

Ouverture, capital humain et croissance économique

Fondements théoriques et identification des liens à l'aide de données de panel

Résumé

Pour étudier l'impact de l'ouverture commerciale sur la croissance dans les pays en voie de développement, nous proposons un modèle de croissance endogène tenant compte de leurs faibles dotations factorielles, notamment en termes de capital humain. La validation empirique de ce modèle est faite à partir d'un panel de 47 pays (1980-1997). Nous spécifions un modèle à effet individuel aléatoire corrélé que nous estimons par la Méthode des moments généralisés (GMM). Les résultats montrent que l'ouverture des pays en voie de développement a globalement un effet positif sur leur croissance économique. L'ouverture leur permet d'accéder aux « savoirs » étrangers par le biais des biens importés et nécessaires dans le processus de production des firmes. Nous insistons sur l'impact non significatif du capital humain sur la croissance en rappelant brièvement les problèmes spécifiques à l'éducation dans les pays en voie de développement qui ne sont pas sans lien notamment avec les faibles effets qu'enregistrent les investissements directs étrangers.

Abstract

In order to study the effect of commercial opening on the economic growth in the developing countries, we propose the endogenous growth model taking into consideration the weak factor dotations of these countries, especially in the terms of human capital. The empirical validation of the model is founded on 47 countries (1980-1997). We specify a model with individual random correlated effect that we estimate with the GMM. The results show that the opening of the developing country has globally both a positive and significant effect on the economic growth. The opening allows to the developing countries to have an access to foreign « knowledge » through the imported goods what are necessary in the process of production of firms. We insist on the non-significant impact of the human capital on the growth, noting briefly the problems specific to education in the developing countries, which have a link particularly with the weak effects caused by foreign direct investments.

Mots-clés

Ouverture, capital humain, croissance endogène, modèle à effet aléatoire corrélé, GMM.

**Abdouni
Abdeljabbar
Saïd Hanchane**

Centre de recherche sur les dynamiques, les politiques économiques et l'économie des ressources (CEDERS), Université de la Méditerranée, Aix-en-Provence.

Institut d'économie publique à Marseille (EHESS) et Laboratoire d'économie et de sociologie du travail (CNRS), Aix-en-Provence.
(hanchane@univ-aix.fr)

1. Introduction

L'objet central de cet article est de donner les arguments théoriques et empiriques qui permettent une appréhension satisfaisante du rôle du commerce international dans la croissance des pays en voie de développement.

Après l'échec des politiques de substitution aux importations dans ces pays et les résultats miraculeux réalisés par les pays asiatiques (1), expliqués notamment par une stratégie d'ouverture à l'économie mondiale, la plupart des pays en voie de développement ont adopté une politique d'ouverture à partir du début des années quatre-vingt dans le cadre des programmes d'ajustement structurel, des accords du GATT (et de l'OMC récemment) et des accords régionaux.

Les rares travaux qui ont étudié l'impact du commerce international sur la croissance des pays en voie de développement proposent des modèles fondés sur l'apprentissage par la pratique. Le principal message à retenir des résultats de ces travaux est que l'ouverture commerciale de ces pays a un impact négatif sur la croissance et que le protectionnisme apparaît comme la stratégie la plus efficace dans ce cas.

Alors que les modèles fondés sur l'innovation à la Romer (1990) identifient un impact positif de l'ouverture sur la croissance dans le cas des pays développés, à notre connaissance, aucune tentative n'a été faite dans ce sens pour les économies en voie de développement (2). Précisons, cependant, que Shaw (1992) montre que, si le progrès technique explique une part très faible de la croissance économique des pays en voie de développement par rapport aux pays développés, c'est parce que les premiers sont très faiblement dotés en capital humain. L'ouverture deviendrait par conséquent l'une des possibilités permettant aux entreprises des pays en voie de développement de moderniser leurs activités de production par l'accès aux biens à fort contenu technologique, fabriqués dans les économies les plus avancées. Dans ces conditions, l'ouverture pourrait avoir des effets bénéfiques sur la croissance économique.

Après avoir présenté une revue critique et synthétique de la littérature théorique et empirique autour des liens complexes entre ouverture et croissance (section 2), nous proposons un modèle théorique de croissance endogène (section 3). En partant du modèle de Rivera-Batiz et Romer (1991a), nous soulignons que ce dernier peut offrir la possibilité de comprendre les effets de l'ouverture sur la croissance des pays en voie de développement très peu dotés en main-d'œuvre qualifiée. Le modèle que nous proposons dans la section 3 explore cette piste, dans la mesure où nous tenons compte des faibles dotations factorielles d'un pays en voie de développement, notamment en termes de capital humain. En nous intéressant essentiellement au cas de l'échange de biens d'équipement, nous examinerons jusqu'à quel point nos résultats diffèrent de ceux établis par Rivera-Batiz et Romer (1991a, 1991b).

(1) Ces pays ont enregistré les taux de croissance les plus élevés au monde entre 1965 et 1990. En effet, leur taux de croissance atteignait 5,5 % selon le Rapport de la Banque mondiale, alors que celui de l'ensemble des pays de l'OCDE était à peine supérieur à 2 %.

(2) A l'exception du travail de Grossman et Helpman (1991c). Cependant, ils supposent une formalisation du progrès technique différente de celle de Romer (1990).

Pour valider notre modèle théorique à partir de données de Panel, nous spécifions un modèle à effet individuel aléatoire corrélé que nous estimons par les Méthode des moments généralisés (section 4). Nous justifions une spécification estimée selon une approche qui se distingue de la littérature empirique sur deux points. Le premier est lié aux problèmes posés par les indicateurs retenus traditionnellement pour mesurer l'ouverture. Le second renvoie aux méthodes économétriques utilisées qui ne permettent pas de contrôler de façon rigoureuse les biais liés à l'hétérogénéité individuelle non observée des pays, au biais d'endogénéité et à la faible robustesse à l'hétéroscédasticité et à l'auto-corrélation des résidus.

2. Ouverture et croissance : un état des lieux de la littérature théorique et empirique

Soulignons au préalable que les théories traditionnelles du commerce international ne peuvent pas expliquer les échanges entre des pays identiques et les échanges intra-branche et négligent le rôle des firmes multinationales. Ces questions trouvent des éléments de réponse dans le cadre de la nouvelle théorie du commerce international fondée sur les principes de la concurrence imparfaite et des rendements d'échelle. Cependant, les gains de l'ouverture y sont perçus de façon statique. Des gains dynamiques, s'ils existent, sont à rechercher dans la théorie de la croissance. Or, jusqu'à la fin des années 80, la théorie de la croissance ne pouvait répondre à de telles questions puisque selon l'analyse traditionnelle issue du modèle de Solow (1956), la croissance n'était expliquée que par des facteurs exogènes ne laissant pas de place à une prise en compte des politiques commerciales.

A partir des années 90, il est devenu possible d'opérer une fusion entre la théorie de la croissance endogène et la nouvelle théorie du commerce international, puisque toutes les deux sont fondées sur les principes des rendements croissants et de la concurrence imparfaite. Ces deux principes permettent d'expliquer, d'une part, l'importance du commerce intra-branche dans les échanges internationaux et, d'autre part, l'innovation et la croissance : les entrepreneurs créent de nouveaux produits ou améliorent les produits existants afin de pouvoir disposer ensuite des flux de profits de monopoles. Cette fusion a donc permis d'envisager une croissance en économie ouverte. En effet, les théories de la croissance endogène offrent un cadre propice à l'élaboration des modèles en économie ouverte, dans lesquels il est possible de mettre en évidence l'existence d'effets de long terme via le progrès technique et le transfert de technologie. Dans ce cadre, l'ouverture peut accroître le rythme d'accumulation du capital et peut, par conséquent, changer le sentier de croissance.

Une littérature théorique abondante s'est développée dans cette direction. Elle étudie la relation ouverture-croissance économique. Les résultats des analyses sont variables selon la structure des modèles, l'origine de la croissance, les dotations et les conditions initiales des pays ou encore

selon que les connaissances technologiques sont communes à tous les pays ou qu'elles sont purement nationales.

En effet, dans les modèles de croissance avec apprentissage par la pratique, les travaux ont montré que la situation initiale d'un pays détermine la nature de sa spécialisation dans le long terme et, par conséquent, son taux de croissance après l'ouverture [Krugman (1987), Lucas (1988), Young (1991)...]. La situation initiale peut conduire alors à une mauvaise spécialisation d'une petite économie et peut l'enfoncer dans le sous-développement. Dans ce cadre, les travaux préconisent des politiques commerciales protectionnistes, au moins temporairement, pour protéger les industries au stade de l'enfance.

En revanche, d'autres travaux considèrent l'innovation comme source de croissance et encouragent une politique d'ouverture (Rivera-Batiz et Romer, 1991a, 1991b ; Grossman et Helpman, 1990, 1991a, 1991b ; Feenstra, 1990). En effet, dans cette littérature, les résultats montrent que l'intégration complète de deux pays identiques permet de doubler leurs taux de croissance par rapport à ceux de l'autarcie. Cependant, les tarifs douaniers réciproques agissent négativement sur la croissance, dans la mesure où ils ne font qu'encourager l'activité d'imitation. Cette dernière occupe une partie du capital humain, qui devrait être consacré à la R&D, et diminue par conséquent le taux de croissance économique.

