



Groupe de Recherche en Économie et Développement International

Cahier de recherche / Working Paper
09-15

**CAPITAL HUMAIN ET CROISSANCE : EVIDENCES SUR
DONNEES DE PAYS AFRICAINS**

Dorothée Boccanfuso

Luc Savard

Bernice Savy



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

CAPITAL HUMAIN ET CROISSANCE : EVIDENCES SUR DONNEES DE PAYS AFRICAINS

Dorothee Boccanfuso¹, Luc Savard² et Bernice E. Savy³

Juillet 2009

Résumé

La théorie économique a pendant longtemps admis une relation positive entre le capital humain et la croissance économique (Smith, 1776 ; Becker, 1964) qui sera remise en cause à la fin des années 90 dans plusieurs études (Caselli et *al.*, 1996 ; Pritchett, 2001). Parmi les faiblesses identifiées par ces auteurs, la critique relative à l'utilisation du nombre moyen d'années d'étude comme proxy utilisé pour évaluer le stock de capital humain est souvent avancée. La non prise en considération des rendements décroissants de l'éducation et des aspects qualitatifs du stock de capital humain sont les deux principales critiques évoquées. Le but de ce travail est d'apporter des corrections aux insuffisances relevées dans la littérature quant au proxy usuel du capital humain, en proposant de nouveaux indicateurs. Nous avons construit un indicateur composite du capital humain (ACP) permettant d'intégrer les aspects qualitatifs et utilisé l'indicateur du stock de capital humain proposé par Mincer (1974) pour prendre en considération les rendements décroissants. Ces indicateurs sont ensuite utilisés pour apprécier la contribution du capital humain sur le niveau et la variation du PIB per capita de 22 pays africains sur la période de 1970 à 2000, en utilisant la méthodologie proposée par Islam (1995). Les résultats montrent que la prise en compte des aspects qualitatifs et des rendements décroissants du capital humain, a permis de retrouver son impact positif et significatif sur le processus de croissance économique. Les données révèlent également un processus de convergence conditionnelle pour les pays étudiés.

Mots-clés : croissance économique, convergence, capital humain, Afrique

Codes JEL : O18, O47, O55

¹ Département d'économie et GRÉDI, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, Canada, J1K 2R1; Courriel: dorothee.boccanfuso@USherbrooke.ca.

² Département d'économie et GRÉDI, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, Canada, J1K 2R1; Courriel: luc.savard@USherbrooke.ca.

³ GRÉDI, Université de Sherbrooke, 2500, boulevard de l'Université, Sherbrooke, Québec, Canada, J1K 2R1; Courriel: Bernice.Elvire.Vanes.Savy@USherbrooke.ca.

1. Introduction

Une des questions fondamentales en économie de développement est de comprendre pourquoi certains pays sont pauvres et d'autres sont riches. L'argument relatif au niveau de capital humain a été très souvent utilisé pour expliquer cette dualité. En effet, son importance remonte déjà à Adam Smith (1776) dans la *Richesse des Nations*, ouvrage dans lequel l'auteur soulevait le fait que l'investissement dans le capital permettait d'accroître la productivité future. Il affirmait l'importance du rôle de l'éducation et de la formation comme déterminant de la productivité individuelle et des revenus. Dans la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, les travaux de Mincer (1958) Schultz (1961) et Becker (1964) sont revenus sur l'importance du capital humain et ont proposé une théorie approfondie du capital humain. C'est Becker (1964) qui a réellement fixé le cadre conceptuel de la théorie du capital humain. Il formalise les choix d'éducation comme des choix rationnels d'agents optimisateurs, qui comparent sur la durée de leur cycle de vie, la valeur présente des gains à attendre de l'éducation et les coûts engagés.

Les travaux de Lucas (1988) et de Mankiw, Romer, Weil (1992) (MRW) vont donner un nouvel élan au débat sur la relation entre la croissance et le capital humain. Vers la fin des années 90 et au début des années 2000, quelques travaux comme ceux de Caselli, Esquivel et Fernando (1996) et Pritchett (2001) vont cependant remettre en question cette relation entre capital humain et croissance. En effet, ces auteurs aboutissent à une absence de relation entre le capital humain et la croissance voire à une relation négative. Ceci va amener les économistes de l'éducation à mettre en évidence les rendements décroissants de l'éducation, ainsi que l'importance de la prise en compte de la qualité des systèmes éducatifs dans les analyses. Aussi, la prise en compte de l'endogénéité de l'éducation dans les régressions de la croissance c'est à dire des indicateurs de qualité de l'éducation, ainsi que de ses rendements décroissants, va contribuer à retrouver le rôle positif du capital humain.

C'est dans ce cadre que s'inscrit cette étude. En effet, pour un échantillon de 22 pays africains sur la période de 1970-2000, nous allons examiner quel a été l'impact du capital humain dans le processus de croissance économique en considérant des indicateurs qualitatifs et les rendements décroissants de l'éducation. Par ailleurs, depuis maintenant deux décennies, l'analyse du processus de convergence des économies fait aussi l'objet de nombreux travaux (Islam, 1995; Barro et Sala-i-Martin, 1992). Le modèle néoclassique de Solow (1956) a prédit que les économies semblables en termes de technologie et de

préférence, convergeront vers un même niveau de PIB par tête. En revanche la théorie de la croissance endogène initiée par Romer (1986), énonce que les différences entre les niveaux de PIB par tête persisteront. Nous identifions donc ce qu'il en est à partir de notre échantillon de pays africains. Est-ce que les différents écarts enregistrés au niveau des PIB par tête entre pays africains tendent à se réduire? Quelle est la contribution de l'accumulation du capital humain dans ce processus de convergence? Dans la section suivante, nous rappelons brièvement le rôle du capital humain dans la théorie de la croissance économique. La troisième partie présente les caractéristiques de notre modèle d'analyse ainsi que les données utilisées. Les résultats de nos estimations sont présentés et interprétés dans la section 4 avant la conclusion (section 5).

2. Le capital humain dans la théorie de la croissance

Le capital humain prend souvent un rôle central dans les différentes théories de la croissance économique et du développement. Pour Becker (1974), le capital humain peut être vu comme l'ensemble des talents et compétences productifs du travailleur, qu'ils aient été acquis informellement (*via* l'expérience) ou formellement (*via* l'éducation ou la formation). Il peut être aussi défini comme l'ensemble des investissements tels que l'éducation, la santé et l'apprentissage sur le tas, qui améliorent la productivité d'une personne sur le marché du travail, et dans d'autres domaines.

Dans la théorie économique, les modèles de croissance néoclassiques et les modèles de croissance endogène, soulignent l'importance du capital humain pour le développement d'une économie. Les modèles de croissance endogène prônent une croissance soutenue et auto entretenue en endogénéisant les choix des acteurs tantôt en matière d'investissement en capital, tantôt en matière de recherche et développement. Ces différents modèles peuvent être regroupés suivant deux catégories selon leur approche de la relation liant le capital humain à la croissance⁴. La première catégorie concerne les modèles qui considèrent le capital humain comme un facteur d'accumulation au même titre que le capital physique dans la fonction de production et dont l'accumulation favoriserait la croissance, de sorte que les différences dans les niveaux de capital humain sont liées aux différences dans les niveaux de production entre les pays. La deuxième catégorie de modèles considère qu'un plus grand stock de capital humain affecte principalement la croissance économique en facilitant l'innovation et l'adoption de nouvelles technologies, de sorte que les différences dans les

⁴ cf. Aghion et Howitt (1998), Benhabib et Spiegel (1994)

niveaux de capital humain causent des différences dans la croissance de la production dans les différents pays.

