



Munich Personal RePEc Archive

Education, innovation and economic growth in Cameroon

Ngwa Edielle, T. H. Jackson

Université de Yaoundé II

February 2005

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/9360/>
MPRA Paper No. 9360, posted 19 Aug 2008 07:46 UTC

Education, Innovation et Croissance Economique au Cameroun

T. H. Jackson NGWA EDIELLE*
Université de Yaoundé II, Cameroun
edielle_jackson@yahoo.fr

Février 2005

Résumé

L'objectif principal de ce papier est de mettre en évidence le rôle technologique du capital humain (innovation et/ou imitation) sur la croissance économique au Cameroun à travers l'éducation supérieur. Nous montrons théoriquement que le stock de connaissance est technologiquement important pour la croissance économique. Ainsi, le modèle VAR avec cointégration des variables utilisés établit l'effet du capital humain sur la croissance de la productivité mesuré par la Productivité Globale des Facteurs. La PGF est évaluée par la méthode de comptabilité de croissance suivant l'approche de Klenov et Rodriguez-Clare. Les estimations montrent que l'effet direct du capital humain sur la croissance de la productivité globale au Cameroun entre 1960 et 2001 est plus important que l'effet direct de la capacité d'innovation (Dépenses publiques d'éducation supérieure et de la recherche). Contrairement à la capacité d'innovation, l'effet de l'imitation (investissements directs étrangers, importations) présente un effet plus important. Ce dernier effet est en majorité contenu dans la diffusion des technologies à travers les importations. Par contre, l'effet indirect du capital humain sur la croissance de la productivité est beaucoup plus important que son effet direct. Le stock de capital humain au Cameroun améliore entre 1960 et 2001 en moyenne de 28,5% l'efficacité des investissements directs étrangers.

Mots clefs : capital humain, productivité, croissance économique, innovation, IDE, cointégration.

JEL N° :

*Cet article résulte de mes travaux de recherches dans le cadre du DEA PTCI en Economie.

1 Introduction

Au début des années 1960, les potentialités de développement économique des pays africains étaient semblables à celles des pays d'Asie du Sud Est (ASE)¹. La Banque Mondiale citait au cours de ces années, 7 pays d'Afrique Subsaharienne (ASS) susceptibles d'atteindre, voire de dépasser un taux de croissance annuel moyen de 7%². Malheureusement, la réalité a été toute autre. Entre 1960 et 1990, les pays d'ASE ont réussi en une seule génération (30 ans) à multiplier par 5 leur revenu annuel par habitant. Ceci a été possible grâce aux taux de croissance annuels moyens d'environ 6% qu'ont pu réaliser ces pays parmi lesquels on peut citer la Corée du Sud, Hong-Kong, Taiwan et Singapour³. Le boom industriel de ces pays s'est surtout fait autour de la construction mécanique et électrique, de l'industrie chimique et du textile. Par contre, et ceci de manière globale, les pays d'ASS n'ont pu, au cours de la même période, multiplier leur revenu annuel par habitant qu'à peine par 1,3. On a ainsi pu observer des taux de croissance négatifs dans les pays comme le Tchad, Madagascar, le Mozambique, la Somalie, la Zambie, l'Ouganda, le Zaïre, le Bénin, la République Centre Africaine, le Burundi, le Ghana, la Mauritanie et le Niger⁴.

Un grand débat s'est ainsi ouvert sur ce qui est habituellement qualifié de miracle sud-est asiatique⁵. Deux groupes ont émergé de ce débat. Le premier, les fondamentalistes (Young, 1992, 1994a,b; Kim et Lau, 1994; Krugman, 1994; Collins et Bosworth, 1996), pensent qu'il n'existe pas de miracle en Asie du Sud Est. Il s'agit juste de l'accélération de l'accumulation du capital, notamment des capitaux américains. Le second, les assimilationnistes (Dahlman et Westphal, 1981; Dahlman et al. , 1987; Pack et Page, 1994a,b; Nelson et Pack, 1996), pensent que la composante principale du miracle est le développement de la connaissance, notamment la capacité d'assimilation, la maîtrise des technologies étrangères et la capacité à mettre en pratique les nouvelles idées. L'une des principales conclusions à laquelle Felipe (1999) aboutit est qu'au delà des divergences de vues entre ces deux courants de pensée, il existe une interdépendance évidente entre le capital humain et le capital physique. Ceci suggère une analyse en terme de croissance endogène. Cette dernière approche semble intéressante dans la mesure où les disparités observées au niveau des taux de croissance entre ASS et ASE apparaissent aussi au niveau des taux de scolarité (Barro et Lee, 1994). Il est possible d'envisager que les différences de politiques éducatives puissent expliquer ces disparités. Si on retient l'interaction potentielle entre capital physique et capital humain, quelque soit le courant de pensée adopté, il apparaît que l'éducation a contribué au miracle Sud Est Asiatique en améliorant la productivité des investissements directs étrangers.

C'est au regain de l'intérêt porté à la théorie de la croissance économique au cours des années 80 et 90, avec le développement des nouvelles théories de la croissance endogène (Lucas, 1988; Romer, 1986, 1990), que va s'ouvrir une nouvelle piste florissante sur l'explication du miracle Sud-Est Asiatique d'une part et du marasme économique en Afrique d'autres part. Selon ces théories, l'intervention de l'Etat par l'amélioration du niveau d'éducation de la population et le développement de la recherche de nouvelles idées pourrait améliorer les performances économiques de long terme . L'idée de base est que le capital humain est important pour le

¹Voir Easterly et Levine (1997) pour une explication des différences de croissance économique entre les pays d'ASE et ceux d'Afrique Subsaharienne.

²Se référer à S. Enke (1963) et Kamarck (1967).

³Se sont ces quatre pays que l'on a pris coutume d'appeler Dragons d'Asie du Sud Est et compte parmi les nouveaux pays industrialisés.