Mais plus spécifiquement, les résultats de certains travaux ayant étudié, dans le cadre de deux économies développées et identiques, le cas de l'intégration partielle (échange de connaissances technologiques ou de biens) méritent d'être soulignés avec plus de précision. Grossman et Helpman (1991e) montrent qu'en l'absence de relations commerciales entre les pays, des opérations parallèles de R&D peuvent avoir lieu dans les deux, et il peut y avoir des chevauchements entre les gammes de produits fabriqués dans les deux économies. Le commerce permet, par le biais de la concurrence entre les firmes, l'élimination de tous ces phénomènes. Rivera-Batiz et Romer (1991a) montrent que, si les pays n'échangent que les biens, le taux de croissance ne varie pas et reste à son niveau de l'autarcie. Cependant Feenstra (1990) et Grossman et Helpman (1991e) mettent en évidence l'existence deux effets de sens opposés de l'ouverture sur la croissance. D'une part, du fait de l'ouverture des frontières, chaque firme bénéficie d'un marché plus vaste et donc d'une incitation plus forte à investir. D'autre part, le nombre de concurrents augmente, et cette intensification de la concurrence réduit les incitations à innover. Lorsque les deux pays ont la même taille, ces deux effets s'annulent, un doublement du marché est exactement compensé par un doublement du nombre de concurrents. Lorsqu'ils sont de tailles inégales, le petit pays innove moins rapidement à long terme en situation de libre-échange qu'en situation d'autarcie, alors que rien n'est modifié pour le grand pays. Dans le cas où il y a simultanément échange de connaissances et de biens, Rivera-Batiz et Romer (1991b) montrent que

le taux de croissance est en permanence plus élevé et retrouvent les mêmes résultats que dans le cas de l'intégration complète.

Aubin (1994) prolonge les travaux de Rivera-Batiz et Romer (1991a), (1991b) et montre que les gains de l'ouverture en termes de croissance sont beaucoup plus importants lorsqu'il existe une coordination des politiques économiques entre les pays. C'est-à-dire une intervention publique recherchant l'optimum non pas dans le cadre des économies prises séparément mais dans le cadre de leur union. Dans ce sens, l'intégration des marchés ne suffit pas pour obtenir une croissance optimale et doit être accompagnée d'une coordination des politiques économiques.

En résumé, les travaux théoriques n'ont pas réussi à trancher sur un effet favorable ou défavorable de l'ouverture sur la croissance économique. Les résultats de chaque modèle dépendent fortement de sa structure et de ses hypothèses. Les travaux empiriques, par contre, aboutissent à des résultats homogènes et identifient un effet positif de l'ouverture sur la croissance (Feder, 1983 ; Balassa, 1985 ; Harrison, 1996 ; Edwards, 1998).

L'apparition de la nouvelle théorie du commerce international et la théorie de la croissance endogène a conduit à concentrer les recherches empiriques sur les canaux par lesquels l'ouverture peut influencer le taux de croissance. En général, l'effet de l'ouverture sur la croissance passe par trois voies : la formation du capital physique (croissance tirée par l'investissement et induite par l'ouverture), le capital humain (croissance tirée par les compétences et induite par l'ouverture) et le savoir (croissance tirée par la technologie et induite par l'ouverture).

En réalisant une estimation en trois étapes (3SLS) sur des données en coupe transversale et en estimant des équations séparées, Baldwin et Seghezza (1996) montrent que la croissance est tirée par l'investissement et induite par l'ouverture (3). Ce résultat confirme celui de Lee (1993) et (1994) dans une estimation en deux étapes (2SLS).

En estimant des relations de cointégration, d'autres travaux ont montré une croissance tirée par la technologie et induite par l'ouverture. En effet, Coe et Moghadam (1993) jugent que les échanges et le capital au sens large sont les principaux facteurs de la quasi-totalité de la croissance enregistrée par l'économie française depuis vingt ans. Dans le même sens, D. Coe et E. Helpman (1995) trouvent, sur un échantillon de 22 pays industriels, que la productivité globale des facteurs (PGF) d'un pays dépend non seulement de son propre stock de R&D mais aussi de celui de ses partenaires commerciaux. Ils montrent, par ailleurs, que l'effet positif de la R&D étrangère sur la PGF d'un pays donné dépend de son degré d'ouverture. Brecher, Ehsan et Lawrence (1996) tentent d'établir les liens entre l'externalité de la R&D et la croissance de la PGF des secteurs au Canada et aux États-Unis. Entre 1961 et 1991, il ressort de leurs résultats que l'effet de la R&D des États-Unis sur la productivité canadienne tend à être au moins aussi fort que sur la productivité des États-Unis.

(3) Le taux de croissance est estimé tout d'abord en fonction de l'investissement et, ensuite, en fonction de l'ouverture, ce qui permet de conclure à un effet indirect de l'ouverture sur la croissance.

Harrison (1996) revient de façon minutieuse sur les définitions possibles des indicateurs d'ouverture. Il utilise sept indicateurs rencontrés régulièrement dans la littérature et trouve une relation souvent positive entre ces indicateurs et la croissance économique. En revanche, les résultats des tests de non-causalité entre la croissance du PIB et l'évolution des exportations et/ou des importations ne sont pas stables.

Pritchett (1996) a aussi réalisé une analyse multivariée de plusieurs indicateurs souvent rencontrés dans la littérature et montre qu'ils sont très peu corrélés entre eux. Il explique que chacun de ces indicateurs n'exprime qu'une partie du concept d'ouverture. Pris individuellement, ils ne permettent pas de rendre compte de toutes les dimensions d'une politique commerciale tournée vers l'extérieur.

Fontagné et Guérin (1997) ont indiqué que les conditions internes déterminent les résultats de l'ouverture d'un pays. En effet, si certaines conditions sont remplies, par le capital humain qualifié par exemple, l'ouverture joue un rôle de catalyseur de la croissance en activant « la réaction de l'économie » face aux chocs extérieurs.

En résumé, les travaux empiriques étudiant la relation ouverture-croissance économique ont souvent abouti, contrairement aux travaux théoriques, à des résultats homogènes précisant un effet positif de l'ouverture sur la croissance.

Cependant, les résultats de ces travaux nous paraissent encore mal établis, et ce pour deux raisons principales que ce travail pourrait contribuer à dépasser. La première est liée aux indicateurs retenus pour mesurer l'ouverture. La seconde renvoie aux méthodes économétriques utilisées qui ne permettent pas de contrôler de façon rigoureuse les biais liés à l'hétérogénéité individuelle non observée des pays.

Mais avant d'en arriver là, nous proposons dans la section qui suit un modèle théorique à partir duquel on va justifier la spécification retenue pour notre application empirique. L'objectif central de ce modèle est de proposer une approche adaptée du rôle de l'ouverture sur la croissance dans le cas d'une économie en développement.

3. La croissance entre ouverture et capital humain dans une économie en voie de développement : un modèle théorique

Le modèle de Romer (1990) considère, pour le cas d'une économie fermée, que le progrès technique est la source de la croissance et constitue le point de départ de la plupart des travaux théoriques qui étudient la relation ouverture-croissance économique. A titre d'exemple, Rivera-Batiz et Romer (1991a, 1991b) l'ont proposé en économie ouverte pour le cas de deux pays développés et identiques disposant du même stock de travail et notamment du même niveau de capital humain et de technologie. Dans ce cas précis, lorsque les deux pays échangent les biens d'équipement et les connaissances technologiques, le taux de croissance est doublé et devient même

équivalent à celui de l'intégration complète des deux pays. En revanche, si les pays n'échangent que les biens ou les connaissances, il n'y a aucun effet sur la croissance économique.

Nous remarquons que la capacité de ce type de modèles à identifier les avantages de l'ouverture en termes de croissance pour les pays en voie de développement reste à explorer. Ces pays sont faiblement dotés en capital humain censé générer du progrès technique et, par conséquent, de la croissance économique. L'ouverture peut, ainsi, jouer un rôle important dans la mesure où elle permet à ces pays d'accéder au stock mondial de connaissances et de bénéficier, par conséquent, du progrès technique des pays développés.

Dans cette optique, nous développons un modèle qui tient compte des faibles dotations factorielles d'un pays en voie de développement, notamment en termes de capital humain. Nous nous intéressons essentiellement au cas de l'échange de biens d'équipement. Nous examinerons jusqu'à quel point nos résultats diffèrent de ceux établis par Rivera-Batiz et Romer (1991a), (1991b). Par ce modèle, nous espérons aussi donner les fondements de notre choix de modélisation empirique et de variables.

3.1. Description du modèle

Nous distinguons le cas de l'autarcie de celui de l'ouverture.

3.1.1. Cas de l'autarcie

Nous supposons, comme chez Rivera-Batiz et Romer (1991a, 1991b), qu'il existe dans les deux pays des consommateurs, un secteur R&D et un secteur manufacturier.