Au début des années 90, plusieurs études empiriques sur la croissance tendent à confirmer le rôle positif de l'éducation sur la croissance. Mankiw et *al.* (1992) examinent si le modèle de croissance de Solow (1956) est consistant avec la variation internationale dans les niveaux de vie. Ils proposent le modèle de Solow *augmenté*. Ils montrent que ce sont les différences au niveau de l'épargne, de l'éducation, et de la population, qui expliquent les différences de revenus par tête. Ils trouvent aussi que les pays pauvres tendent à croître plus vite que les pays riches et montrent que les pays ayant des technologies, une croissance démographique et des taux d'accumulation du capital similaires, devraient converger mais à une vitesse plus lente que celle prédite par Solow (1956). Barro (1991) estime que le passage du taux de scolarisation secondaire de 50 à 100% (l'ordre de grandeur de l'évolution en France entre 1960 et 1985) accroît le taux de croissance annuel du revenu, de 1 point de pourcentage environ.

Toutefois, dès le milieu des années 90, l'optimisme sur le rôle positif du capital humain dans la croissance, s'est un peu émoussé. Benhabib et Spiegel (1994) se posent la question suivante : Comment le capital humain ou le niveau d'éducation de la main-d'œuvre affecte-t-il la production et la croissance d'une économie? En effet, ils n'ont pas pu retrouver la relation positive décrite par Mankiw et *al.* (1992) entre le capital humain et la croissance économique en utilisant l'approche standard (celle de MRW) qui consiste à traiter le capital humain, mesuré à travers le nombre moyen d'année d'étude de la main-d'œuvre comme un facteur de production ordinaire. Benhabib et *al.* (1994) proposent alors une approche alternative associée à la théorie de croissance endogène. Ils modélisent le progrès technologique, ou la croissance de la productivité totale des facteurs (PTF) comme une fonction du niveau d'éducation ou du capital humain. L'intuition est que la main-d'œuvre éduquée est meilleure en créant, en mettant en application et en adoptant de nouvelles technologies, ce qui permet de générer ainsi la croissance. Leurs résultats jettent ainsi un doute sur le rôle traditionnel donné au capital humain dans le processus de développement comme facteur de production séparé. Dans leur modèle alternatif, le capital humain influence la croissance de la PTF. Ils retrouvent alors la relation positive. Dans ce modèle, le capital humain contribue à la croissance à travers deux mécanismes. D'abord, le niveau de capital humain influence directement le taux d'innovation technologique produite localement comme dans Romer (1990). Deuxièmement, le stock de capital humain affecte la vitesse d'adoption de technologie étrangère, suivant l'optique de Nelson et Phelps (1966).

Par ailleurs, leur modèle conclue à un rattrapage entre pays lorsque les pays plus pauvres peuvent augmenter le stock de capital humain et dépasser celui des pays plus riches. La pertinence de leur modèle en termes d'implications empiriques est que, le *stock* de capital humain en niveau plutôt que son *taux* de croissance, joue un rôle important dans la détermination du taux de croissance du PIB par tête. Benhabib et Spiegel (1994) montrent également que dans les pays les plus riches, c'est l'effet direct de l'éducation sur la capacité d'innovation qui influencerait la croissance, tandis que dans les pays plus pauvres c'est l'effet de rattrapage qui intervient. Ainsi, l'impact de l'éducation sur la croissance varie selon le niveau de développement des pays

D'autres études empiriques comme celles de Pritchett (2001) et Krueger et Lindahl (2001) remettent aussi en question l'optimisme général du début des années 90 sur la contribution de l'éducation à la croissance. Krueger et Lindahl (2001) notent que l'éducation est statistiquement significative et positivement reliée à la croissance, seulement pour les pays ayant de faibles niveaux d'éducation. Quant à Pritchett (2001), il ne retrouve aucune relation entre l'augmentation du capital humain et le taux de croissance du PIB par tête pour son échantillon de pays en développement. Il explique que ceci pourrait se justifier par trois raisons. Premièrement, l'environnement politique et institutionnel pourrait être suffisamment mauvais pour que l'accumulation du capital humain affaiblisse la croissance économique. Ensuite, la qualité de l'éducation pourrait être si basse que les années d'étude ne créent finalement aucun niveau de capital humain. Enfin, il avance que les rendements de l'éducation pourraient avoir baissé rapidement puisque l'offre de main-d'œuvre éduquée a augmenté pendant que la demande restait stagnante.

Face à cette vague d'études empiriques n'arrivant pas à retrouver le rôle positif du capital humain dans la croissance, plusieurs auteurs se sont penchés sur la question pour trouver des explications satisfaisantes aux résultats quelques peu « dérangement » obtenus vers la fin de la décennie 90. Ainsi dans sa revue de littérature sur le capital humain, Dessus (2000) suggère qu'une explication plausible pourrait provenir du fait que la qualité du système éducatif évolue différemment d'un pays à l'autre et qu'en conséquence, accumuler du capital humain brut au même rythme pourrait produire des résultats différents. Il propose une formalisation alternative du rôle du système éducatif sur la qualité du capital humain, qui consiste à admettre que la prise en compte de l'hétérogénéité des fonctions de productions devrait se faire à travers la productivité marginale du capital humain. Il montre alors que ce qui explique cette hétérogénéité de la qualité des systèmes éducatifs est la dotation initiale de capital humain disponible dans l'économie confirmant ainsi les résultats

de Azariadis et Drazen (1990) selon lesquels la croissance rapide ne peut se faire sans un haut niveau d'investissement en capital humain par rapport au revenu par tête.

L'obtention des résultats sur la relation entre la croissance et le capital humain semble donc dépendre de l'indicateur utilisé pour caractériser le capital humain. Wössman (2000) a proposé une revue des proxies du capital humain utilisées dans la littérature. Parmi elles, citons le travail augmenté de l'éducation (travail qualifié et non qualifié par exemple) (Denison, 1967 ; Jorgenson, 1995), le taux d'alphabétisation (Azariadis et Drazen, 1990 ; Romer, 1990), le taux de scolarisation moyen ou primaire, secondaire (Barro , 1991 ; Mankiw et *al.*, 1992 ; Levine et Renelt, 1992 ou encore le nombre moyen d'années d'étude (Barro et Sala-i-Martin, 1995 ; Barro , 1997,1999 ; Benhabib et Spiegel, 1994). Wössman (2000) critique chacun de ces indicateurs puisqu'ils ne permettent d'avoir qu'une certaine idée du capital humain inclus dans la main-d'œuvre. Il propose alors une nouvelle spécification du capital humain en se basant sur la théorie mincérienne du capital humain et l'indice de qualité proposée par Hanushek et Kimko (2000). Ce nouvel indicateur permet de considérer non seulement l'aspect quantitatif de capital humain mais aussi sa qualité à travers la prise en compte de ces rendements décroissants et de l'efficacité du système éducatif.

Signalons aussi que la multiplication des bases de données sur la croissance et les mesures du capital humain a favorisé la recherche quant à la contribution du capital humain à la croissance. A cet effet, nous pouvons citer les basées de données de Barro et Lee (1993, 1996, 2001). On peut citer également les bases de données de de la Fuente et Doménech (2000) portant sur les pays de l'OCDE, le Penn World Table de Heston, Summers et Aten (2006), les annuaires statistiques de l'UNESCO, les bases de données de la Banque Mondiale ou encore les tables de Pscharopoulos et Patrinos (2002) sur les taux de rendements de l'éducation. Ainsi avec la disponibilité des données intégrant aussi bien des indicateurs de quantité et de qualité du capital humain, une nouvelle génération d'études empiriques sur la croissance et le capital humain ont été menées ces dernières années.