⁴Voir Barro et Sala-I-Martin (1995).

⁵Felipe (1999) présente une analyse de la littérature empirique sur les sources de la croissance économique en Asie du Sud Est.

développement économique car il est porteur d'externalités positives (Lucas, 1988) justifiant ainsi les efforts financiers des Etats en faveur de l'éducation dans le monde (Mankiw, 2000). C'est Psacharopoulos (1994) qui va empiriquement mettre un bémol aux analyses de la nouvelle théorie. Il montre que l'impact de l'éducation diffère selon le niveau de développement du pays. Il est ainsi contre productif pour les pays pauvres d'investir abondamment dans l'éducation secondaire et supérieure.

L'objectif principal de ce papier est de montrer que l'investissement en éducation supérieure est importante au Cameroun à travers le rôle technologique de l'éducation (innovation et/ou imitation) sur la croissance économique. Il est question d'évaluer l'effet de l'éducation supérieure sur le progrès technique mesuré par la Productivité Globale des Facteurs (PGF).

Sur le plan théorique, nous développons le modèle de Romer (1990) fondé sur l'approche de Nelson et Phelps (1966) qui met en exergue le rôle technologique de l'éducation. Contrairement à l'idée développée par Lucas (1988), l'éducation n'améliore pas seulement le productivité du travail, mais il améliore la capacité d'adoption des nouvelles technologies et la création de nouvelles idées. Dans cette approche, le capital humain est considéré comme le stock de connaissance que dispose l'individu qui peut l'utiliser soit dans l'imitation des idées déjà existante soit dans la recherche de nouvelles.

Sur le plan empirique, l'approche économétrique retenue est celle des modèles multivariés de cointégration avec correction des erreurs, l'idée étant d'évaluer les élasticités factorielles de long terme de la PGF au Cameroun. Le capital humain ici est pris en stock et non en terme d'accumulation et la capacité d'innovation mesurée par les dépenses publiques de l'enseignement supérieure. La PGF est mesurée par un exercice de comptabilité de la croissance selon l'approche développée par Klenov et Rodriguez-Clare qui la déduit de façon résiduelle à partir d'une fonction de production avec capital humain comme facteur de production.

Le papier est organisé tel qu'il suit. La section 2 développe le modèle de Romer (1990) dans lequel la croissance est une fonction du stock de capital humain et de l'ensemble de la connaissance déjà disponible. La section 3 présente la méthodologie et la description des données utilisées. La section 4 présente les principaux résultats de nos estimations et enfin la section 5 donne une conclusion.

2 La croissance économique par l'innovation ou l'imitation.

Les modèles de croissance basés sur l'approche de Nelson et Phelps (1966) proposent un paradigme qui repose sur l'accumulation d'un savoir désincorporé, sous forme de nouvelles technologies et de nouvelles idées. Ces modèles analysent les mécanismes d'amélioration de la qualité des produits et des procédés, et les mécanismes par lesquels les technologies se diffusent. L'idée de base de ces modèles est de montrer que l'innovation qui est le moteur endogène de la croissance est fortement corrélée au stock de capital humain disponible. Le modèle de base de Romer (1990) est développé ici pour permettre d'analyser l'effet du capital humain sur la croissance économique via la technologie.

2.1 Formulation du Modèle d'innovation de Romer 1990

L'idée de base de Romer (1990) est de montrer que la croissance économique résulte de l'innovation technologique qui résulte des décisions d'investissement des chercheurs et des firmes à la recherche du profit. La capacité d'innovation des agents dépend du stock de capital humain déjà disponible. Ainsi les économies ayant un stock de capital humain élevé vont enregistrer des niveaux de croissance plus élevés à travers l'innovation. Les quatre principaux

entrants de la production sont le capital physique, le travail, le capital humain et un indice de technologie. Le modèle est composé de trois secteurs, le secteur de la recherche, le secteur des biens intermédiaires et le secteur du bien final. Le secteur de la recherche utilise le capital humain et le stock de connaissance existant pour produire de nouvelle connaissance. Ce secteur est en général localisé dans les universités et les grands laboratoires de recherche. Une nouvelle idée produite dans ce secteur correspond à une nouvelle manière de transformer une unité de capital brut en une unité de bien intermédiaire. Le secteur des biens intermédiaires utilise les nouvelles idées du secteur de la recherche pour produire une large gamme de produits intermédiaires qui sont mis à la disposition du secteur final.

Dans le secteur du bien final, un grand nombre de firmes concurrentielles produisent un bien final homogène Y à partir du capital physique, du capital humain H_Y et du travail L . Il est important de noter que le capital humain est utilisé dans deux secteurs différents : la recherche H_A et le bien final H_Y tel que $H = H_Y + H_A$. Le capital physique est l'ensemble des différents types de biens capitaux x_i . Romer (1990) considère une infinité de biens capitaux. Ceci est raisonnable dans la mesure où il se situe dans un cadre d'économie ouverte avec parfaite diffusion. Par contre, si on considère que la diffusion a un coût et que les biens capitaux ne sont pas librement disponibles dans toutes les économies, la firme qui produit le bien final ne dispose que d'une quantité A . La fonction de production dans ce contexte est définie tel qu'il suit :

$$Y(H_Y, L_Y, K) = H_Y^\alpha L_Y^\beta \int_0^A x_i^{1-\alpha-\beta} di \quad (1)$$

La fonction de production ainsi présentée est homogène de degré 1. Ce qui permet de faire l'analyse à partir d'une firme représentative. La firme qui produit le bien final est price-taker par rapport aux biens capitaux. Les demandes de biens intermédiaires et de travail sont obtenues en résolvant le problème suivant :

$$\max_{L_Y, x} \left[H_Y^\alpha L_Y^\beta \int_0^A x_i^{1-\alpha-\beta} di - w_Y L_Y - \int_0^A p(i)x(i)di \right] \quad (2)$$