Le secteur manufacturier

Dans ce secteur, il y a deux branches de production. La première fabrique le bien final. La deuxième met en œuvre les différentes innovations réalisées dans le secteur de la R&D et la partie épargnée de la production du bien final pour produire les biens intermédiaires $x(i)$. La fonction de production est identique pour les deux branches et dépend du capital humain consacré à la production du bien final (H_y), du travail non qualifié (L) et du capital physique représenté par le nombre de biens d'équipement $x(i)$. Elle prend la forme d'une fonction homogène de degré un du type Cobb-Douglas et s'écrit sous la forme :

$$Y_j(H, L, x) = H_{yj}^\alpha L_j^\beta \int_0^M x(i)_j^{1-\alpha-\beta} di \quad (1)$$

– où α et β désignent respectivement l'élasticité de la production par rapport au capital humain et au travail (4), « j » désigne les pays (s pour le pays en voie de développement et d pour le pays développé) et M le stock de connaissances disponibles dans chaque pays (N pour le pays en voie de développement et A pour le pays développé).

(4) Avec
($0 < 1 - \alpha - \beta < 1$).

Nous supposons que le travail est le même dans les deux pays ($L_s = L_d$) alors que le stock de capital humain dans le pays en voie de développement est plus faible que celui du pays développé ($H_s < H_d$). Plus particulièrement, nous supposons pour simplifier les calculs que :

$$H_s = \eta H_{yd} ; L_s = L_d \quad \text{avec } \eta = 1 \quad (2)$$

Par ailleurs, nous supposons que les stocks de travail et de capital humain sont exogènes et considérés comme donnés et qu'il n'y a pas de mobilité internationale du capital humain.

Enfin, nous supposons que la production des biens de consommation s'effectue dans un cadre concurrentiel, alors que celle des biens intermédiaires est caractérisée par un régime de concurrence monopolistique.

Le secteur de la R&D

Ce secteur produit la technologie destinée au secteur manufacturier pour produire les nouveaux biens intermédiaires. L'entreprise qui acquiert une nouvelle innovation au prix P_A sera la seule à produire le bien d'équipement x_i correspondant avec un brevet à durée infinie.

La fonction de production des innovations dépend du stock du capital humain consacré à la recherche $H_M (= H - H_y)$ et du stock de connaissances disponibles M .

$$\dot{M} = \delta_j H_M M \quad (3)$$

Avec δ_j représente la productivité du capital humain dans la recherche.

La consommation

Les comportements de consommation sont déterminés à partir d'une spécification du type de Ramsey (1928) (5). Le programme d'optimisation intertemporelle du consommateur représentatif peut s'écrire comme suit :

$$\text{Max} \int_0^{\infty} \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} e^{-\rho t} dt \quad (4)$$

Sous la contrainte intertemporelle du revenu.

$$\dot{B} = R + rB - C \quad (4')$$

Où C représente la consommation, ρ le taux de préférence pour le présent, σ l'élasticité de substitution constante, r le taux d'intérêt, B les actifs détenus par les consommateurs et R leurs salaires.

3.1.2. Etude de la croissance à l'équilibre du marché

La détermination du taux de croissance de l'équilibre du marché nécessite de définir, du côté de l'offre (les producteurs) et du côté de la demande (les consommateurs), une relation entre le taux d'intérêt et le taux de croissance.

(5) Ce modèle a été présenté en détail dans R. Barro et X. Sala-I-Martin (1996).

Du côté de la consommation

La résolution du programme du consommateur représentatif permet d'obtenir

$$r = \rho + \sigma \frac{\dot{C}}{C}$$

Du côté de la production

A l'équilibre du marché, la répartition du capital humain entre le secteur manufacturier et le secteur de la R&D est déterminée par l'égalisation de la rémunération dans ces deux secteurs. Cela s'exprime par l'égalité des productivités marginales en valeur du capital humain, soit dans chaque pays:

$$\frac{\partial Y_j}{\partial H_{jy}} P_y = \frac{\partial \dot{M}}{\partial H_M} P_{Aj}$$

La résolution de cette équation nécessite de déterminer le prix des brevets P_{Aj} . La somme actualisée des revenus générés dans le secteur manufacturier permet de déterminer ce prix. Soit dans chaque pays :

$$P_{Aj} = \int_0^{\infty} \Pi_{Max} e^{-rt}$$

En supposant que la production d'une unité de bien intermédiaire peut s'analyser comme la conversion d'une unité du bien final. Le coût unitaire est mesuré par le coût réel en intérêt associé à cette conversion. Donc, dans chaque pays, le profit maximum sera égal à :

$$\text{Max}_{xi} \Pi_i = \text{Max}_{xi} (P_j(i) x_{ji} - r x_{ji})$$

Avec $P_j(i)$ le prix des biens d'équipement $x(i)$.

Si on dérive cette relation par rapport à $x_j(i)$, on obtient le prix d'équilibre P_j et la quantité d'équilibre correspondante qui permettent de déterminer Π_{Max} , P_{Aj} et par conséquent r tel que :

$$r = \frac{\delta_j (\alpha + \beta) (1 - \alpha - \beta) H_{yj}}{\alpha}$$

Si on égalise le taux d'intérêt du côté de la consommation avec celui de la production, on aura des taux de croissance qui ont la même expression que ceux de Romer (1990) et Rivera-Batiz et Romer (1991a), (1991b) dans le cas de l'autarcie, soit :

$$g_{aj} = \frac{\delta_j (\alpha + \beta) (1 - \alpha - \beta) H_j - \rho \alpha}{\sigma \alpha + (\alpha + \beta) (1 - \alpha - \beta)}$$

3.1.3. Cas de l'ouverture

Si les producteurs de biens intermédiaires dans le pays en voie de développement utilisent les bien étrangers seuls ou combinés avec les biens

domestiques, les productivités marginales de ces biens, du travail et notamment du capital humain augmentent. Cela conduit au déplacement du capital humain du secteur de R&D vers le secteur manufacturier. Ce déplacement fera diminuer la productivité marginale du capital humain dans le secteur de la R&D et accentuera son déplacement vers le secteur manufacturier. Ce mécanisme continuera jusqu'à ce que tout le capital humain dans le pays en voie de développement soit alloué au secteur manufacturier et que le secteur de R&D disparaisse.

La structure de l'économie développée reste donc la même, alors que celle du pays en voie de développement sera caractérisée par la disparition du secteur R&D. La fonction de production (l'équation (1)) devient pour ce pays :

$$Y_s(H, L, x) = H_s^\alpha L_s^\beta \int_0^A x(i)_m^{1-\alpha-\beta} di$$

où $x(i)_m$ représente les biens d'équipement importés à un prix $P_m(i)$.

Equilibre du marché

De la même manière que dans le cas de l'autarcie, à l'équilibre on a :

$$\frac{\partial Y_s}{\partial H_s} P_s = \frac{\partial A}{\partial H_d} P_d$$

Si on utilise l'hypothèse (2), on obtient :

$$\alpha H_s^{\alpha-1} L_s^\beta \int_0^A x_m^{1-\alpha-\beta} = P_d \delta_d A = \alpha H_{yd}^{\alpha-1} L_d^\beta \int_0^A x_d^{1-\alpha-\beta}$$

Pour déterminer P_A , nous calculons le profit Π_{Max} que gagnent les producteurs dans le pays développé sur la vente de biens d'équipement au niveau national et international. Ce profit est égal à :

$$\text{Max}_{Xi} \Pi_i = \text{Max}_{Xi} (P_d(i) Xi - r Xi)$$

où $X(i) (= x(i)_d + x(i)_m)$ représente la demande internationale des biens d'équipement.

En utilisant l'hypothèse (2), le prix P_d sera pratiqué dans les deux pays et on obtient :

$$X(i) = (P_d(i))^{\frac{-1}{\alpha+\beta}} \Omega \quad \text{avec}$$

$$\Omega = (1 - \alpha - \beta)^{\frac{1}{\alpha+\beta}} \left[H_d^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} L_d^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} + H_s^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} L_s^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} \right]$$

Si on utilise ces expressions et si on dérive l'équation de profit par rapport à $X(i)$, on obtient les quantités d'équilibre et le prix d'équilibre P_d

correspondant qui permettent de déterminer le profit Π_{Max} , le prix de brevet P_A et par conséquent le taux d'intérêt r tel que :

$$r = \frac{\delta_d (\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)}{\alpha} \left[\left(H_{yd}^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} L_d^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} \right) + \left(H_s^{\frac{\alpha}{\alpha+\beta}} L_s^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} \right) \right] H_s^{\frac{\beta}{\alpha+\beta}} L_s^{-\frac{\beta}{\alpha+\beta}}$$

Du côté de la consommation, le taux d'intérêt est le même que celui de l'autarcie.