Creel et Pilon (2006) examinent l'impact du capital humain (mesuré par les dépenses ordinaires d'éducation) et de l'investissement public sur la croissance en s'appuyant sur un modèle de Solow *augmenté*. Le capital humain et l'investissement public se révèlent avoir un rôle moteur pour la croissance économique en Europe. Une autre contribution qui reporte directement la mesure de la qualité de l'éducation dans un modèle de croissance est celle de Barro (2001). Il utilise un modèle de croissance endogène et retrouve également un rôle positif de l'éducation sur la croissance avec son échantillon de cent pays sur la période

1960-1995. Ces résultats montrent que la prise en compte de la qualité de l'éducation est plus importante que sa quantité mesurée par les niveaux moyens d'achèvement du secondaire et du supérieur. Altinok (2006) utilise de nouveaux indicateurs, construits à partir d'enquêtes internationales sur les acquis des élèves, pour tester la relation entre éducation et croissance. En prenant en compte l'endogénéité de l'éducation, il aboutit à un effet positif, tant des indicateurs quantitatifs que qualitatifs du capital humain, sur la croissance d'un échantillon de 105 pays sur la période 1960-2000.

Dans cet article, nous nous inspirons du modèle de croissance néoclassique développé par Islam (1995) qui permet de bénéficier des avantages d'une analyse menée à partir de données de panel. De plus, considérant les critiques apportées par Wössman (2000) quant à l'indicateur du capital humain, nous prenons en considération les rendements décroissants et certains aspects qualitatifs du capital humain en plus des aspects quantitatifs afin d'évaluer le stock de capital humain dans plusieurs pays africains. Ainsi, notre travail consiste à corriger les insuffisances relevées dans la littérature sur le « nombre moyen d'année d'études » comme proxy du capital humain considérant la rareté de l'information disponibles pour le continent africain. Nous proposons donc un indicateur composite du capital humain qui permettent de tenir compte de ses aspects qualitatifs grâce à une analyse en composantes principales (ACP) afin de mieux en évaluer l'impact dans le processus de croissance économique sur un panel de pays africains. Grâce à cet indicateur nous mesurons l'importance de l'éducation et donc du capital humain sur le niveau et la variation des PIB/tête d'un échantillon de pays africains sur données de panel, en utilisant la méthodologie proposée par Islam (1995). Nous analysons enfin la convergence de manière à voir si les écarts enregistrés au niveau des PIB par tête entre pays africains tendent à se réduire. Dans la section suivante nous développons la méthode utilisée pour répondre à ces questions.

3. Méthodologie et données de l'étude

Comme cela a été mentionné précédemment, le modèle d'analyse choisi se base sur celui développé par Islam (1995) dans lequel nous utiliserons deux approches d'évaluation du capital humain.

3.1. Le modèle d'analyse

Le modèle d'Islam (1995) est essentiellement une spécification du modèle de Mankiw *et al.* (1992) mais sur des données de panel. Mankiw *et al.* (1992) quant à eux ont repris les

fondements du modèle de Solow dans lequel ils incorporent le concept de capital humain. Deux types de capital sont alors inclus : le capital physique et le capital humain. La fonction de production est de type Cobb-Douglas :

$$(1) \quad Y(t) = K(t)^\alpha H(t)^\beta (A(t)L(t))^{1-\alpha-\beta} ; \quad 0 < \alpha < 1 \quad \text{et} \quad 0 < \beta < 1$$

où $K(t)$ représente le capital physique, $H(t)$ le capital humain, $L(t)$ le travail et $A(t)$ le progrès technologique. Le travail L est supposé augmenter à un taux exogène n du fait de la croissance de la population et de l'augmentation exogène de la productivité du travail. Le progrès technologique A est exogène et croît au taux g . De plus, les deux formes de capital sont supposées se déprécier au taux δ . Le modèle suppose aussi qu'une fraction constante de la production, s_j est investie dans chaque type de capital, j . L'évolution du capital physique et humain exprimé *per capita* est donnée par :

$$(2) \quad \dot{k} = s_k y_t - (n + g + \delta)k_t$$

$$(3) \quad \dot{h} = s_h y_t - (n + g + \delta)h_t$$

Les valeurs du capital physique et du capital humain à l'état stationnaire sont :

$$(4) \quad k^* = \left(\frac{s_k^{1-\beta} s_h^\beta}{n + g + \delta} \right)^{1/1-\alpha-\beta}$$

$$(5) \quad h^* = \left(\frac{s_k^\alpha s_h^{1-\alpha}}{n + g + \delta} \right)^{1/1-\alpha-\beta}$$

En substituant les expressions de k^* et h^* dans la fonction de production exprimée en *per capita* et en logarithme naturel, on obtient :

$$(6) \quad \ln y^* = \ln A(0) + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha-\beta} \ln(s_k) + \frac{\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(s_h) - \frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta} \ln(n+g+\delta) + \varepsilon$$

avec $A(t) = A(0)e^{gt}$. Après modification, nous obtenons l'équation de productivité d'Islam (1995) qui suppose que les pays sont à l'état stationnaire et qui donne la relation entre le niveau de PIB/tête (y) et le taux de croissance démographique (n), le taux d'épargne (s_k), le stock de capital humain (h), le taux de croissance du progrès technologique (g) et le taux de dépréciation (δ). Pour chaque pays i , elle est donnée par :

$$(7) \quad \ln y_i^* = \ln A_{i0} + gt + \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ki}) + \frac{\beta}{1-\alpha} \ln(h_i^*) - \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_i$$

Puisque nous souhaitons aussi analyser l'existence d'un processus de convergence, nous considérons l'équation de convergence développée par Mankiw et *al.* (1992) et reprise sur données de panel par Islam (1995). Cette équation relâche l'hypothèse d'équilibre et donne l'influence des variables comme le stock de capital humain, le taux de croissance démographique et le taux d'investissement en capital humain, sur l'écart entre les PIB/tête courant et le PIB/tête d'équilibre.

$$(8) \quad \begin{aligned} \ln y_i(t_2) = & \left(1 - e^{-\lambda\tau}\right) \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(s_{ki}) - \left(1 - e^{-\lambda\tau}\right) \frac{\alpha}{1-\alpha} \ln(n_i + g + \delta) + \\ & + \left(1 - e^{-\lambda\tau}\right) \frac{\beta}{1-\alpha} \ln(h_i^*) + e^{-\lambda\tau} \ln y_i(t_1) \\ & + \left(1 - e^{-\lambda\tau}\right) \ln A_i(0) + g(t_2 - e^{-\lambda\tau}t_1) \end{aligned}$$

où $y_i(t_1)$ est le revenu par travailleur à l'instant initial pour le pays i , $\tau = (t_2 - t_1)$ et $\lambda = (n + g + \delta)(1 - \alpha)$. En regroupant les termes et en synthétisant cette dernière équation, nous obtenons l'équation suivante :

$$(9) \quad y_{it} = \gamma y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^3 \beta_j x_{it}^j + \eta_t + \mu_i + \nu_{it}, \text{ où}$$

$$y_{it} = \ln y_i(t_2)$$

$$y_{i,t-1} = \ln y_i(t_1)$$

$$\gamma = e^{-\lambda\tau}$$

$$\beta_1 = (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$\beta_2 = -(1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\alpha}{1-\alpha}$$