Les conditions de premier ordre donnent les fonctions de demande inverses suivantes :

$$w_Y = \beta H_Y^\alpha L_Y^{\beta-1} \int_0^A x_i^{1-\alpha-\beta} di = \beta \frac{Y}{L_Y} \quad (3)$$

Les travailleurs sont rémunérés à une proportion près de la productivité moyenne du travail et la productivité moyenne elle-même dépend du capital humain utilisé dans la production du bien final.

$$p(i) = (1 - \alpha - \beta) \frac{H_Y^\alpha L_Y^\beta}{x(i)^{\alpha+\beta}} \quad (4)$$

Dans le secteur des biens intermédiaires, la firme considère la courbe de demande inverse de l'équation 4 comme une donnée et recherche la production x qui maximise son profit.

$$\pi = \max_x p(x)x - r'x = (1 - \alpha - \beta) H_Y^\alpha L_Y^\beta x^{1-\alpha-\beta} - r'x \quad (5)$$

r' est le coût des idées nécessaires pour produire la quantité de bien intermédiaire x . La firme qui achète la nouvelle idée est en monopole sur le marché de la production du bien intermédiaire. La résolution du problème donne l'équation différentielle suivante

$$p(x) = \frac{1}{1 + \frac{p'(x)}{p(x)}x} r'$$

avec $\frac{p'}{p}x$ l'élasticité de la demande inverse égale à $-\alpha - \beta$ d'après l'équation 4. Le prix du monopole est donc

$$\bar{p} = \frac{r'}{1 - \alpha - \beta} \quad (6)$$

et le profit est donné par

$$\pi = \frac{(\alpha + \beta)r'}{1 - \alpha - \beta}\bar{x} = (\alpha + \beta)\bar{p}\bar{x} \quad (7)$$

où \bar{x} est la demande de bien intermédiaire exprimée par le secteur de bien final. Les firmes du secteur intermédiaire prennent leur décisions de production en arbitrant entre la demande anticipée des biens capitaux par le secteur du bien final \bar{x} et le coût des nouvelles idées trouvées dans le secteur de la recherche r .

Dans le secteur de la recherche, lorsqu'une nouvelle idée est découverte, son inventeur obtient un brevet qui lui donne l'exclusivité sur cette idée pour toujours. L'inventeur vend le brevet à une firme du secteur intermédiaire et utilise ce revenu pour consommer et épargner. Tout le monde peut participer aux enchères pour acheter un brevet (et donc une position de monopole sur le secteur du bien intermédiaire). Le prix maximal que chacun est prêt à payer est donné par la valeur actualisée des profits d'une firme du secteur intermédiaire P_A considérée comme le prix d'une nouvelle idée. Romer (1990) considère que la fonction de production des nouvelles idées du chercheur j est déterministe⁶ et dépend de son niveau de capital humain H_j , du stock de connaissance dont il a accès A^j et de la productivité du capital humain dans le recherche δ . Romer (1990) admet que la connaissance est un bien non exclusif et que tous les individus peuvent accéder librement. Ainsi, l'accroissement total des nouvelles idées est donnée par :

$$\dot{A} = \delta H_A A$$

Deux éléments caractérisent ainsi ces modèles :

- Le niveau de capital humain utilisé dans la recherche augmente la production des nouvelles idées;
- Le stock de nouvelles idées et de connaissance disponible améliore la productivité du capital humain dans la recherche

Il est possible dans le modèle de Romer (1990) de considérer que dans le monde il existe une ensemble d'idées caractérisant la frontière technologique mondiale, qui résulte des externalités trans-nationales. Ces externalités génèrent des interdépendances technologiques. Ainsi, pour chaque économie, seul un niveau donné d'idée est disponible et l'accroissement des nouvelles idées est une fonction de la part de la connaissance mondiale disponibles dans l'économie. De plus le stock de connaissance disponible accroît la productivité du capital humain dans la recherche. Ainsi, les nouvelles idées dans l'économie k s'accroissent selon l'équation suivante :

$$\frac{\dot{A}_k}{A_k} = \delta(A_k/A)H_{A_k} \quad (8)$$

⁶Contrairement à Romer (1990), Aghion et Howitt (1992) considèrent que la découverte de nouvelles idées vient rendre obsolète les anciens dans un processus de création-destructrice. La production des nouvelles idées est donc une fonction aléatoire qui dépend positivement des facteurs déterministes, mais négativement de la probabilité de découverte future de nouvelles idées. Ainsi, les économies se situant à la limite supérieure de la recherche sont plus incitées à investir dans la recherche dans la mesure où de nouvelles découvertes sont rares.

A est considéré comme la frontière technologique et $\frac{A_k}{A}$ la distance à cette frontière. L'idée de cette formulation est de dire que les ingénieurs et les chercheurs dans le secteurs des innovations sont plus productifs dans les pays technologiquement développés parce qu'ils tirent avantage de toutes les nouvelles idées déjà découvertes. Pour définir le prix P_{A_k} d'une nouvelle idée, l'arbitrage dans leur épargne se fait entre l'achat d'une unité de capital qui rapporte r et l'achat d'un brevet qui donne droit à des profits pour la période et que l'on peut vendre à la fin de la période. A l'équilibre les deux rendements devraient être égaux dans la mesure où si l'un des deux est plus élevé tout le monde investirait dans le plus avantageux réduisant son rendement. L'équation d'arbitrage est donnée par :

$$rP_{A_k} = \pi + \dot{P}_{A_k}$$

Sur le sentier de croissance, r et \dot{P}_{A_k}/P_{A_k} sont supposés constants. Ainsi, le Prix d'une nouvelle idée est :