Détermination du taux de croissance

En égalisant le taux d'intérêt du côté de la production avec celui de la consommation et en utilisant l'hypothèse (2), on obtient le taux de croissance (g_{os}) dans le pays en voie de développement tel que :

$$g_{os} = \frac{2\delta_d (\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)H_s - \rho\alpha}{\sigma\alpha}$$

- Ce taux de croissance est plus élevé que celui de l'autarcie.
- Ce taux de croissance dépend non seulement des variables liées au pays en voie de développement tels que le stock du capital humain (H_s), les élasticités de production par rapport au capital humain et au travail (α, β) et les paramètres de consommation (ρ et σ), mais aussi du paramètre de productivité du capital humain dans le secteur de recherche (δ_d) dans le pays développé.
- Le même calcul pour le pays développé permet d'obtenir un taux de croissance supérieur à celui de l'autarcie. Cela montre que le pays développé a lui aussi intérêt à s'ouvrir sur le pays en voie de développement. En effet, l'exportation des biens intermédiaires signifie une augmentation de la taille du marché des biens intermédiaires et une augmentation des profits, ce qui accroît la productivité du capital humain dans la recherche et, par conséquent, la croissance économique.

Ces résultats nous permettent de conclure, contrairement à Rivera-Batiz et Romer (1991a), que l'échange de biens a un effet positif sur la croissance si les pays échangistes sont inégaux en termes de capital humain.

Dans la section suivante nous testons empiriquement ces résultats pour les pays en voie de développement.

4. Identification empirique à partir de données de panel des pays en voie de développement

Le modèle théorique que nous avons présenté ci-dessus montre que le taux de croissance d'une économie en voie de développement est plus élevé en cas d'ouverture qu'en cas de l'autarcie. A partir d'un panel de 47 pays en voie de développement observés entre 1980 et 1997, nous mettons à l'épreuve ce résultat théorique.

Pour une meilleure identification des paramètres d'intérêt et une plus grande robustesse de nos résultats, nous nous distinguons des travaux que

nous avons présentés dans la revue de la littérature sur deux principaux points :

– Nous faisons appel à des méthodes d'estimation appropriées censées identifier séparément, et de manière rigoureuse, entre la composante structurelle des variables et la composante qui renvoie à l'hétérogénéité non observée.

– Munis des conclusions de Pritchett (1996) et Harisson (1996), qui montrent que les exportations ou le régime commercial représenté par les barrières tarifaires et non tarifaires ne représentent qu'imparfaitement la politique d'ouverture d'un pays, et cherchant à éviter tout biais de variables omises, nous tentons d'identifier dans notre estimation l'impact spécifique de quatre mesures de l'ouverture. Il s'agit des exportations, des importations en provenance des pays pauvres, de l'investissement direct étranger et d'une externalité de la technologie étrangère calculée à partir des importations auprès des pays riches et de leur R&D.

Nous définissons dans le paragraphe suivant l'ensemble de ces variables avant d'exposer la méthode et les résultats de l'estimation.

4.1. Définition des variables utilisées

4.1.1. La variable endogène : la productivité globale des facteurs

La productivité globale des facteurs (PGF) mesure la fraction de la croissance de l'output (généralement le PIB) non imputable à la croissance du volume des facteurs de production (généralement le capital physique et le travail). Solow (1956) a apporté une formalisation théorique pour la mesure de la PGF. Ainsi, les possibilités de production sont supposées être représentées par une fonction de production globale avec un progrès technique neutre au sens de Hicks. Ce progrès technique est supposé exogène et sans coûts.

$$Y = A F(K, L)$$

où Y représente la production, K le capital, L le travail et A le progrès technique ou la PGF.

Pour le calcul de la PGF de notre échantillon, nous utilisons, comme chez Coe et Helpman (1995) (6), une fonction Cobb-Douglas qui s'écrit sous la forme suivante :

$$PGF = Y/K^\beta L^{1-\beta}$$

où β représente la part du capital (7) dans la rémunération des facteurs (8).

4.1.2. Les variables explicatives

Les variables relatives au commerce international : exportations, importations et externalité de R&D

Pour bien capter les effets du commerce international sur la croissance économique des pays en voie de développement, nous prenons en

(6) Ces auteurs considèrent que la PGF est le meilleur indicateur de progrès technique d'une nation.

(7) Nous calculons le stock de capital physique en utilisant la méthode de l'inventaire permanent décrite par Van Pottelsberghe (1996). Ainsi, le stock du capital physique "K" de l'année "t" est égal à son stock en "t-1" ajusté d'un taux de dépréciation plus l'investissement "I" en t. $K_t = K_{t-1} + I_t - \delta K_{t-1}$ où I_t est la formation brute du capital fixe (FBCF) et δ (= 7 % voir Benhabib et Spiegel (1994)) est le taux de dépréciation.

Le stock de capital physique initial K_0 est égal à l'investissement initial I_0 divisé par la somme du taux de croissance annuel g de l'investissement I_t et du taux de dépréciation δ du capital physique :

$K_0 = I_0 / (g + \delta)$

(8) $\beta = 0,4$, voir Coe, Helpman et Hoffmaister (1996).

considération ses deux principaux axes : les exportations et les importations. Nous exprimons les premières en taux de croissance (TXEX) tout en distinguant dans les dernières entre celles qui sont en provenance des pays en voie de développement, exprimées en taux de croissance et indiquées par (TXIM), et celles qui le sont auprès des pays riches. En l'absence des dépenses en R&D domestiques et des données statistiques sur les importations des biens d'équipement auprès des pays développés, les importations totales auprès de ces pays combinées avec leur R&D constituent une « proxy » des transferts de technologie et des connaissances vers les pays en voie de développement (9).

Partant de là, nous définissons la variable représentant l'externalité internationale de R&D, calculée en taux de croissance "TXRD_{it}", des pays riches (10) vers les pays en voie de développement comme suit :

$$TXRD_{it} = \sum_{d=1}^{19} m_{itd} * \left(\frac{R \& D}{PIB} \right)_{id}$$

Où m_{itd} représente les importations bilatérales d'un pays en voie de développement (i) auprès d'un pays industriels (d) pendant l'année (t) et $(R\&D/PIB)_d$ est le ratio du stock de R&D (11) de chaque pays industriels sur son PIB.

L'investissement direct étranger (IDE)

Plusieurs économistes (Feder, 1983 ; Harisson, 1996 et Edwards, 1998) utilisent les exportations ou alternativement les importations pour mesurer l'effet de l'ouverture sur la croissance économique. Or, l'ouverture d'un pays ne se limite pas à ses échanges internationaux. Elle se caractérise aussi par sa capacité d'accueil des firmes multinationales étrangères en accordant des avantages notamment fiscaux et administratifs. Ces firmes peuvent améliorer l'efficacité globale d'une économie via la disponibilité des connaissances technologiques et organisationnelles transférables au reste de l'économie. Ainsi, pour tenir compte de l'ensemble des canaux par lesquels l'ouverture peut affecter la croissance économique, il nous paraît nécessaire de rajouter les IDE dans notre équation de croissance. Leur effet positif a été démontré par plusieurs auteurs comme Borensztein, de Gregorio et Lee (1995) par exemple. Cette variable sera représentée par le taux de croissance du flux net de l'investissement direct étranger "TXIDE_{it}".

Le capital humain

Certains travaux, comme ceux de Coe, Helpman et Hoffmaister (1996), Levin et Raut (1992), Edwards (1992) suggèrent que pour tirer profit de l'ouverture, les pays en voie de développement doivent être dotés d'une main-d'œuvre qualifiée, c'est-à-dire d'un capital humain capable d'assimiler la technologie étrangère. En se basant sur le travail de Mankiw Romer et Weil (1992), nous utilisons le taux de croissance du taux brut de scolarisation secondaire (TXKH_{it}) comme proxy du capital humain (12).

(9) Bien qu'il y ait d'autres canaux qui permettent le transfert de technologies étrangères comme les IDE, la collaboration internationale en R&D, les publications scientifiques et techniques et la mobilité internationale du capital humain.

(10) Nous prenons ici 19 pays industriels pour lesquels nous disposons de données statistiques au cours de la période d'estimation.

(11) Le stock de R&D est calculé par la méthode de l'inventaire perpétuel décrite par Coe et Helpman (1995) de la même manière que le stock de capital physique. Ainsi, nous utilisons les dépenses intérieures en R&D pour mesurer l'investissement en R&D. Cependant, nous supposons que $\delta = 5\%$ en se référant à Coe et Helpman (1995).

(12) Bien que l'utilisation de cet indicateur soit contestée dans la littérature, il donne néanmoins une mesure de l'effort consenti par un pays pour améliorer son stock de capital humain.

Autres variables explicatives

En plus des variables explicatives que nous avons présentées ci-dessus, nous rajoutons deux autres variables constantes dans le temps. La première est le taux de croissance initial de la productivité globale des facteurs, $TXPGF_{80}$. Elle mesure la convergence des pays. Quant à la deuxième, nécessaire pour l'identification de l'effet de la première au moment de l'estimation, elle prend en considération la terre qui représente pour les pays en voie de développement une des principales sources de richesse. Elle est mesurée par le rapport de la terre fertile sur la superficie totale pour chaque pays.