$$\beta_3 = (1 - e^{-\lambda\tau}) \frac{\beta}{1-\alpha}$$

$$x_{it}^1 = \ln(s_{ki})$$

$$x_{it}^2 = \ln(n_i + g + \delta)$$

$$x_{it}^3 = \ln(h_i^*)$$

$$\mu_i = (1 - e^{-\lambda\tau}) \ln A_i(0)$$

$$\eta_t = g(t_2 - e^{-\lambda\tau}t_1)$$

L'équation (9) est basée sur une approximation autour de l'état d'équilibre et capte les dynamiques au voisinage de cet équilibre. Par conséquent elle est valide pour de courtes

périodes. De plus, il est possible de noter que pour une régression en coupe transversale, s_k et n c'est-à-dire le taux d'investissement en capital physique et le taux de croissance démographique, sont supposés constants sur la période entière. Or une telle approximation est plus réaliste sur de courtes périodes de temps. Ainsi, l'analyse en panel est possible en divisant la période d'analyse en intervalles courts ; nous prendrons ici des intervalles de temps de cinq ans comme dans Islam (1995). En considérant la période de 1970 à 2000, nous aurons donc six dates pour chaque pays à savoir, 1975, 1980 ... jusqu'à 2000⁵. L'approche par les données de panel permet non seulement de contrôler les effets spécifiques par pays, mais aussi d'intégrer le processus de convergence, se produisant sur plusieurs intervalles de temps consécutifs.

La valeur de λ représente la vitesse de convergence, soit le rythme auquel chaque économie atteint son état d'équilibre stationnaire quand son point de départ représente une situation de déséquilibre tout en supposant que ses caractéristiques structurelles ne changent pas pendant la période de transition. Si nous considérons que les parts des facteurs dans le revenu sont constants, alors plus le taux de croissance démographique est élevé, plus la vitesse de convergence sera grande, *ceteris paribus*. Le taux de croissance du revenu par tête d'un pays dépend du niveau auquel ce revenu se situe par rapport au sentier d'équilibre de long terme de l'économie : un pays enregistre un taux de croissance par tête d'autant plus élevé qu'il est éloigné de son sentier d'équilibre de long terme. Il existe une relation inverse (voir Solow, 1956) entre le taux de croissance par tête et PIB par tête initial dès lors que les différences de caractéristiques structurelles (taux d'investissement, taux de croissance de la population, niveau de la technologie, etc.) entre pays sont prises en considération. Cette relation signifie, que l'absence de convergence des revenus par tête provient des différences de caractéristiques structurelles. Dans ces circonstances, si nous obtenons un coefficient estimé pour la valeur initiale du produit per capita avec le signe négatif, nous pouvons dire que dans notre échantillon, le groupe constitué des économies les plus pauvres ne se trouvent pas dans une situation d'équilibre stationnaire et croîtront en moyenne, plus vite que les plus riches économies.

Pour l'estimation des équations l'équation (7) et (9) nous devons encore préciser ci-dessous les approches d'évaluation du stock de capital humain. Comme cela a déjà été mentionné précédemment, nous proposons deux approches pour la prise en compte du capital humain dans notre modèle.

⁵ Ainsi lorsque $t = 1990$, nous aurons $t-1 = 1985$.

La première approche consiste à évaluer le stock de capital en tenant compte des rendements décroissants de l'éducation. D'après Psacharopoulos (1994), l'analyse des différences salariales montre des revenus décroissants dans l'éducation. Cela veut dire qu'une année d'études supplémentaire pour un travailleur dépendra aussi du nombre d'années d'études déjà réalisées par ce travailleur. Si les années de scolarité ne peuvent pas être additionnées tout simplement car à la marge leur contribution à la production n'est pas la même, alors il faut se baser sur la théorie du capital humain pour relier fonctionnellement le capital humain mesuré en unités monétaires avec les années de scolarité. Pour cela nous utiliserons la spécification mincérienne basée sur la théorie du capital humain. Cette théorie suppose que les salaires annuels perçus par un travailleur avec s années de scolarité sont une fonction linéaire des années de scolarité. Une année de plus de scolarité va augmenter les salaires du travailleur de r pour cent. Il est donc possible de construire un indicateur du capital humain basé sur la rentabilité des années de scolarité. En considérant tout d'abord que la rentabilité est la même :

$$(10) \quad H_{Mincer} = e^{\phi(s)} L \text{ avec } \phi(s) = rs \text{ et } \phi'(s) = r \text{ et } \phi(0) = 0$$

où $\phi(s)$ est une fonction qui traduit l'efficiency du travail d'un travailleur qualifié ayant fréquenté l'école pendant s années. Selon l'hypothèse plus correcte que le taux de rentabilité dépend des années de scolarité faites par le travailleur pour chaque niveau de scolarisation, l'équation (10) se réécrit :

$$(11) \quad H_{Mincer} = e^{\sum_a r_a s_a} L \text{ avec } \phi(s) = \sum_a r_a s_a$$

avec r_a le taux de rentabilité de l'éducation de niveau a et s_a est le nombre d'années de scolarité passé au niveau a .

Connaissant les années de scolarité des différents niveaux et en se basant sur les estimations faites sur les taux de rentabilité de l'éducation (primaire, secondaire et supérieure) en Afrique par Psacharopoulos et Patrinos (2002), il nous est donc possible de construire la mesure du capital humain basée sur la spécification Mincerienne.

La deuxième approche que nous avons choisie d'appliquer consiste à intégrer les aspects qualitatifs du capital humain. Pour cela, nous avons procédé à une analyse en composantes principales⁶ (ACP) à partir de différents indicateurs qualitatifs afin de déterminer un indicateur composite du capital humain. La base de données de Barro et Lee (2001) propose

⁶ Les résultats de l'analyse sont présentés en annexe (Cf. 7.3). Pour une explication plus détaillée de la méthode, le lecteur pourra consulter Volle (1997).

une série d'indicateurs ayant rapport aux différents intrants d'un système éducatif. Parmi ceux-ci, nous pouvons citer le ratio élèves par enseignant, les dépenses publiques par élève, la part des dépenses publiques par élève dans le PIB par tête, le salaire moyen des enseignants, etc. Ces indicateurs nous ont permis d'avoir une idée de la qualité des systèmes éducatifs pour les pays étudiés. Une fois l'indicateur composite construit, nous pouvons alors l'introduire dans notre modèle pour apprécier l'aspect qualitatif du système éducatif au côté de l'habituel proxy du stock de capital humain, le nombre moyen d'années d'études, qui en apprécie plus l'aspect quantitatif.

3.2. Les données

Pour réaliser notre recherche, nous avons utilisé plusieurs bases de données sur les pays africains et couvrant la période d'étude de 1970 à 2000. Les pays concernés par cette étude sont au nombre de vingt deux (22), choisis sur la base de la disponibilité des informations sur les indicateurs utilisés durant la période concernée. La première base de données est le Penn World Table (PWT) version 6.2 constituée par Heston, Summers et Aten (2006) où nous avons extrait des données sur le PIB et les variables de capital physique et de la population. La deuxième base de données est celle de Barro et Lee (2001) qui fournit des informations tant sur les aspects quantitatifs et qualitatifs du capital humain. Pour compléter les données sur les indicateurs du capital humain pour l'échantillon de pays africains, nous avons finalement utilisé les bases de données sur l'éducation disponibles sur le site de la Banque Mondiale, ainsi que celle de l'UNESCO. Ensuite nous avons utilisé les résultats des estimations de Pscharopoulos et Patrinos (2002) sur le rendement social des différents niveaux d'éducation pour les pays d'Afrique subsaharienne et du Nord. Rappelons que cet indicateur nous permet d'estimer le stock de capital humain par la méthode mincérienne (Équation (11)).