$$P_{A_k} = \pi/(r - n) \quad (9)$$

La rémunération du capital humain dans le secteur de la recherche est le produit marginal

$$w_{A_k} = \delta(A_k/A)P_{A_k}A_k$$

2.2 Résolution du Modèle

La résolution globale du modèle se fait en considérant que le taux de croissance de la consommation résulte d'un niveau de consommation inter temporelle des agents économiques tel que définit dans le modèle de Ramsey (1928). L'optimisation intertemporelle en temps continu des agents économiques donne :

$$\dot{C}/C = (r - \rho)/\sigma \quad (10)$$

avec ρ le taux de préférence pour le présent et σ l'élasticité de substitution. L'allocation du capital humain entre le secteur du bien final et le secteur de la recherche est définit tel que la rémunération dans les deux secteurs est la même. Ainsi :

$$\delta(A_k/A)P_{A_k}A_k = \alpha H_Y^{\alpha-1} L_Y^\beta \int_0^A \bar{x}^{1-\alpha-\beta} di = \alpha H_Y^{\alpha-1} L_Y^\beta A_k \bar{x}^{1-\alpha-\beta} \quad (11)$$

La combinaison des équations 4, 7, 9 et 11 donne :

$$H_Y = \frac{1}{\delta(A_k/A)} \times \frac{\alpha}{(\alpha + \beta)(1 - \alpha - \beta)} \times (r - n) \quad (12)$$

Le capital humain utilisé dans le secteur du bien final est inversement proportionnel à sa productivité dans le secteur de la recherche. La technologie de production du bien final étant à rendements constants, le taux de croissance de l'économie est celle des nouvelles idées :

$$g = \frac{\dot{A}_k}{A_k} = \delta(A_k/A)H_{A_k} \left(\frac{A_k}{A} \right) = \delta(A_k/A)H - \delta(A_k/A)H_Y \quad (13)$$

L'équation 10 de la croissance de la consommation optimale associée à ce résultat donne le taux de croissance de l'économie suivant :

$$g^* = \frac{\delta(A_k/A)H - \Psi\rho}{\sigma\psi + 1} \quad (14)$$

avec $\psi = \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}$. Le taux de croissance de l'économie dépend positivement de la productivité du capital humain dans le secteur de la recherche et du stock total de capital humain. Les résultats du modèle peuvent être résumés dans les propositions suivantes.

Proposition 1 *Si on considère que la productivité du capital humain dans le secteur de la recherche est toujours positive, l'accroissement du stock de capital humain de l'économie accélère la croissance de long terme*

Preuve 1 (de la proposition 1) *La justification de cette proposition est immédiate. Il suffit de dériver par rapport à H le taux de croissance donné par l'équation 14. On obtient la productivité du capital humain dans le secteur de la recherche qui est par hypothèse positif. Donc le stock de capital humain accélère la croissance économique.*

Proposition 2

- *Supposons que la productivité du capital humain dans le secteur de la recherche est une fonction croissante du stock d'idées disponibles dans l'économie et que le stock de capital humain total de l'économie en est indépendant;*
- *Supposons deux économies X et Y disposant du même stock de capital humain;*
- *Supposons que les deux économies ont la même allocation du capital humain entre la recherche et la production finale.*

Si l'économie X dispose d'un stock d'idées plus important que l'économie Y , alors X croît plus rapidement que Y

Preuve 2 (de la proposition 2) *D'après la proposition 1 le stock de capital humain accélère la croissance des économies. L'accélération est ainsi δ_X et δ_Y pour les économies X et Y respectivement. Or par hypothèse la productivité est une fonction croissante du stock d'idées, d'où $\frac{A_X}{A} > \frac{A_Y}{A}$ implique que $\delta(\frac{A_X}{A}) > \delta(\frac{A_Y}{A})$. Le capital humain accélère plus rapidement la croissance de l'économie X que de l'économie Y . De plus comme $H_A^X = H_A^Y$, d'après l'équation 13 l'économie X croît plus rapidement que de l'économie Y .*

Si cette formulation théorique a le mérite d'expliquer la divergences des niveaux de vie entre les économies ayant le même niveau de capital humain par les écarts de technologie, elle suppose que toutes les économies s'investissent dans l'activité d'innovation alors même que d'après (Barro et Sala-I-Martin, 1995) la plupart des pays mènent simultanément les activités d'innovation et d'imitation. C'est ce contexte que les modèles Leader-suiveur qui ne ont pas traités dans le cadre de ce papier ont été élaboré⁷. L'idée est de montrer que les économies *suiveurs* (loin de la frontière) tendent à rattraper les économies *leaders* (proche de la frontière) dans la mesure où l'imitation et la mise en pratique des découvertes coûtent moins chères que l'innovation.

3 Analyses empiriques

L'idée empirique de ce travail est d'estimer économétriquement les relations de long terme qui existeraient entre la productivité globale des facteurs, le stock de capital humain et la capacité d'innovation (stock de connaissance) dans l'économie camerounaise entre 1960 et 2001. Après avoir présenté la description des données, nous allons décrire la méthode économétrique retenue dans cette analyse.

⁷Barro et Sala-I-Martin (1995)

3.1 Définition et approximation des données

Les définitions des variables telles que présentées adoptent l'approche du progrès technique comme résultat des activités de recherche et développement menées dans les firmes et institutions de recherche. Les données proviennent essentiellement du World Bank Development Indicators 2003.