Après avoir défini l'ensemble des variables, nous présentons dans le paragraphe qui suit la méthode d'estimation retenue pour le modèle à effet individuel aléatoire corrélé.

4.2. Un modèle à effet individuel corrélé : une estimation par la méthode des moments généralisés (GMM)

L'une des critiques centrales que l'on peut faire à l'encontre des méthodes les plus souvent utilisées en économétrie des données de panel est la distinction quelque peu artificielle ou encore imaginaire, au sens de Mundlack (1978), entre un modèle à effet fixe et un modèle à effet aléatoire.

Soulignons que le modèle à effet individuel aléatoire repose sur une hypothèse très rarement validée par les données, à savoir l'indépendance entre le paramètre de l'hétérogénéité non observée et les explicatives (hypothèse d'exogénéité faible). Les estimations sont convergentes et efficaces sous cette hypothèse. Le modèle à effet fixe donne lieu à des estimations convergentes et efficaces, que cette hypothèse soit vérifiée ou non. L'usage de la transformation *within* permet d'éliminer les effets individuels (paramètres nuisibles) pour une identification correcte des paramètres d'intérêt. Cependant, ce modèle présente l'inconvénient de ne pas permettre l'identification des paramètres des variables constantes dans le temps.

S'il est vrai que le test de spécification de Hausman permet de valider un modèle contre un autre, les possibilités offertes par l'interprétation du modèle à effet fixe, très souvent retenu par le test, sont réduites lorsqu'il s'agit de mesurer l'impact de variables constantes dans le temps (le PIB en début de période, la superficie, la stabilité politique...). Mais surtout n'oublions pas que l'économiste n'a pas besoin et aussi n'a probablement pas intérêt à faire l'hypothèse de l'indépendance des effets individuels pour parvenir à une identification correcte des paramètres. Concernant le problème qui nous préoccupe dans ce travail, il sera très difficile de justifier pourquoi des facteurs non observés ou non observables pouvant renvoyer à la qualité du système éducatif, des produits exportés, des investissements directs étrangers ou plus globalement de l'infrastructure socio-économique seraient indépendants des réalisations observables (IDE, taux de

scolarisation, exportations...) expliquant les niveaux de la croissance au cours d'une période pour un ensemble de pays.

Mundllack (1978) a attiré l'attention sur le fait que dès lors que l'on projette linéairement les effets individuels sur les moyennes des variables explicatives, toute distinction entre effet fixe et effet aléatoire devient caduque. Mieux encore, l'estimateur *within* et l'estimateur des quasi moindres carrés généralisés (QMCG) du modèle à effet aléatoire deviennent équivalents, et il est même possible dans ce contexte d'identifier la composante de chaque variable dans l'effet de l'hétérogénéité non observée.

Cependant, l'approche de Mundlack (1978) ne permet pas l'identification des effets des variables constantes dans le temps qui figurent parmi nos explicatives. Pour réaliser cette identification, le recours à une méthode à variables instrumentales s'impose (Hausman et Taylor, 1981). Nous avons, par conséquent, fait le choix de nous investir dans des méthodes d'estimation, *via* l'usage de variables instrumentales ou les GMM, qui permettent d'identifier les paramètres estimés dans ce contexte. L'optique qui sera suivie est celle proposée récemment par Arellano et Bover (1995) qui dérive un estimateur du modèle à erreurs composées par la méthode des moments généralisés (MMG). Cet estimateur a comme cas particuliers les estimateurs à variables instrumentales de Hausman et Taylor (1981), de Amemyia et Macurdy (1986) et de Breusch, Mizon et Schmidt (1989).

4.2.1. Spécification du modèle à erreurs composées

Soit le modèle statique à erreurs composées suivant :

$$y_{it} = x_{it}\beta + f_i\gamma + \mu_{it}, \quad t = 1, \dots, T \text{ et } i = 1, \dots, N \quad (1)$$

Avec $\mu_{it} = \eta_i + v_{it}$

où T est supposé fixe et petit et N grand ; l'indice i caractérise l'individu et l'indice t la période d'observation considérée ; le vecteur x_{it} contient les régresseurs qui varient dans le temps tandis que f_i inclut les régresseurs constants dans le temps pour chaque individu ; le terme d'erreur μ_{it} est décomposé en un effet spécifique η_i propre à chaque individu et un aléa habituel v_{it} ; l'effet spécifique η_i résume les caractéristiques propres à l'individu non prises en compte par les régresseurs, ce terme est aléatoire, il est tiré une et une seule fois pour chaque individu, il se répète à l'identique sur l'ensemble des périodes.

La prise en compte des effets spécifiques dans ce modèle n'intervient qu'au second ordre au travers de l'effet spécifique η_i présent dans le terme d'erreur. Autrement, $E(y_{it}) = x_{it}\beta + f_i\gamma$ de sorte que les vecteurs β et γ sont indépendants de l'individu i : il n'existe pas de comportement spécifique à un individu.

Deux hypothèses principales sont faites sur les régresseurs. La première permet l'identification du vecteur β de paramètres. Il s'agit de l'hypothèse de stricte exogénéité de l'ensemble des régresseurs étant donné l'effet spécifique η_i , soit $E(v_{it}/x_{i1}, \dots, x_{iT}, f_i, \eta_i) = 0$.

La seconde permet l'identification du vecteur γ de paramètres. Elle repose sur la condition $E(\eta_i/x_{1i1}, \dots, x_{1iT}, f_{1i}) = 0$.

On fait donc l'hypothèse qu'il existe un sous-ensemble de régresseurs variant dans le temps x_{lit} et un sous ensemble f_{li} de régresseurs constants dans le temps non corrélés avec l'effet spécifique η_i .

Si on empile pour chaque individu ses différentes observations, (1) peut se réécrire :

$$y_i = X_i \beta + \left(\tau \otimes f_i \right) \gamma + \mu_i$$

$(T,1)$ (T,k) (T,g)

soit

$$y_i = W_i \delta + \mu_i \quad (2)$$

$(T,1)$ $(1,k)$ $(T,1)$

avec $W_i = (X_i, \tau \otimes f_i)$ où $\tau_{(T,1)}$ est le vecteur unitaire ; le vecteur de paramètres δ correspond à (β, γ) et μ_i est égal à $\tau \otimes \eta_i + v_i$.

L'estimateur MMG de (2) repose sur les conditions d'orthogonalité que doivent vérifier la matrice d'instruments Z_i et le terme d'erreur μ_i .

4.2.2. Estimation par la méthode des moments généralisés du modèle à erreurs composées

L'estimateur MMG du modèle (2) développé par Arellano et Bover (1995) repose sur l'équation définissant des paramètres $E(Z_i' H \mu_i) = 0$

où H est une matrice (T,T) de transformation du modèle initial.

Le principe est le suivant. En différenciant le modèle par l'opérateur Within, l'effet spécifique disparaît. Etant donné l'hypothèse de strict exogénéité de W_i , l'ensemble W_i des régresseurs peut servir d'instruments pour tout $t = 1, \dots, T$ sur le modèle en différence première. Cependant, l'opérateur Within fait disparaître les régresseurs f_i constants dans le temps. Le vecteur de paramètres γ n'est alors pas identifiable. L'idée est alors d'utiliser le sous-ensemble de régresseurs (x_{1i}, f_{1i}) , supposés non corrélés avec l'effet spécifique, ou une combinaison linéaire de ces régresseurs comme instruments supplémentaires pour identifier γ .

Ainsi

$$H = \begin{bmatrix} K \\ T^{-1} \tau' \end{bmatrix}$$

où K peut être l'opérateur $(T-1) \times T$ de mise en différences premières tandis que $T^{-1} \tau'$ correspond à l'opérateur between de calcul des moyennes individuelles. Le terme d'erreur μ_i est transformé pour devenir $u_i^+ = H \mu_i$. Pour les $(T-1)$ premières lignes de μ_i^+ les instruments utilisés seront les éléments de W_i , l'effet spécifique disparaissant. Pour la dernière ligne du vecteur μ_i^+ , la moyenne individuelle du terme d'erreur, les éléments de (x_{1i}, f_{1i}) serviront d'instruments. Soit,

$$Z_i = \begin{bmatrix} w_i' & & 0 \\ & 0 & \\ 0 & & w_i' \\ & & & m_i' \end{bmatrix}$$

où $w_i' = (x_{i1}, \dots, x_{iT}, f_i)$
(1, (T.k+g))

Le vecteur ligne m_i' comprend le sous-ensemble de régresseurs non corrélés avec l'effet spécifique η_i , ou des combinaisons linéaires de ces régresseurs, avec $\dim(m_i') \geq \dim(\gamma)$.

L'estimateur MMG résulte alors de la minimisation par rapport à δ de la fonction critère :

$$\frac{1}{N} \mu^+{}' Z (\hat{V}_N)^{-1} Z' \mu^+$$

que l'on écrit

$$\frac{1}{N} (\bar{H}y - \bar{H}W\delta) Z (\hat{V}_N)^{-1} Z' (\bar{H}y - \bar{H}W\delta) \quad (3)$$

où \hat{V}_N est un estimateur initial consistant de la matrice de covariance des moments. L'opérateur \bar{H} est égal à $I_N \otimes H$. y et W sont construits par empilement des vecteurs individuels y_i et W_i .