Avant de présenter les résultats de notre analyse, nous présentons dans le **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**⁷ quelques unes des statistiques descriptives relatives aux données sélectionnées. Il ressort que le PIB/tête moyen de notre échantillon de 22 pays africains (en dollars PPA à prix constants de 2000) est passé de 1 414\$ en 1970 à 2 056\$ soit une croissance annualisée de plus de 3,5% sur 30 ans. La valeur la plus élevée du PIB/tête est de 4 305\$ en 1970 détenue par l'Algérie et de 6 556\$ en 2000 détenue par le Botswana. Le PIB par tête moyen n'a pas vraiment doublé en 30 ans (31,2%) contrairement à la population de ces pays qui a plus que doublé durant cette période (52,4%).

⁷ Les statistiques par pays sont présentées en annexe dans le Tableau 4.

En ce qui concerne les données sur l'éducation, le nombre moyen d'années d'étude de notre échantillon est de 1,63 année soit moins de 2 années en 1970 et de 3,48 années en 2000. En cette même année, la plus grande valeur du nombre d'année d'études dans notre échantillon est de 6,28 ans au Botswana alors que le plus faible nombre d'années d'études (0,84 année) en Guinée-Bissau. Nous observons également une légère amélioration quant nombre d'élèves par enseignant en moyenne au primaire sur la période, qui s'élève à 44,5 élèves par enseignant en 1970 et à 42,15 en 2000. Le nombre moyen d'élève au niveau secondaire a connu une hausse de 13,41% sur la même période. D'autres indicateurs se sont aussi dégradés. C'est le cas du salaire moyen d'un enseignant du primaire qui a chuté au cours des 30 années, passants de 5 689\$ en 1970 à 5 511\$ en 2000 (soit une baisse de 3,11%); il en est de même de la part des dépenses publiques par élève du primaire dans le PIB par tête, qui a connu une baisse de 19,14% à 12,84%. Après cette brève analyse des données, nous présentons dans la section suivante les résultats de nos estimations afin de voir le rôle du capital humain dans le processus de croissance et de convergence.

Tableau 1_: Statistiques descriptives

Variables ⁸	Moyenne			Minimum		Maximum	
	1970	2000	Ecart	1970	2000	1970	2000
\hat{h}	1,63	3,48	113,50%	0,30	0,84	3,40	6,28
\hat{h}^{Pri}	1,39	2,57	84,89%	0,26	0,69	3,32	4,76
\hat{h}^{Sec}	0,22	0,84	281,82%	0,01	0,14	1,31	1,90
\hat{h}^{Sup}	0,01	0,07	600,00%	0,00	0,01	0,03	0,27
<i>Teapri</i>	44,50	42,15	-5,28%	27,50	23,00	63,70	65,30
<i>Teasec</i>	21,33	24,19	13,41%	13,30	14,43	33,00	45,57
<i>Salarp</i>	5 688,46	5 511,60	-3,11%	1 168,65	943,00	11 248,00	10 796,00
<i>Drop</i>	44,49	33,66	-24,34%	4,00	0,00	92,00	92,00
<i>Deprim</i>	19,14	12,84	-32,92%	7,60	3,00	52,05	32,20
<i>PIB/tête</i>	1 413,77	2 056,17	45,44%	481,48	630,08	4 304,64	6 555,60
Population (en millier)	5 779,58	12 151,16	110,24%	484,58	1 221,44	33 574,03	67 600,17

4. Résultats empiriques

Comme nous l'avons expliqué dans la section méthodologique, nous distinguons pour la prise en compte du capital humain, le cas où les rendements décroissants sont intégrés et le

⁸ \hat{h} , nombre moyen d'années d'étude de la population âgées de 25ans et plus; \hat{h}^{Pri} , nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire; \hat{h}^{Sec} , nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire; \hat{h}^{Sup} , nombre moyen d'années d'étude du niveau supérieur; *Teapri*, nombre d'élèves par enseignant au primaire; *Teasec*, nombre d'élèves par enseignant au secondaire; *Drop*, taux d'abandon au primaire; *Salarp*, salaire réel moyen d'un enseignant du primaire; *Deprim*, part dans le PIB/tête des dépenses publiques par élève au primaire.

cas où les variables qualitatives du capital humain sont prises en compte. Ainsi compte tenu de l'hypothèse faite pour la prise en compte du capital humain nous avons distingué quatre modèles :

1. **Modèle 0** : Modèle de croissance de Solow sans prise en compte de la variable relative au capital humain

$$(12) \quad \ln y_i^* = a + \beta_1 \ln(s_{ki}) + \beta_2 \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_{it}$$

Il s'agit d'apprécier l'impact des variables telles que le taux de d'épargne et le taux de croissance démographique sur le niveau des PIB par tête.

2. **Modèle 1** : Modèle avec introduction de la variable capital humain (h_i^M) selon l'approche mincérienne du capital humain

$$(13) \quad \ln y_i^* = a + \beta_1 \ln(s_{ki}) + \beta_2 \ln(h_i^M) + \beta_3 \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_{it}$$

3. **Modèle 2** : Modèle avec introduction de la variable capital humain selon l'approche de l'ACP du capital humain (h_i^{ACP}) et du nombre moyen d'années d'étude \hat{h}_i

$$(14) \quad \ln y_i^* = a + \beta_1 \ln(s_{ki}) + \beta_2 \ln(h_i^{ACP}) + \beta_3 \ln(\hat{h}_i) + \beta_4 \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_{it}$$

4. **Modèle 3** : Modèle avec introduction de la variable capital humain selon l'approche de l'ACP du capital humain (h_i^{ACP}) et décomposition en niveau d'éducation \hat{h}_i^{niv} . Le nombre moyen d'années d'études a été décomposé en années d'étude du primaire, du secondaire et du supérieur.

$$(15) \quad \ln y_i^* = a + \beta_1 \ln(s_{ki}) + \beta_2 \ln(h_i^{ACP}) + \beta_3 \ln(\hat{h}_i^{pri}) + \beta_4 \ln(\hat{h}_i^{sec}) + \beta_5 \ln(\hat{h}_i^{sup}) + \beta_6 \ln(n_i + g + \delta) + \varepsilon_{it}$$

Précisons que pour l'estimation de ces quatre modèles, nous avons procédé aux tests économétriques habituels afin d'utiliser la méthode d'estimation la plus adaptée à notre analyse⁹.

4.1. Estimation de l'équation de productivité

Il s'agit de l'estimation de l'équation (7) qui suppose que les pays sont à l'état stationnaire et permet de mesurer la contribution des différentes variables explicatives (taux

⁹ Les résultats des tests sont présentés en annexe (Cf. 7.4)

d'investissement du capital, taux de croissance démographique et stock de capital humain) sur le niveau du PIB/tête. Dans le Tableau 2, nous présentons les résultats obtenus pour les quatre modèles. Commençons par analyser ceux issus de l'estimation du Modèle 0 (Équation (12)). Les deux principales variables explicatives du niveau du PIB/tête (taux d'épargne et taux de croissance démographique) sont positives et statistiquement significatives. Or selon les prédictions du modèle de Solow, nous nous attendions à ce que le coefficient associé au taux de croissance démographique soit négatif. Ceci laisse donc déjà présager que le modèle de Solow ne permet pas de bien expliquer les données de notre échantillon construit à partir de 22 pays africains. Concernant l'épargne, nous retrouvons la relation positive standard dans le modèle de Solow.