3.1.1 Productivité Globale des Facteurs

L'hypothèse de base est que la Productivité Globale des Facteurs (notée F) est l'indicateur de croissance de l'économie camerounaise. De ce fait, elle est la principale variable à expliquer par le modèle économétrique. F est évalué par la méthode de comptabilité de la croissance selon l'approche de Klenov et Rodriguez-Clare. Cette approche part de la fonction de production spécifiée par Mankiw et al. (1992) tel qu'il suit :

$$Y_t = A_t K_t^\alpha L_t^\beta H_t^{1-\alpha-\beta} \quad (15)$$

K le stock de capital physique mesuré par la méthode de l'inventaire permanent, H le nombre moyen d'années de scolarisation de la population âgée de 15 ans et plus calculé plus bas et L la part de la population âgée de 15 ans et plus. Par simple transformation en valeurs relatives on obtient

$$\left(\frac{Y_t}{L_t}\right) = A_t \left(\frac{K_t}{Y_t}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \left(\frac{H_t}{Y_t}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}$$

On déduit ainsi la PGF

$$A_t = \frac{\left(\frac{Y_t}{L_t}\right)}{\left(\frac{K_t}{Y_t}\right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \left(\frac{H_t}{Y_t}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}} \quad (16)$$

Sur la base des estimations de Barro (1991), Mankiw et al. (1992) et Barro et Sala-I-Martin (1992), les élasticités moyennes du capital physique et du capital humain sont fixées dans le modèle de Klenov et Rodriguez-Clare (1997) à $\alpha = 0,3$ et $\beta = 0,28$ respectivement. Au Cameroun, les ratios capital physique-output et travail-output estimés sont en moyenne 0,40 et 0,33 respectivement entre 1960 et 2001.

3.1.2 Stock interne de connaissance (capacité d'innovation)

Trois indicateurs composent le stock interne de connaissance de l'économie, les investissements directs étrangers, les importations de biens à forte technologie et les dépenses de l'enseignement supérieur.

Les investissements directs étrangers (IDE) sont un moyen important de diffusion des technologies. Ils permettent au pays d'accueil de recevoir les nouvelles connaissances incorporées dans les capitaux provenant des pays technologiquement avancés. Les impacts de l'arrivée des nouvelles technologies vont dépendre du stock de capital humain disponible dans le pays qui déterminera sa capacité d'absorption.

Les importations en provenance des pays technologiquement riches sont une forme de transfert des technologies vers les pays pauvres. A la lumière de la théorie des dotations factorielles, le Cameroun aurait tendance à importer les biens et facteurs à forte dotation technologique. La

variable HITECH est un indice composite formée à partir des importations des intrants du secteur agricole, des importations des produits manufacturiers et les importations des TIC. L'indice correspond à la somme des trois proportions par rapport aux importations totales.

Les dépenses d'investissements dans universités (DEPSUP) sont considérées ici comme le stocks permanent de connaissance. La prise en compte des dépenses de fonctionnement permet de rendre compte du maintien, de la mise à jour et l'adaptation du stocks de connaissances acquises. Il faut noter que cette analyse se limite aux dépenses publiques uniquement.

3.1.3 Stock de capital humain

Les données sur le capital humain utilisées dans ce travail sont évaluées à partir des données de l'Annuaire Statistique de l'Enseignement Supérieure et le WBDI suivant l'approche de Barro et Lee (2000). Dans cette approche :

- les taux net de scolarisation sont ajustés des taux de répétition des classes;
- l'estimation du nombre moyen d'années d'étude prend en compte la durée normale des études pour les différentes périodes et les différents pays. Les données de base sont complétées par les recensements et sondage sur la scolarité de l'UNESCO.

Les niveaux moyens d'étude atteint sont calculés à partir des taux de scolarisation et de la structure de la population. La méthode de l'inventaire permanent permet d'estimer les différents niveaux d'éducation de la population âgée de 15 ans et plus. Ainsi :

$$H_{0,t} = H_{0,t-5}(1 - \delta_t) + L15_t \times (1 - PRI_{t-5}) \quad (17)$$

$$H_{1,t} = H_{1,t-5}(1 - \delta_t) + L15_t \times (PRI_{t-5} - SEC_t) \quad (18)$$

$$H_{2,t} = H_{2,t-5}(1 - \delta_t) + L15_t \times SEC_{t-5} - L20_t \times HIGH_t) \quad (19)$$

$$H_{3,t} = H_{3,t-5}(1 - \delta_t) + L20_t \times HIGH_t) \quad (20)$$

où $H_{j,t}$ est le nombre de personnes âgées de 15 ans et plus pour lesquels le niveau d'éducation le plus élevé est j ($j = 0$ pas d'étude, 1 primaire, 2 secondaire, et 3 supérieure), $L15$ est le nombre de personnes âgées de 15 à 19 ans et $L20$ de 20 à 24 ans. les variables PRI, SEC et HIGH sont les ratio des personnes inscrites au primaire, secondaire et supérieur respectivement. Ces ratios sont ajustés du taux moyen de redoublement. δ_t est le taux de mortalité des personnes âgées de 15 ans et plus et donné par la formule :

$$\delta_t = (L15_t + L_{t5} - L_t)/L_{t-5}$$

L_t la population âgée de 15 ans et plus. Le ratio de scolarisation est donnée par $h_{j,t} = H_{j,t}/L_t$. Le stock de capital humain H est estimé selon la formule suivante :

$$H_t = 4h_{1,t} + 12h_{2,t} + 18h_{3,t}. \quad (21)$$

3.2 Approche économétrique

Le modèle spécifié sous la forme d'un modèle log-log est tel qu'il suit :

$$F_t = \beta_0 + \beta_1 H_t + \beta_2 DEPSUP_t + \beta_4 IDE_t + \epsilon_t \quad (22)$$

où F_t est le logarithme naturel de la productivité globale des facteurs pour l'année t , H_t le logarithme naturel du nombre moyen d'années de scolarisation au cours de l'année t , IDE_t le logarithme naturel de la valeur ajustée des investissements directs étrangers, $DESUP$ le logarithme naturel des dépenses des universités publiques et $HITECH$ le logarithme de l'indice composite des importations de biens à forte technologie. ϵ_t est la perturbation aléatoire du modèle.