La minimisation de la fonction critère (3) donne l'estimateur :

$$\hat{\delta}_{(k+g,1)} = \left[\sum_{i=1}^n W_i' H' Z_i \times \hat{V}_N^{-1} \times \sum_{i=1}^n Z_i' H W_i \right]^{-1} \times \sum_{i=1}^n W_i' H' Z_i \times \hat{V}_N^{-1} \times \sum_{i=1}^n Z_i' H y_i \quad (4)$$

Sa matrice de covariance estimée est :

$$\text{cov}(\hat{\delta})_{(k+g,k+g)} = \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^n W_i' H' Z_i \times \hat{V}_N^{-1} \times \sum_{i=1}^n Z_i' H W_i \right)^{-1} \quad (5)$$

Différents estimateurs peuvent être obtenus à partir de cette formulation générale en fonction des hypothèses faites sur la matrice de covariance du terme d'erreur μ_i et du choix des instruments m_i' .

Sous la spécification traditionnelle du modèle à erreurs composées, $\text{var}(\mu_i) = \sigma^2 I_T + \sigma_{\eta}^2 \mu'$ où σ^2 est la variance de l'aléa et σ_{η}^2 celle de l'effet spécifique. Sous cette hypothèse d'homoscédasticité individuelle et temporelle et de non autocorrélation temporelle,

$$\hat{V}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i' H \hat{\Omega} H Z_i \quad (6)$$

où $\hat{\Omega} = \hat{\sigma}^2 I_T + \hat{\sigma}_{\eta}^2 \mu'$, $\hat{\sigma}^2$ et $\hat{\sigma}_{\eta}^2$ provenant d'estimations préliminaires consistantes.

Si l'on autorise l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation temporelles,

$$\hat{V}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i' \left(\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\mu}_i^+ \hat{\mu}_i^{+'} \right) Z_i \quad (7)$$

le résidu $\hat{\mu}_i^+$ provenant d'une estimation initiale consistante.

Si, outre l'hétéroscédasticité et l'autocorrélation temporelles, il est tenu compte de l'hétéroscédasticité individuelle :

$$\hat{V}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Z_i' \hat{\mu}_i^+ \hat{\mu}_i^{+'} Z_i \quad (8)$$

Partant de là, on peut définir une série d'estimateurs suivant les instruments que la littérature fournit.

Pour Hausman et Taylor (1981), $m_i' = (\bar{x}_{1i}, f_1)$. Soit ZHT_i , la matrice d'instruments d'Hausman et Taylor. Cette matrice est de dimension $(T, ((T-1).(T.k + g) + k_1 + g_1))$. Avec \hat{V}_N définie par (6) et $Z_i = ZHT_i$ l'estimateur (4) correspond à celui de Hausman et Taylor.

Pour Amemyia et Macurdy (1986), $m_i' = (x_{1i1}, \dots, x_{1iT}, f_1)$.

Soit ZAM_i , la matrice d'instruments correspondante de dimension $(T, ((T-1).(T.k + g) + T.k_1 + g_1))$. Avec \hat{V}_N définie par (6) et $Z_i = ZAM_i$ l'estimateur (4) est celui de Amemyia et Macurdy.

Pour Breusch, Mizon et Schmidt (1989),

$$m_i' = (x_{1i1}, \dots, x_{1iT}, \tilde{x}_{2i2}, \dots, \tilde{x}_{2iT}, f_1) \text{ où } \tilde{x}_{ji2} = x_{ji2} - \bar{x}_{ji2} \text{ pour } j = 2, \dots, T. \quad (1, T(k+1) + (T-1)k + g_1)$$

Soit $ZBMS_i$, la matrice d'instruments correspondante, de dimension $(T, ((T-1).(T.k + g) + T.k_1 + (T-1).k_2 + g_1))$. Avec cette matrice d'instruments et \hat{V}_N définie par (6) l'estimateur (4) est celui de Breusch, Mizon et Schmidt.

Pour ces différents estimateurs, le test de validité du choix des instruments et donc de bonne spécification du modèle est le test de Sargan.

La statistique de ce test s'écrit sous la forme suivante :

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \hat{\mu}_i^{+'} Z_i \times \hat{V}_N^{-1} \times Z_i' \hat{\mu}_i^+ \quad (9)$$

où \hat{V}_N est la matrice des moments empiriques de la première étape et $\hat{\mu}_i^+$ le résidu de la seconde étape. Sous l'hypothèse de bonne spécification du modèle, S suit un Khi-deux de degré de liberté $(p-k)$ où p est le nombre de condition d'orthogonalité et k le nombre de paramètres à estimer. La bonne spécification du modèle est rejetée dès que S est supérieure au Khi-deux $(p-k)$ correspondant au seuil de significativité défini.

4.2.3. Interprétation des résultats

Les estimations que nous présentons ici (cf. tableau 1 et annexe 1) contrôlent le biais d'endogénéité dû à la corrélation de l'effet individuel avec les explicatives. Ces estimations sont aussi robustes à l'hétéroscedasticité temporelle et individuelle et à l'autocorrélation temporelle. Nous préférons nous référer aux résultats du tableau 1 ci-dessous relatifs au modèle estimé par les instrument de Breusch Mizon et Schmidt (1989). Cette méthode offre plus d'instruments et garantit, par conséquent, une meilleure efficacité des résultats de l'estimation (13).

Rappelons que l'une des conclusions de notre modèle théorique est que le capital humain et l'ouverture ont un effet positif sur le taux de croissance.

Les résultats d'estimation infirment l'effet de la première variable et confirment, en revanche, celui du deuxième sous-ensemble de variables.

Concernant l'ouverture, on peut noter que les effets les plus importants proviennent des exportations (TXXPR) et de l'externalité de la recherche (TXRD).

L'exportation constitue une voie naturelle pour la croissance dans les pays en voie de développement. Elle peut favoriser les taux d'activité dans les entreprises de ces pays et constitue un soutien réel à la demande globale relativement plus faible dans ces économies. Et n'oublions pas que les produits exportés sont source de devises permettant de meilleures marges de manœuvre pour la mise en place de politiques économiques de modernisation des infrastructures et, plus généralement, de croissance. Notre résultat va dans le même sens que celui de Feder (1983), par exemple, établi sur un échantillon de 31 pays. Concernant les importations, on peut en effet distinguer deux effets. Un effet direct (les importations, TXIMR) et un effet indirect (TXRD). Ce dernier, nettement plus élevé, reflète la qualité des biens importés ; il s'agit de l'externalité de la recherche permise par les contenus en connaissances dans les biens importés.

En effet, les faibles dotations en main-d'œuvre qualifiée dans les pays en voie de développement et le manque de moyens pouvant être consacrés à l'élaboration d'une véritable politique de Recherche et Développement peuvent amener certains pays à trouver dans le commerce international une opportunité pour moderniser les procédés de fabrication dans leurs entreprises. Par ce mécanisme, une croissance de court terme peut être garantie. Pour que cette croissance soit pérenne sur le long terme, encore faut-il que des approches d'apprentissage et d'imitation, par l'intermédiaire de politiques actives de formation continue, puissent être mises en place dans les entreprises afin que les salariés puissent assimiler les technologies importées. Autrement dit, bien que l'effet de la variable TXRD soit positif, il nous paraît tout à fait imprudent de parier sur sa stabilité sur une période plus longue. L'ouverture ou la mondialisation peut ne pas avoir que des effets bénéfiques si elle plonge les pays en voie de développement dans la spirale de la dépendance.

(13) Les instruments utilisés vérifient la contrainte de sur-identification et donc la bonne spécification du modèle moyennant la statistique de Sargan combinant la matrice des moments empiriques de la première étape et les résidus de la seconde étape.

Notons que ce résultat rejoint celui établi par une littérature utilisant des spécifications et des données différentes des nôtres. On peut citer, à titre d'exemple, Griliches (1988), Coe et Helpman (1995), Coe, Helpman et Hoffmaister (1996)...

Concernant l'investissement direct étranger (TXIDE), son effet est certes positif, mais nous rappelons qu'il est de faible ampleur et inférieur à celui obtenu, par exemple, par Blomstrom et Kokko (1995), Borensztein, de Gregorio et Lee (1995). L'effet de cette variable ne peut être interprété sans faire référence à celui relatif au capital humain (TXKH), non ficatif, comme il l'est chez Benhabib et Spiegel (1994) et Islam (1995).

Concernant le faible effet des investissements étrangers, notons que la participation des firmes multinationales dans les économies en voie de développement se traduit, certes, par une contribution à la croissance économique en produisant des biens et en embauchant de la main-d'œuvre. Cependant, l'essentiel de leurs activités se limite à la production de biens nécessitant une main-d'œuvre faiblement qualifiée, et la stratégie rationnellement recherchée est la minimisation des coûts que permet la manne des bas salaires dans les pays en voie de développement.