Nous intégrons à présent dans nos régressions différentes variables du capital humain, afin d'évaluer l'effet sur le niveau du PIB/tête. Les résultats obtenus des estimations du Modèle 1 supposent que le stock de capital humain est évalué en tenant compte des rendements décroissants comme décrit ci-haut (Équation (13)). Le tableau montre des niveaux plus faibles des coefficients du taux d'investissement et du taux de croissance démographique ; mais ces variables perdent leur significativité à 5% avec l'intégration de notre variable du capital humain (h^M) dans la régression. La variable mincérienne du capital humain a un coefficient positif et statistiquement significatif, ce qui traduit que le capital humain évalué avec des rendements décroissants explique fortement le niveau d'équilibre du PIB par tête pour notre échantillon de pays africains ; sa contribution est en effet évaluée ici à environ 61%. Ainsi, nous retrouvons le rôle positif du capital humain lorsque celui-ci est spécifié sous la forme mincérienne, à l'instar des résultats de Wössman (2000), ceci corroborant le rôle essentiel de l'éducation dans les pays en développement en général et en Afrique en particulier.

Le Tableau 2 présente aussi l'estimation du Modèle 2 (Équation (14)) et donc du niveau d'équilibre du PIB/tête en fonction des variables traditionnelles (taux d'investissement et taux de croissance démographique) et du stock de capital humain, où celui-ci est représenté par deux variables dont l'une est de type quantitatif (le nombre d'années d'étude) et l'autre qualitative (l'indicateur composite du capital humain décrit ci-haut). Les résultats obtenus révèlent que toutes les variables du capital humain ont des coefficients statistiquement significatifs, avec un impact plus fort de la variable quantitative du capital humain (42% contre 10% pour la variable qualitative). Le coefficient du taux de croissance démographique redevient significatif à 5%, mais toujours positif contrairement aux prédictions du modèle de Solow.

Nous avons ensuite décomposé la variable quantitative du capital humain afin d'estimer l'impact sur le niveau du PIB par tête des différents nombres d'années d'étude du primaire, du secondaire et du niveau supérieur (Modèle 3).

Tableau 2 : Estimations de l'équation de productivité

Variables	Modèle 0	Modèle 1 ¹⁰	Modèle 2 ¹¹	Modèle 3 ¹²
$Log(s_k)$	0,185*** (0,036)	0,022 (0,035)	0,049 (0,045)	0,159*** (0,042)
$Log(n_i)$	0,453*** (0,1046)	0,080** (0,053)	0,239*** (0,119)	0,066 (0,081)
$Log(h^M)$		0,608*** (0,154)		
$Log(h^{ACP})^{13}$			0,098*** (0,027)	0,050*** (0,011)
$Log(\hat{h})$			0,420*** (0,037)	
$Log(\hat{h}^{Prim})$				-0,068 (0,122)
$Log(\hat{h}^{Sec})$				0,233*** (0,065)
$Log(\hat{h}^{Sup})$				0,192*** (0,035)
Constante	9,186*** (0,219)	7,832*** (0,16)	8,159*** (0,26)	9,468*** (0,309)

Les valeurs entre parenthèses sont les écarts-types.

*** Coefficients significatifs à 5%

** Coefficients significatifs à 10%

L'objectif de cette décomposition est d'apprécier la contribution des différents niveaux d'étude sur le niveau du PIB/tête. Le nombre d'années d'étude du secondaire et du supérieur ont un impact positif et significatif sur le niveau du PIB/tête alors que la variable du nombre d'années d'études au primaire n'est pas significative. Ainsi, une année supplémentaire d'étude aux niveaux secondaire et supérieur aurait un impact positif et significatif sur le niveau de PIB par tête, et donc sur la croissance pour notre échantillon, tandis que les années passées au niveau primaire ne seraient pas suffisantes pour influencer les niveaux de PIB/tête. La variable qualitative du capital humain demeure toujours positive et significative, avec cependant un impact plus faible (environ 5%) sur le niveau d'équilibre du PIB/tête, suite à la décomposition de la variable quantitative du capital humain.

¹⁰ h^M représente le stock de capital humain évalué grâce à la méthode mincérienne.

¹¹ \hat{h} représente le nombre moyen d'années d'étude de la population âgées de 25ans et plus.

¹² \hat{h}^{Prim} représente le nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire, \hat{h}^{Sec} celui du niveau secondaire et \hat{h}^{Sup} celui du niveau supérieur.

¹³ h^{ACP} est le stock de capital humain évalué grâce à l'ACP.

De l'analyse de ces résultats, il ressort que nos données sur les 22 pays africains entre 1970 et 2000, ne permettent pas de reproduire le modèle de Solow. Toutefois, les différentes approches utilisées pour prendre en compte le capital humain (ACP et approche mincérienne), nous donnent un impact significatif et positif du capital humain sur le PIB *per capita*, encore plus important avec l'approche mincérienne. Ceci traduit que la prise en compte des rendements décroissants dans l'évaluation du capital humain importe et permet de retrouver son impact positif dans le processus de croissance économique.

Avec l'approche ACP nous avons constaté qu'outre le nombre moyen d'années d'étude, les investissements faits dans la qualité du système éducatif sont déterminants pour expliquer les niveaux de PIB/tête. Toutefois, l'impact de la variable qualitative du capital humain est plus faible que celle de la variable quantitative. Ainsi, plus les individus passeraient du temps à l'école, plus ils auraient un stock de capital humain susceptible d'influencer le niveau du PIB/tête, contrairement à ce que Pritchett (2001) avait avancé; mais le niveau de la qualité du système éducatif n'est pas assez élevée pour influencer correctement le niveau de PIB par tête pour notre échantillon de pays en développement. La décomposition du nombre moyen d'années d'étude en années d'études passées au niveau primaire, secondaire et supérieur, nous a permis de montrer qu'une année supplémentaire aux niveaux secondaire et supérieur, pouvait avoir un impact positif sur le niveau de revenu par tête en Afrique.

4.2. Estimation de l'équation de convergence

Nous avons supposé jusqu'à maintenant que les pays étaient à leur état stationnaire ou plus généralement, que les écarts par rapport à l'état stationnaire étaient aléatoires. Or cette hypothèse est contestable. En effet, il est probable que les données soient influencées par une dynamique hors état stationnaire du fait, notamment de la lenteur de la convergence vers l'état stationnaire lui-même. Des estimations ont été faites afin d'apprécier le processus de convergence au sein de notre échantillon de pays africains. Nous expliquons l'écart de croissance entre deux périodes, par le PIB/tête initial ($y_{i,t-1}$), le taux de croissance démographique, le taux d'investissement physique, mais aussi le stock de capital humain. Le Tableau 3 permet d'apprécier le processus de convergence pour chacun des quatre modèles estimés.

Commençons par regarder ce qui se passe lorsque le capital humain n'est pas pris en considération dans l'équation de convergence (Équation (9)). Le signe positif du coefficient

du PIB/tête initial confirme qu'il existe un processus de convergence des PIB/tête au sein de notre échantillon de pays africains avec une vitesse de convergence de 0,027%.