La spécification économétrique, du fait de l'endogénéité de certaines variables, est celle d'un modèle VAR tel que développé par Johansen (1991). L'idée à la base des modèles de cointégration est qu'à long terme, si deux ou plusieurs variables évoluent ensemble, alors une combinaison linéaire de ces variables pourrait être stable autour d'une moyenne fixe. S'il existe une relation de long terme entre ces variables, alors la perturbation suit un processus stationnaire. Il est donc important avant l'estimation, d'évaluer dans un premier temps la stationnarité de chaque variable du modèle et de procéder dans un second au test de cointégration de Johansen.

3.2.1 Test de Racine unitaire

Les tests de stationnarité retenus ici sont ceux de Dickey-Fuller et de Phillips Perron.

Pour illustrer le test de Dickey Fuller, on part d'un processus autoregressif d'ordre 1 :

$$y_t = \mu + \rho y_{t-1} + \epsilon$$

où μ et ρ sont des paramètres inconnus et ϵ_t une perturbation aléatoire. y est une série stationnaire si et seulement si $-1 < \rho < 1$. Par contre, si $\rho = 1$ la série n'est pas stationnaire. Ainsi, la test de Dickey-Fuller formule les hypothèses suivantes :

$$\begin{aligned} H_0 : & \rho = 1 \\ H_1 : & \rho < 1 \end{aligned}$$

Les valeurs critiques sont calculées par l'estimation de la surface de réponse de valeurs de Dickey et Fuller (1979) pour n'importe quel échantillon, et quel que soit le nombre de variable. Le test ADF permet de spécifier ce test pour un processus d'ordre supérieur à 1.

Phillips et Perron (1988) propose une méthode non paramétrique permettant de contrôler les corrélations d'ordre supérieur à 1 à partir d'un ajustement sur la statistique de test. La distribution asymptotique est la même que celle du test ADF. Sur la base de ces tests, les variables du modèle sont toutes stationnaires en différence première et non stationnaire à niveau, soient intégrées d'ordre 1 (voir les tableaux 2 et 3 en annexe).

3.2.2 Test de Cointégration de Johansen

Le test de cointégration sur le modèle VAR est développé selon l'approche de Johansen (1991). Considérons le modèle VAR suivant :

$$y_t = A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + A_3 y_{t-3} + \dots + A_p y_{t-p} + Bx_t + \epsilon_t$$

où y_t est un vecteur de k variables non stationnaires $I(1)$, x_t un vecteur de variables exogènes et ϵ un vecteur de perturbations. On peut réécrire le modèle VAR sous la forme :

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta y_{t-i} + Bx_t + \epsilon$$

avec $\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I$, $\Gamma_i = -\sum_{j=i+1}^p$ sont respectivement les matrices des coefficients de long terme et court terme. Ici on s'intéresse uniquement à la dynamique de long terme Π , donc à son rang. Pour déterminer le nombre de relation de cointégration, on teste le rang de la matrice Π . Le test de cointégration est formulé ainsi qu'il suit :

$$H_1(r) : \Pi y_{t-1} + Bx_t = \alpha(\beta' y_{t-1} + \rho_0) + \alpha_{\perp} \gamma_0$$

où α et β sont des matrices de rang r tel que $\alpha\beta' = \Pi$ et α_{\perp} est la matrice non unique $k \times k - 1$ telle que $\alpha\alpha_{\perp}' = 0$. la statistique du test est calculée de la manière suivante :

$$Q_r = -T \sum_{i=r-1}^k \log(1 - \lambda_i) \quad (23)$$

pour $r = 0, 1, \dots, k - 1$ où λ_i est la i^{me} valeur propre.

4 Estimations et résultats

Dans cette section, nous estimons les élasticités de la productivité globales des facteurs par la méthode de cointégration. Dans ce VAR, la vecteur à expliqué est

$$y_t = [F_t, H_t, DEPSUP_t, HITECH_t, IDE_t, HIDE_t]$$

avec $HIDE$ l'effet indirect du capital humain sur la productivité à travers la capacité d'adoption des nouvelles technologies. Et d'autre part, cette variable indique la rentabilité conditionnelle des IDE.

Le test de cointégration indique qu'il existe une relation de cointégration. Dans ce cadre, deux régressions sont estimées, la première tel que spécifiée à l'équation (22) et la seconde incluant une variable muette indiquant une rupture de série en 1993. Cette rupture indiquée par le test de stabilité de CUSUM indique la réforme de l'enseignement supérieur du début des années 90. Le modèle estimé est un Vector Error Correction Model sans trend autoregressif d'ordre 2 obtenu selon le critère de minimisation de la quantité d'information d'Akaike.

Le tableau 1 présente les résultats de nos estimations. La colonne [1] donne la régression sans la variable muette, la colonne [2], la régression avec la variable muette et la colonne [3], la régression avec variable muette dans laquelle le capital humain ne prend pas en compte la scolarisation dans le supérieur.

Les estimations montrent que la productivité globale au Cameroun a beaucoup bénéficié des investissements en capital humain que des investissements en capacité interne d'innovation. Plus précisément, en se basant sur la période d'estimation 1960-2001, l'augmentation de 1% du nombre d'années de scolarisation de la population camerounaise conduit, pour un niveau de connaissance fixe, à une augmentation de la productivité globale de l'économie d'environ 0,20%. Ces résultats corroborent les résultats de Touna et Atala (1998) qui montrent que, de manière générale, l'impact de l'éducation sur la croissance est plus important que celui de l'investissement physique. A contrario, les estimations montrent que lorsqu'on prend en compte