Concernant l'effet non ficatif de TXKH, notons tout d'abord que Shultz, l'un des fondateurs de la théorie du capital humain, soulignait, à juste titre, au début des années soixante, qu'on ne peut pas dissocier l'analyse du rôle du capital humain de l'environnement et des conditions dans lesquels il est accumulé. Or, il se trouve que dans les pays en voie de développement, s'il y a eu massification des études dans certains cas, cette massification ne s'est pas accompagnée d'une amélioration de la compétence des sortants ; celle-ci s'est même parfois dégradée. L'amélioration des dépenses consacrées à l'éducation ne s'est pas traduite par une amélioration de la qualité des programmes scolaires ou de la formation professionnelle et encore moins par une amélioration de la productivité. Il est tout à fait normal, dans ces conditions, que le taux de scolarisation donne lieu à un effet non ficatif dans notre modèle. Comme il est normal aussi que les investissements étrangers ne puissent pas avoir les effets espérés, les industries qui se dirigent vers les pays en voie de développement cherchant avant tout à minimiser les coûts de la main-d'œuvre non qualifiée abondamment offertes dans ces pays.

Une dernière remarque concerne le coefficient attaché au taux de croissance de la PGF initiale ($TDPGF_{80}$) et celui attaché au rapport de la terre fertile à la superficie totale (LAND). Ces deux coefficients sont non ficatifs. Le premier traduit le fait qu'il n'y a pas de possibilités de convergence entre les pays composant notre échantillon, à cause de la forte instabilité de la croissance dans les pays en voie de développement et sa très forte sensibilité à des chocs exogènes économiques ou naturels (les aléas climatiques par exemple). Le second coefficient pourrait traduire les faibles rendements des terres fertiles dans les pays en voie de développement ; Harisson (1996) aboutit au même résultat.

Tableau 1

**Estimation du modèle à effet individuel aléatoire corrélé par les GMM
selon les instruments de Breusch Mizon et Schmidt (1989)**

***Estimations robustes à l'hétéroscedasticité temporelle et individuelle
et à l'autocorrélation temporelle***

	Coef	Ecart-type	T-Stat	Signif
Constante	- 0,026537	0,05797	0,4577772	0,6471125
TXEX	0,0853008	0,0492142	1,7332579	0,0830498
TXIM	0,0042401	0,0019334	2,193112	0,0282993
TXIDE	0,0030365	0,0009057	3,3527279	0,0008002
TXRD	0,0478992	0,0208995	2,2918845	0,0219123
TXKH	- 0,024807	0,0711817	0,3485014	0,7274637
TXPGF80	0,2711114	0,6588799	0,4114732	0,6807256
LAND	0,1395333	0,4233163	0,3296196	0,7416874

5. Conclusion

Dans ce travail, nous avons développé un modèle de croissance endogène qui nous a permis de fonder la relation empirique estimée à partir de données de panel.

Notre modèle théorique s’inspire de celui de Rivera-Batiz et Romer (1991a). En effet, nous avons utilisé les mêmes fonctions de production, de consommation et de Recherche et Développement ainsi que la même démarche d’analyse et de résolution. Cependant, nous nous sommes démarqués de ce modèle dans la mesure où nous avons considéré que les deux pays qui participent à l’échange ne sont pas identiques au niveau de leurs dotations factorielles. En effet, nous avons supposé que le pays en voie de développement est faiblement doté en capital humain par rapport au pays développé. Nous nous sommes intéressés essentiellement au cas de l’intégration partielle avec échange de biens d’équipement. Nous avons montré, contrairement à Rivera-Batiz et Romer (1991a), que l’échange de biens a un effet positif sur la croissance économique.

Le pays en voie de développement est faiblement doté en capital humain, donc en Recherche et Développement et en production de biens d’équipement qui sont nécessaires à la production des biens de consommation et à la croissance économique ; l’ouverture lui permet d’accéder aux biens d’équipement du pays développé qui contiennent une technologie d’un niveau plus élevé. En plus d’une politique d’ouverture, nous avons mis l’accent sur l’éducation. Celle-ci permet au pays en voie de développement de mieux absorber les effets bénéfiques de l’ouverture.

Nous avons testé ces prédictions théoriques sur un échantillon composé de quarante-sept pays en voie de développement observés entre

1980 et 1997. Nous avons cherché à surmonter les principales limites des travaux empiriques que nous rappelons dans notre revue de la littérature.

Nous avons intégré dans notre équation de croissance plusieurs variables qui peuvent représenter de façon plus exhaustive différentes dimensions de l'ouverture : les exportations, les importations en provenance des pays pauvres et des pays riches et l'investissement direct étranger.

Nous avons fait appel aux méthodes économétriques les mieux adaptées à notre problématique et parmi les plus récentes pour estimer un modèle à effet individuel aléatoire corrélé tout en isolant la composante structurelle des variables de la composante qui renvoie à l'hétérogénéité non observée.

Les coefficients attachés aux variables représentant l'ouverture sont toujours positifs et significatifs. Cela montre que l'ouverture des pays en voie de développement a globalement un effet positif et significatif sur leur croissance économique.

Malgré les mises en garde que nous donnons lors de l'interprétation de nos résultats, on peut dire que ces derniers confirment que l'ouverture permet aux pays en voie de développement d'accéder au savoir et aux connaissances étrangères par le biais des biens étrangers importés et nécessaires dans le processus de production des firmes. Nous n'avons pas pu trancher pour dissocier les effets à court terme et des effets à long terme de l'ouverture.

Nous avons aussi insisté sur l'impact non significatif du capital humain sur la croissance en rappelant brièvement les problèmes spécifiques à l'éducation dans les pays en voie de développement qui ne sont pas sans lien avec les faibles effets qu'enregistrent les investissements étrangers directs.

Notre travail présente quelques limites au niveau théorique et empirique.

Sur le plan théorique, nous avons supposé que le capital humain dans le pays en voie de développement est plus faible que celui du pays développé. Cependant, nous avons supposé, en suivant Romer (1990), que le secteur de R&D a la même formulation dans les deux cas. Or, cette formulation a été réalisée au départ pour le cas d'un pays développé. En réalité, ce secteur est pratiquement négligeable dans les pays en voie de développement. Il serait alors plus judicieux de développer un modèle dans lequel la croissance dans ces derniers pays est tirée par l'apprentissage par la pratique et non par un secteur de R&D à la Romer (1990).

Au niveau empirique, nous avons introduit, en plus des variables représentant l'ouverture, le capital humain. Cependant, d'autres facteurs internes tels que le niveau de démocratisation dans les institutions, la stabilité politique, les droits de propriété, la fiscalité... peuvent jouer un rôle important dans l'impact de l'ouverture sur la croissance économique. Une étude plus précise nécessiterait la prise en considération de l'ensemble de ces facteurs.

Et notons que l'on souhaiterait dans l'avenir proposer une démarche empirique pour identifier les effets de court et de long termes qui aident à mieux cerner les mécanismes par lesquels transitent les impacts bénéfiques et/ou nuisibles de l'ouverture des économies en voie de développement.

Annexe 1

**Estimation du modèle à effet individuel aléatoire corrélé
par les GMM selon les instruments de Hausman et Taylor (1981)
et Amemiya et Macurdy (1986)**

Tableau 2

Utilisation des instruments de Hausman et Taylor (1981)
*Estimations robustes à l'hétéroscedasticité
temporelle et individuelle et à l'autocorrélation temporelle*

	Coef	Ecart-type	T-Stat	Signif
Constante	- 1,521473	20,234872	0,0751906	0,940063
TXEX	0,0975076	0,0455318	2,1415261	0,0322316
TXIM	0,0022712	0,0024703	0,9193943	0,3578894
TXIDE	0,0026984	0,0009126	2,9568114	0,0031084
TXRD	0,062252	0,0194421	3,2019176	0,0013652
TXKH	0,0096486	0,0701562	0,1375296	0,8906122
TXPGF80	- 574,9384	2 573,4752	0,2234093	0,8232169
LAND	74,914705	153,93658	0,4866595	0,6264996

Tableau 3

Utilisation des instruments de Amemiya et Macurdy (1986)
*Estimations robustes à l'hétéroscedasticité
temporelle et individuelle et à l'autocorrélation temporelle*

	Coef	Ecart-type	T-Stat	Signif
Constante	- 2,909522	1,9091228	1,5240098	0,1275063
TXEX	0,0766846	0,0443151	1,7304369	0,0835523
TXIM	0,0043204	0,0023083	1,871698	0,0612484
TXIDE	0,0037203	0,0009232	4,0300177	0,0000558
TXRD	0,0651909	0,0199366	3,2699162	0,0010758
TXKH	- 0,027843	0,0617237	0,4510975	0,6519193
TXPGF80	6,1607017	16,453939	0,3744211	0,7080911
LAND	19,793326	13,397733	1,4773638	0,1395782

Annexe 2

Source de données et échantillon de pays

Sources de données

• Les données du Produit intérieur brut, de l'investissement, de la force de travail, des exportations, des importations, de l'investissement direct étranger et du capital humain ont été obtenues à partir du « World Bank's DEC Analytical Database ».