Tableau 3 : Estimations de l'équation de convergence

Variables	Modèle 0	Modèle 1 ¹⁴	Modèle 2 ¹⁵	Modèle 3 ¹⁶
$Log(s_k)$	0,072*** (0,072)	0,073*** (0,015)	0,070*** (0,014)	0,066*** (0,015)
$Log(n_i)$	-0,034 (0,033)	-0,057 (0,033)	-0,047 (0,031)	-0,038 (0,034)
$Log(y_{i,t-1})$	0,998*** (0,011)	0,990*** (0,013)	0,982*** (0,012)	
$Log(h^M)$		0,0534 (0,044)		
$Log(h^{ACP})^{17}$			0,012*** (0,004)	0,011*** (0,005)
$Log(\hat{h})$			0,041*** (0,015)	
$Log(\hat{h}^{Prim})$				0,049*** (0,019)
$Log(\hat{h}^{Sec})$				-0,001 (0,019)
$Log(\hat{h}^{Sup})$				-0,013 (0,013)
Constante	0,165 (0,138)	0,196 (0,137)	0,245** (0,133)	0,071 (0,203)
Vitesse de convergence, λ	0,027	0,201	0,367	0,034

Les valeurs entre parenthèses sont les écarts-types.

*** Coefficients significatifs à 5%

** Coefficients significatifs à 10%

Ensuite, nous avons introduit les variables du capital humain, afin d'évaluer l'impact de celles-ci dans ce processus de convergence économique. Le premier modèle estimé correspond au Modèle 1, dans lequel l'impact du capital humain dans le processus de croissance est considéré à partir de la variable mincérienne du capital humain. L'impact positif de la variable du capital humain h^M , que nous avons précédemment persiste mais n'est plus significatif qu'à 20%. De plus, le signe positif de la variable du PIB/tête initial et le fait que le coefficient soit statistiquement significatif, confirment l'existence d'un processus de convergence au sein de l'échantillon des 22 pays africains. En utilisant cette variable pour apprécier le niveau de stock de capital humain, la vitesse de convergence de ces économies

¹⁴ h^M représente le stock de capital humain évalué grâce à la méthode mincérienne.

¹⁵ \hat{h} représente le nombre moyen d'années d'étude de la population âgées de 25ans et plus.

¹⁶ \hat{h}^{Prim} représente le nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire, \hat{h}^{Sec} celui du niveau secondaire et \hat{h}^{Sup} celui du niveau supérieur.

¹⁷ h^{ACP} est le stock de capital humain évalué grâce à l'ACP.

s'élève désormais à 0,201%, une vitesse près de 7,5 fois plus élevée que lorsque le capital humain n'est pas pris en compte dans le modèle.

Nous avons également apprécié l'impact des autres variables du capital humain dans le processus de convergence économique. Les résultats obtenus à partir du Modèle 2 montrent un impact positif et significatif de la variable qualitative du capital humain obtenue grâce à l'ACP et de la variable quantitative *via* le nombre d'années d'étude du capital humain (\hat{h}) avec toujours dans notre cas un impact plus fort du nombre d'années d'étude dans le processus de convergence. En effet, l'impact de (h^{ACP}) est de 1,2% alors que celui de (\hat{h}) de 4,1% dans le processus de convergence. En utilisant ces deux variables pour apprécier le niveau de stock de capital humain, la vitesse de convergence de ces économies s'élève désormais à 0,37% soit 13,7 fois plus rapide que lorsque le capital humain n'est pas considéré (Modèle 0). De plus, la distinction entre capital humain quantitatif et qualitatif semble aussi accélérer le processus de convergence puisque la vitesse a presque doublé par rapport à l'équation avec la forme mincérienne du capital humain.

Enfin nous avons décomposé comme nous l'avons déjà fait pour l'analyse du PIB par tête, le nombre d'années d'étude suivant les différents niveaux d'étude du primaire, du secondaire et du supérieur, pour apprécier leur impact respectif dans le processus de convergence. Contrairement à ce que nous avons obtenu précédemment à l'état stationnaire, nous constatons que le rôle de l'éducation primaire devient important dans le processus de convergence. En effet, il ressort que seules les variables du nombre d'années d'étude au primaire (\hat{h}^{pri}) et de l'indicateur composite qualitatif du capital humain (h^{ACP}) sont significatifs et positifs ; les autres variables ne sont pas significatives, contrairement à ce qui avait été obtenu au niveau de l'estimation de l'équation de productivité où seul le niveau primaire n'était pas significatif. La contribution du nombre d'années d'étude au primaire s'élève ici à environ 5% dans le processus de convergence. Cela pourrait traduire que les pays de notre échantillon présentent plus de similitude pour l'éducation au niveau primaire, ce qui contribuerait à les rapprocher dans un processus de convergence. Les pays se concentreraient plus sur l'éducation au primaire, qu'au niveau secondaire et supérieur ; pour ces derniers niveaux d'éducation, il y aurait donc plus de divergence entre pays. En se servant des résultats de Vandebussche, Aghion et Meghir (2006) selon lesquels plus un pays est proche de sa frontière technologique plus il a besoin de main-d'œuvre qualifiée, nous pourrions dire que notre échantillon de pays est encore loin de cette frontière technologique, d'où l'importance de l'éducation primaire en Afrique puisqu'elle offre du capital humain moins qualifié que les autres niveaux d'études. Dans ce dernier modèle, nous

observons un ralentissement important de la vitesse de convergence passant à 0,034 % à peine plus rapide que lorsque le capital humain n'est pas intégré dans le modèle (Modèle 0).

De manière générale, en ce qui concerne le processus de convergence, nos données confirment la présence d'un processus de convergence des PIB/tête pour notre échantillon de 22 pays africains, avec une vitesse de convergence variant suivant l'indicateur utilisé pour le stock de capital humain. Ce résultat est conforme à ceux de plusieurs études menées sur données de pays africains telles que celle de Ndiaye (2006) qui démontre l'existence d'un processus de convergence dans la zone UEMOA même si celui-ci est relativement faible (1,71% entre 1980 et 2000). On retrouve également des résultats similaires dans les travaux de Dramani (2007) qui étudie la convergence dans les économies des pays en développement, spécifiquement en Afrique dans les zones UEMOA et CEMAC à l'aide de la théorie de la convergence inspirée par les modèles de croissance endogène. Il utilise les similarités par rapport aux facteurs de production, et aux avantages naturelles, ce qui lui a permis de mettre en lumière la présence d'un processus de convergence. Dans notre cas, nous mettons en plus en évidence l'importance de distinguer la forme de capital humain dans une analyse de convergence.

5. Conclusion

Dans ce travail, nous avons évalué la contribution du capital humain dans les processus de croissance et de convergence économiques, sur un échantillon de 22 pays africains sur la période 1970 à 2000. Nous avons notamment intégré les aspects qualitatifs du capital humain en plus de la dimension quantitative habituellement choisie. Nous avons aussi supposé les rendements décroissants du capital humain en nous appuyant sur un modèle néoclassique suivant l'approche proposée par Islam (1995). Afin d'intégrer les aspects qualitatifs du capital humain, nous avons construit un indicateur composite grâce à une analyse en composantes principales à partir de plusieurs indicateurs relatifs aux intrants d'un système éducatif. Quant à la prise en compte des rendements décroissants du capital humain, nous avons eu recours à la spécification proposée par Mincer (1974). Les résultats montrent que la prise en compte des aspects qualitatifs et des rendements décroissants du capital humain, a permis de trouver une relation positive et significative sur le processus de croissance économique. Les données révèlent également un processus de convergence conditionnelle (quoique lent) pour l'échantillon de pays africains sur la période de 1970 à 2000.

Ce travail permet d'enrichir le débat sur la relation entre le capital humain et la croissance du fait qu'il étudie cette relation pour un échantillon de pays africains sur données de panel, en utilisant notamment un nouveau type d'indicateur du capital humain. Ce nouveau proxy basé sur l'analyse en composantes principales permet une meilleure valorisation du capital humain et contribue à une meilleure évaluation des aspects qualitatifs du capital humain surtout dans les pays en développement où l'existence de données constitue un véritable problème. Son rôle comme nous l'avons montré, se révèle important tant dans l'analyse de la croissance économique que dans l'étude de la convergence de pays africains.

