 0 & e^{\lambda_2 t} \end{bmatrix} A$$

où λ_1 et λ_2 sont les valeurs propres du système avec $\lambda_2 > 0$ et $\lambda_1 = -\beta < 0$ et :

$$2\beta = \left(\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{r^*}{z^*} - x^* \right) \right) + \left(\left(\frac{1}{1-\varphi} \left(\frac{r^*}{z^*} - x^* \right) \right)^2 + 4r^* x^* \frac{(1-\alpha)}{\theta(1-\varphi)} \right)$$

A correspond à un vecteur de constantes et V est une matrice telle que :

$$VDV^{-1} = G$$

où G est une matrice diagonale avec λ_1 et λ_2 en diagonale. En général, V est une matrice quadratique constituée par les valeurs propres de D . La solution particulière est constituée par un vecteur de constantes. Puisque le système converge vers l'état stationnaire, ce vecteur de constantes est tel que $e^{-\lambda_2} = 0$. À partir de là, on obtient aisément la solution présentée dans l'équation (18). La solution pour $\text{Log Ph}(t)$ est obtenue de façon analogue.

RÉFÉRENCES

- Balassa B. (1964), « The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal », *Journal of Political Economy*, vol. 72, p. 584-596.
- Barro R. (1991), « Economic Growth in a Cross Section of Countries », *Quarterly Journal of Economics*, n° 106, p. 407-443.
- Barro R., G. Mankiw & J. Sala-I-Martin (1992), *Capital Mobility in Neoclassical Models of Growth*, NBER, Working Paper n° 4206.

- Barro R. & X. Sala-I-Martin (1995), *Economic Growth*, McGraw-Hill.
- Bhagwati J. (1984), « Why Services Are Cheaper in the Poor Countries? », *The Economic Journal*, 394, p. 279-286.
- Blanchard O. (2000), *Macroeconomics*, 2^e édition, Prentice Hall International.
- Burda M. & Ch. Wyplosz (1998), *Macroéconomie : une perspective européenne*, 2^e édition, De Boeck-Wesmael.
- Cohen D. & J. Sachs (1986), « Growth and External Debt Under Risk of debt Repudiation », *European Economic Review*, 30, 3, juin, p. 526-560.
- De Gregorio J., A. Giovannini & H. Wolf (1994), « International Evidence on Tradables and Nontradables Inflation », *European Economic Review*, n° 38, p. 1225-1244.
- Dornbusch R. (1980), *Open Economy Macroeconomics*, New York, Basic Books.
- Edwards S. (1989), *Real Exchange Rates in the Developing Countries: Concepts and Measurement*, NBER, Working Paper n° 2950.
- _____ (1988), *Real and Monetary Determinants of Real Exchange Rate Behavior: Theory and Evidence from Developing Countries*, NBER, Working Paper n° 2721.
- Fond Monétaire International, *Statistiques Financières Internationales* (annuaire 1990).
- _____, *World Economic Outlook 1998*.
- Kravis I., A. Heston & R. Summers (1982), « The Share of Services in Economic Growth », dans *Global Econometrics: Essays in Honor of Lawrence R. Klein*, sous la direction de Adams & Hickman, MIT Press.
- Lahrèche-Révil A. (1999), « Taux de change réel, croissance et développement : une application à la zone euro-méditerranéenne », dans *Globalisation et politiques économiques. Les marges de manœuvre*, actes du colloque GDR CNRS-EFIQ, Economica, p. 89-108.
- Lucas R. (1988), « On the Mechanics of Development Planning », *Journal of Monetary Economics*, 22, p. 3-42.
- Mankiw G., P. Romer & D. Weil (1992), « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, mai, p. 407-437.
- Mussa M. (1984), « The Theory of Exchange Rate Determination », dans *Exchange Rate Theory and Practice*, sous la direction de J. Bilson & R. Marston, Chicago University Press.
- Nehru V. & A. Dhareshwar (1993), « A New Database on Physical Capital Stock: Sources, Methodology and Results », *Rivista de Analisis Economico*, n° 8, p. 37-59.
- Rogoff K. (1996), « The Purchasing Power Parity Puzzle », *Journal of Economic Literature*, juin, p. 647-668.
- Samuelson P. (1964), « Theoretical Notes on Trade Problems », *The Review of Economics and Statistics*, p. 145-154.
- Uzawa H. (1965), « Optimal Growth in a Two Sector Model of Capital Accumulation », *Review of Economic Studies*, n° 31, p. 1-24.
- Islam N. (1995), « Growth Empirics: A Panel Data Approach », *The Quarterly Journal of Economics*, novembre, p. 1127-1172.
- U.S. Department of Commerce, Bureau of Economic Analysis. <http://www.bea.doc.gov/>.
- U.S. Department of Labor, Bureau of Labor Statistics. <http://www.stats.bls.gov/>.