• Les dépenses intérieures en R&D des pays de l'OCDE ont été obtenues à partir « OCDE's Main Science and Technology Indicators ».

Les données relatives aux importations bilatérales des pays en voie de développement auprès des pays développés "mid" ont été extraites de « IMF's Direction of Trade ».

Choix du nombre de pays et de la date d'estimation

Le choix du nombre de pays (47) et de la date d'estimation (1980-1997) sont dictés par la disponibilité des données. Par ailleurs, la date d'estimation correspond à une période où la plupart des pays en voie de développement ont adopté une politique d'ouverture. Ainsi, nous avons restreint notre échantillon aux pays qui disposent de données statistiques sur cette période.

Les pays			
Algérie	Costa Rica	Malaisie	Sénégal
Argentine	Côte d'Ivoire	Mali	Sierra Leone
Bangladesh	Equator	Mauritanie	Sri Lanka
Bénin	Egypte	Mexique	Syrie
Brésil	El Salvador	Maroc	Thaïlande
Burkina Fasso	Ethiopie	Niger	Togo
Burundi	Gambie	Nigeria	Tunisie
Cameron	Ghana	Pakistan	Uruguay
Chili	Guatemala	Paraguay	Venezuela
Chine	Inde	Pérou	Zambie
Colombie	Indonésie	Philippines	Zimbabwe
Congo (R.D.)	Malawi	Rwanda	

Références bibliographiques

Aghion P., Howitt P. (1992), « A Model of Growth through Creative Destruction », *Econometrica*, vol. 60, Issue 2, p. 323-351.

Amemiya T., Macurdy T.E. (1986), « Instrumental-Variable Estimation of an Error-Components Model », *Econometrica*, vol. 54, Issue 4, July, p. 869-880.

Arellano M., Bover O. (1995), « Another Look at the Instrumental Variable Estimation of Error-Components Models », *Journal of Econometrics*, vol. 68, Issue 1, July, p. 29-51.

Aubin C. (1994), Croissance endogène et coopération internationale, *Revue d'économie politique*, 104 (1), janvier-février.

- Balassa B. (1985), « Exports, Policy Choices, and Economic Growth in Developing Countries after the 1973 Oil Shock », *Journal of Development Economics*, vol. 18, Issue 1, may-june, p. 23-35.
- Baldwin R.E., Seghezza E. (1996), « Growth and European Integration : Towards an Empirical Assessment », Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper : 1393, p. 36.
- Barro R., Sala-I-Martin X. (1996), *la Croissance économique*, Mc Graw Hill, Ediscience.
- Blomstrom M., Kokko A. (1995), « Foreign Direct Investment and Politics : The Swedish Model », Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper : 1266, november, p. 36.
- Bobensztein E., de Gregorio J. et Lee J.-W. (1995), « How Does Foreign Direct Investment Affect Economic Growth ? », National Bureau of Economic Research, *Working Paper* : 5057, march, p. 20.
- Benhabib J., Spiegel M.M. (1994), « The Role of Human Capital in Economic Development : Evidence from Aggregate Cross-Country Data », *Journal of Monetary Economics*, vol. 34, Issue 2, october, p. 143-173.
- Brecher R.A., Choudhri, E. U., Schembri L.L. (1996), « International Spillovers of Knowledge and Sectoral Productivity Growth : Some Evidence for Canada and the United States », *Journal of International Economics*, vol. 40, Issue 3-4, p. 299-321.
- Breusch T.S., Mizon G.E., Schmidt P. (1989), « Efficient Estimation Using Panel Data », *Econometrica*, 57.
- Coe D.T., Helpman E. (1995), « International R&D Spillovers », *European Economic Review*, vol. 39, Issue 5, p. 859-887.
- Coe D.T., Helpman E., Hoffmaister A.W. (1995), « North-South Research and Development Spillovers », National Bureau of Economic Research, Working Paper : 5048.
- Edwards S. (1998), « Openness, Productivity and Growth : What do we Really Know ? », *Economic Journal*, vol. 108, Issue 447, march, p. 383-398.
- Edwards S. (1993), « Openness, Trade Liberalisation and Growth in Developing Countries », *Journal of Economic Literature*, vol. XXXI, p. 1358-1393.
- Edwards S. (1992), « Trade Orientation, Distortions and Growth in Developing Countries », *Journal of Development Economics*, vol. 39, Issue 1, july, p. 31-57.
- Feder G. (1983), « On Exports and Economic Growth », *Journal of Development Economics*, vol. 12, Issue 1-2, february-april, p. 59-73.
- Feenstra, R., 1990. Trade and Uneven Growth, National Bureau of Economic Research, *Working Paper* : 3276, March, p. 30.
- Grossman G.M., Helpman E. (1991a), « Quality Ladders in the Theory of Growth », *Review of Economic Studies*, vol. 58, Issue 1, p. 43-61.
- Grossman G.M., Helpman E. (1991b), « Quality Ladders and Product Cycles », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, Issue 2, p. 557-586.
- Grossman G.M., Helpman E. (1991c), « Trade, Knowledge Spillovers, and Growth », *European Economic Review*, vol. 35, Issue 2-3, p. 517-526.
- Grossman G.M., Helpman E. (1991d), « Endogenous Product Cycles », *The Economic journal*, vol. 101, p. 1214-1229.
- Grossman G.M., Helpman E. (1991e), *Innovation and Growth in the Global Economy*, the MIT Press, Cambridge.
- Grossman G.M., Helpman E. (1990a), « Trade, Innovation, and Growth », *American Economic Review*, vol. 80, Issue 2, p. 86-91.
- Grossman G.M., Helpman E. (1990b), « Comparative Advantage and Long-run Growth », *American Economic Review*, vol. 80, Issue 4, p. 796-815.

- Harrisson A. (1996), « Openess and Growth, A Times-series, Cross-Country Analysis for Developping Countries », *Journal of Developpement Economics*, vol. 48, n° 2, p. 419-447.
- Hausman J.M., Taylor W.E. (1981), « Panel Data and Unobservable Individual Effects », *Econometrica*, 49.
- Islam N. (1995), « Growth Empirics : A Panel Data Approach », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 110, Issue 4, november, p. 1127-1170.
- Krugman P.R. (1987), « A model of Innovation, Technology Transfer, and the World Distribution of Income », *Journal of Political Economy*, 87, p. 253-266.
- Lee J.W. (1993), « International Trade, Distortions, and Long-Run Economic Growth », *International Monetary Fund Staff Papers*, vol. 40, Issue 2, june, p. 299-328.
- Lee J.W. (1994), « Capital Goods Imports and Long-Run Growth », National Bureau of Economic Research Working Paper : 4725, april, p. 20.
- Levine R., Renelt D. (1991), « Cross-Country Studies of Crowth and Policy, Methodological, Conceptual and Statistical Problems », World Bank Working Papers Series, n° 608.
- Levin A., Raut L.K. (1992), « Complementarities Between Exports and Human Capital in Economic Growth : Evidence from the Semi-Industrialized Countries, University of California », San Diego Department of Economics Working Paper : 92-14, april, p. 33.
- Lucas R.E. (1988), « On the Mechanics of Economic Development », *Journal of Monetary Economics*, vol. 22, Issue 1, p. 3-42.
- Mankiw N.G., Romer D., Weil D.N. (1992), « A Contribution to the Empirics of Economic Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 107, Issue 2, p. 407-437.
- Mundlack Y. (1978), « On the Pooling of Times Series and Cross Section Data », *Econometrica*, 46.
- Pritchett L. (1996), « Measuring Outward Orientation in LDCs : Can It Be Done ? », *Journal of Development Economics*, vol. 49, Issue 2, p. 307-335.
- Rivera-Batiz L.A., Romer P.M. (1991a), « International Trade with Endogenous Technological Change », *European Economic Review*, vol. 35, Issue 4, p. 971-1001.
- Rivera-Batiz L.A., Romer P.M. (1991b), « Economic Integration and Endogenous Growth », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, Issue 2, p. 531-555.
- Romer P.M. (1990), « Endogenous Technological Change », *Journal of Political Economy*, vol. 98, Issue 5, Part 2, p. S71-102.
- Romer P.M. (1986), « Increasing Returns and Long-run Growth », *Journal of Political Economy*, vol. 94, Issue 5, p. 1002-1037.
- Segerstrom P.S. (1991), « Innovation, Imitation, and Economic Growth », *Journal of Political Economy*, vol. 99, Issue 4, p. 807-827.
- Segerstrom P.S., Anant T.C.A., Dinopoulos E. (1990), « A Schumpeterian Model of the Product Life Cycle », *American Economic Review*, vol. 80, Issue 5, p. 1077-1091.
- Shaw G.K. (1992), « Policy Implications of Endogenous Growth Theory », *Economic Journal*, vol. 102, Issue 412, may, p. 611-621.
- Solow R. (1956), « Technical Change and the Aggregate Production Function », *Review of Economics and Statistics*, vol. 39, n° 3, august, p. 312-320.
- Young A. (1991), « Learning by Doing and the Dynamic Effects of International Trade », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 106, Issue 2, p. 369-405.