F Variable endogène	Sans variable muette		Avec variable muette	
		[1]	[2]	[3]
H		0,197***	0,199***	-
<i>Capital humain</i>		(0,0824)	(1,1438)	-
H02		-	-	0,128
<i>Capital humain sans le supérieur</i>		-	-	(0,509)
DEPSUP		-0,131**	0,069**	-0,025
<i>Capacité d'innovation</i>		(0,3534)	(0,3860)	(-1,236)
IDE		0,457***	-0,101**	-0,144
<i>transfert de technologies</i>		(0,2489)	(0,4774)	(-0,959)
HITECH		-1,028***	0,213***	0,0286
<i>Capacité d'imitation</i>		(-0,0832)	(0,8388)	(0,7922)
HIDE		-0,423**	0,285**	0,2340
<i>Capacité d'adoption</i>		(1,0959)	(2,0071)	(0,9969)
Critère d'Akaike		-6,640	-6,6575	-5,2250
Critère de Schwarz		-5,888	-5,6544	-4,2220

Tableau 1: Estimations des élasticités factorielles de la productivité globale des facteurs de long terme

la scolarisation supérieure dans le stock de capital humain, l'élasticité passe de 0,128 à 0,199 indiquant ainsi que la scolarisation supérieure a un effet positif sur la productivité globale au Cameroun. La prise en compte du changement structurel de 1993 améliore l'effet du capital humain sur la productivité globale.

La capacité d'innovation de l'économie approximée par les dépenses publiques du supérieur a un effet positif significatif sur la PGF au Cameroun. Un accroissement de 1% des dépenses du supérieur améliore de 0,069% la PGF indiquant un effet très faible. La capacité d'imitation mesurée par les IDE et HITECH a un effet global positif sur la croissance de la productivité globale, soit 0,112% de la PGF. Lorsqu'on ignore le changement structurel de 1993, l'IDE a un effet positif et significatif alors que son effet est négatif avec le changement structurel. L'interprétation que l'on peut donner à ce résultat est la technicité des IDE ne sont pas à la disposition de la main d'locale réduisant ainsi son effet après la réforme. Lorsqu'on ignore la scolarisation supérieure, l'effet des IDE se détériore davantage. Les importations des biens à forte dotation technologique ont un effet positif et significatif sur la productivité au Cameroun lorsque le changement structurel est pris en compte. Une augmentation de 1% de ce type d'importations conduit à une augmentation de 0,21% de la productivité globale. Par contre, si on ignore la scolarisation supérieure, l'effet de ce type d'importation sur la productivité devient très faible et de l'ordre de 0,028. L'éducation supérieure contribue à l'amélioration de la capacité d'imitation ou adoption. On peut dire que la capacité d'innovation au Cameroun est essentiellement contenue dans l'imitation à travers les importations.

L'effet le plus important analysé dans ce papier est l'effet indirect du capital humain sur la croissance de la productivité. Le capital humain influence la productivité globale indirectement à travers les investissements directs étrangers. Cette influence caractérise la capacité d'adoption et d'imitation des nouvelles technologies à travers les IDE. Les estimations indiquent une forte capacité d'adoption et d'imitation des technologies. Le stock de capital humain contribue positivement à l'amélioration des effets des IDE sur la productivité, avec un coefficient estimé de 0,285. Ignorer la scolarisation supérieure réduit très faiblement ce coefficient.

5 Conclusion

L'objectif principal de ce papier était de mettre en évidence le rôle technologique du capital humain (innovation et/ou imitation) sur la croissance économique au Cameroun à travers l'éducation supérieure. Il était question dans ce travail d'évaluer l'effet de l'éducation (particulièrement l'éducation supérieure) sur le progrès technique mesuré par la Productivité Globale des Facteurs (PGF).

Sur le plan théorique, nous avons élargi le modèle de Romer (1990) en prenant en compte le stock de connaissance déjà disponible dans l'économie par rapport au mondial de connaissance. Deux conclusions peuvent principalement être retenues de nos analyse théoriques. La première indique que l'accroissement du stock de capital humain dans une économie améliore la croissance économique à travers la croissance de la productivité du capital humain dans le secteur de la recherche. Le rôle du stock de connaissance est déterminant dans la mesure où il détermine la productivité du capital humain. La seconde indique que plus une économie est proche du stock de connaissance disponible dans le monde, plus élevé est son taux de croissance.

Sur le plan empirique, les estimations à travers un modèle multivariés de cointégration avec correction des erreurs, indiquent que l'effet direct du capital humain est plus important pour la croissance économique du Cameroun entre 1960 et 2001 que l'effet direct de la capacité d'innovation. Contrairement à la capacité d'innovation, la capacité d'imitation présente un effet plus important. Ce dernier effet est essentiellement contenu dans la diffusion des technologie à travers les importations. Par contre, l'effet indirect du capital humain sur la croissance de la productivité est encore beaucoup plus important. Le stock de capital humain au Cameroun améliore en moyenne entre 1960 et 2001 de 28,5% l'efficacité des investissements directs étrangers.

Références

- Aghion, P et P. Howitt (1992). «A model of growth through creative destruction». *Econometrica*, **60**, pages 323–351.
- Barro, J. W, R. J et Lee (1994). «Sources of economic growth». *Canergie-Rochester Conferences Series on Public Policy*, **40**, pages 1–46.
- Barro, R. (1991). «Economic growth in a cross section of countries». *Quarterly Journal of Economics*, **106**, pages 407–443.
- Barro, R et J Lee (2000). «International data on educational attainment: Updates and implications». *Center for International Development at Harvard University, Working Paper no. 42*. (With Appendix Data Set Downloadable from <http://www2.cid.harvard.edu/ciddata/>).
- Barro, R et X Sala-I-Martin (1992). «Convergence empirics across economies with (some) capital mobility». *Journal of Economic Growth*, **100**.
- Barro, R et X. Sala-I-Martin (1995). *Economic Growth*. Boston MA: McGraw Hill.
- Collins, S et B P. Bosworth (1996). «Economy growth in east asia : Accumulation versus assimilation». *Brooking Papers in economic Activity*, **2**, pages 135–203.
- Dahlman, C, B. Ross-Larson et L E. Westphal (1987). «Managing technological developpement: Lesson from the newly industrializing countries». *World Development*, **15**, pages 759–775.
- Dahlman, C et L E. Westphal (1981). «The meaning of technological mastery in relation to transfer of technology». *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, **458**, pages 12–26.

- Dickey, W. A., D. A. et Fuller (1979). «Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root». *Journal of the American Statistical Association*, **74**, pages 427–431.
- Enke, S. (1963). *Economics for Development*. London: Dennis Dobson.
- Felipe, J. (1999). «Total factor productivity growth in east asia : A critical survey». *The Journal of Development Studies*, **35**, pages 1–41.
- Johansen, S. (1991). «Estimation and hypothesis testing of cointegration vectors in gaussian vector autoregressive models». *Econometrica*, **59**, pages 1551–1580.
- Kamarck, A. M. (1967). *The Economics of African Development*. New York: Praeger.
- Kim, J et L. Lau (1994). «The sources of economic growth of the east asian newly industrialized countries». *Journal of the Japanese and International Economies*, **8**, pages 235–271.
- Klenov, P J. et A. Rodriguez-Clare. «The neo-classical revival in growth economics: Has it gone too far?». In Ben S. Bernanke et Julio Rotemberg, réds., *NBER Macroeconomics Annual Cambridge*, pages 73–114. MIT Press.
- Krugman, P. (1994). «The myth of asia's miracle». *Foreign Affairs*, **Nov/Dec**, pages 62–78.
- Lucas, R. E. (1988). «On the mechanism of economic development». *Journal of Monetary Economics*, **22**, pages 3–42.
- Mankiw, G. N, D. Romer et D N. Weil (1992). «A contribution to the empirics of economics growth». *Quarterly Journal of Economy*, **107**, pages 407–437.
- Mankiw, N. G. (2000). *Macroeconomics*. New York: WH. Freeman and Company.
- Nelson, R. R et H. Pack (1996). «The asian growth miracle and modern growth theory». *American Economic Review*, **61**, pages 69–75.
- Nelson, R. R et E S. Phelps (1966). «Investment in humans, technological diffusion, and economic growth». *American Economic Review*, **56**, pages 69–75.
- Pack, H et J M. Page (1994a). «Accumulation, exports and growth in the high performing asian economies». *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, **40**, pages 199–236.
- _____ (1994b). «Reply to alwyn young». *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, **40**, pages 251–257.
- Phillips, P, P. C. et Perron (1988). «Testing for a unit root in time series regression». *Biometrika*, **75**, pages 335–346.
- Psacharopoulos, G. (1994). «Returns to investment in education: A global update.». *World Development*, **22**, pages 1325–43.
- Ramsey, F. P. (1928). «A mathematical theory of saving». *The Economic Journal*, **38**, pages 543–559.
- Romer, P. M. (1986). «Increasing returns and long-run growth». *The Journal of Political Economy*, **94**, pages 1002–1037.
- _____ (1990). «Endogenous technological change». *Journal of Political Economy*, **98**, pages 71–102.
- Touna, E, M et Atala (1998). «L'évaluation de la contribution de l'éducation à la croissance économique au cameroun». *Cahier de recherche de la faculté de sciences économiques et de gestion*, **002**.

Young, A. (1992). «A tale of two cities : Factor accumulation and technical change in hong-kong and singapore». *National Bureau of Economic Research, Macroeconomics Annual*, pages 13–54.

——— (1994a). «Accumulation, exports and growth in the high performing asian economies. a comment». *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, **40**, pages 237–250.

——— (1994b). «Lessons from the nics : A contrarian view». *European Economic Review*, **38**, pages 964–973.

Annexe

Test de Racine Unitaire-Variable en niveau						
Serie	ADF	PP	Avec		Stationnaire	Retards
			Constante	Trend		
F	-1,930*	-1,243*	oui	non	non	1
DEPSUP	-1,663*	-1,317*	oui	non	non	1
H	0,740*	0,699*	oui	oui	non	1
HITECH	-3,271*	-2,519*	oui	oui	non	1
IDE	-1,949***	-1,949**	non	non	oui	2
HIDE	-2,191***	-3,505**	oui	non	oui	2

Les valeurs critiques de Mackinnon sont retenues aux seuil * 1%, **5%, ***10%.

Tableau 2: Test de racine unitaire pour les variables en niveau : Augmented Dickey Fuller et Philip Perron

Test de Racine Unitaire-Variable en difference première						
Serie	ADF	PP	Avec		Stationnaire	Retards
			Constante	Trend		
F	-4,416*	-5,585*	oui	non	oui	1
DEPSUP	-3,363**	-3,821*	oui	non	oui	1
H	-3,509**	-5,619*	oui	oui	oui	1
HITECH	-6,339*	-7,381*	oui	oui	oui	1
IDE	-8,568*	-7,043*	non	non	oui	2
HIDE	-5,092*	-6,935*	oui	non	oui	2

Les valeurs critiques de Mackinnon sont retenues aux seuil * 1%, **5%, ***10%.

Tableau 3: Test de racine unitaire pour les variables en difference première : Augmented Dickey Fuller et Philip Perron

$H_0 : \text{rang}=r$	Valeur propre	Statistique de trace	Valeur propre max	Valeur critique à 5%
$r = 0$	0,612	102,76	38,896	94,15
$r \leq 1$	0,472	63,87	26,19	68,52
$r \leq 2$	0,373	37,676	19,154	47,21
$r \leq 3$	0,257	18,52	12,221	29,68

La statistique de trace indique l'existence d'au moins une équation de cointégration à 5% de significativité

Tableau 4: Test de cointégration de Johansen