Toutefois, au-delà du cadre de cette recherche, il sera intéressant de poursuivre l'analyse en introduisant à notre analyse l'hétérogénéité des pays présents dans l'échantillon; par exemple en fonction de critère comme la distinction entre pays francophones et anglophones ou encore tout simplement par une différenciation géographique. Et voir si nos résultats en terme de croissance et de convergence se confirment.

6. Bibliographie

- Aghion, P. et Howitt, P., (1998), *Endogenous Growth Theory*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Altinok, N., (2006), "Capital humain et croissance : l'apport des enquêtes internationales sur les acquis des élèves", *Economie publique*, Vol. 18-19, N°1-2, pages 177-209.
- Azariadis, C. et Drazen, A., (1990), "Threshold Externalities in Economic Development," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 105, N°2, pages 501-526.
- Barro, R., (1991), "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 106, N°2, pages 407-443.
- Barro, R., (1997), *Macroeconomics*, The MIT Press, Cambridge, MA.
- Barro, R., (1999), "Notes on Growth Accounting," *Journal of Economic Growth*, Vol. 4, N°2, pages 119-137.
- Barro, R., (2001), "Human Capital and Growth," *American Economic Review*, Vol. 91, N°2, pages 12-17.
- Barro, R., et Lee, J., (1993), "International Comparisons of Educational Attainment". *Journal of Monetary Economics*, Vol. 32, N°3 pages 363-394.
- Barro, R. et Lee, J., (1996) "International Measures of Schooling Years and Schooling Quality," *American Economic Review*, Vol. 86, N°2, pages 218-223.
- Barro, R. et Lee, J., (2001), "International Data on Educational Attainment: Updates and Implications", *Oxford Economic Papers*, Vol. 53, N°3, pages 541-563.
- Barro, R. et Lee, J., (2001), "Schooling Quality In A Cross-Section Of Countries", *Economica*, Vol.68, N°271, pages 465-488.
- Barro, R. et Sala-i-Martin, X., (1992), "Convergence", *The Journal of Political Economy*, Vol.100, N°2, pages 223-251.

- Barro, R., et Sala-i-Martin, X., (1995), "Technological Diffusion, Convergence, and Growth," NBER Working Papers N°5151, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Becker, G., (1964), *Human Capital: a Theoretical Empirical Analysis with Special Reference to Education*, Columbia University Press, New York, NY.
- Becker, G., (1974), "A Theory of Social Interactions", *The Journal of Political Economy*, Vol.82, N° 6, pages 1063 -1093.
- Benhabib, J. et Spiegel M., (1994), "The Role of Human Capital in Economic Development: Evidence from Aggregate Cross-country Data", *Journal of Monetary Economics*, Vol.34, N°2, pages 143-173.
- Bosca, J., de la Fuente A. et Domenech R., (2000), "Schooling Data: Some Problems and Implications for Growth Regressions", unpublished, Instituto de Analisis Economico CSIC.
- Caselli, F., Esquivel, G. et Fernando L., (1996), "Reopening the Convergence Debate: a New Look at Cross-country Growth Empirics", *Journal of Economic Growth*, Vol.1, N°3, pages 363-389.
- Créel, J. et Pilon G., (2006), "Is Public Capital Productive in Europe?", Document de travail de l'OFCE, Observatoire Français des Conjonctures économiques, Centre de recherche en économie de Sciences Po, N°2006-10.
- Denison, E., (1967), "Why Growth Rates Differ: Postwar Experience in Nine Western Countries", The Brookings Institution, Washington D. C.
- Dessus, S., (2000), "Capital humain et croissance : le rôle retrouvé du système éducatif", *Économie publique*, Vol. 2, N°6, pages 95-115.
- Dramani, L., (2007), "Convergence and Economic Integration in Africa: Case of CFA countries", MPRA Paper N°. 3033.
- Hanushek, E. et Kimko, D., (2000), "Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations", *American Economic Review*, Vol.90, N°5, pages 1184-1208.
- Heston, A. Summers, R. et Aten, B., (2006), "Penn World Table Version 6.2", Center for International Comparisons of Production, Income and Prices de l'Université de Pennsylvanie
- Islam, N., (1995), "Growth Empirics : A Panel Data Approach". *The Quarterly Journal of economics*, Vol. 110, N° 4, pages 1127-1170.
- Jorgenson, D., (1995), "Post War Economic Growth", MIT Press, Cambridge, MA.
- Krueger, A. et Lindahl, M., (2001), "Education and Growth: Why and for Whom? " Princeton Working Paper N°429, Princeton University.
- Levine, R. et Renelt, D., (1992), "A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions". *American Economic Review*, Vol.82 N°4, pages 942-963.
- Lucas, R., (1988), "On the Mecanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, Vol. 22, N°1, pages 3-42.
- Mankiw, G., Romer, D. et Weil, D. (1992) "A Contribution to the Empirics of Economic Growth," *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 107, N°2, pages 407-437.
- Mincer, J., (1958), "Investment in Human Capital and Personal Income Distribution", *The Journal of Political Economy*, Vol. 66, N°4, pages 281-302.
- Mincer, J., (1974), "Schooling, Experience, and Earnings", Columbia University Press, New York, NY
- Ndiaye, O., (2006), "UEMOA : une intégration économique à deux vitesses à travers des clubs de Convergence" 7èmes journées scientifiques du réseau Analyse Économique et Développement de l'AUF.
- Nelson, R. et Phelps, E., (1966), "Investment in Humans, Technological Diffusion and Economic Growth", *American Economic Review*, Vol. 56, N°1/2, pages 69-75.

- Pritchett, L., (2001), "Where Has All the Education Gone?" *World Bank Economic Review*, Vol. 15, N°3, pages 367-391.
- Psacharopoulos, G., (1994), "Returns to Investment in Education: A Global Update", *World Development*, Vol.22, N°9, pages 1325-1343.
- Psacharopoulos, G. et Patrinos H., (2002), "Returns to Investment in Education: A further Update", World Bank Policy Research Working Paper N°2881.
- Romer, P., (1986), "Increasing Returns and Long-run Growth", *The Journal of Political Economy*, Vol.94, N°5, pages 1002-1037.
- Romer, P., (1990), "Endogeneous Technical Change", *The Journal of Political Economy*, Vol.98, N° S5, pages 71-102.
- Schultz, T., (1961), "Investment in human capital", *American Economic Review*, Vol.51, N°1, pages 1-17.
- Smith A., (1776), *La Richesse des nations* (1re édition), trad. de Germain Garnier revue par Adolphe Blanqui (1881), 2 tomes, Gallimard, Paris.
- Solow, R., (1956), "A Contribution to the Theory of Economic Growth", *Quarterly Journal of Economics*, Vol.70, N°1, pages 65-94.
- Vandenbussche, J., Aghion, P. et Meghir, C., (2006), "Growth, Distance to Frontier and Composition of Human Capital", *Journal of Economic Growth*, Vol.11, N°2, pages 97-127.
- Volle M., (1997), "*Analyse des données*", Economica, 4^{ème} édition, France
- Wössman, L., (2000), "Specifying Human Capital: a Review, some Extensions and Development Effects", Kiel Institute of World Economics, Working Paper N°1007.

7. ANNEXES

7.1. Liste des pays présents dans l'échantillon

	Pays		Pays
1	Algérie	12	Malawi
2	Bénin	13	Mali
3	Botswana	14	Niger
4	Cameroun	15	Rwanda
5	Afrique Centrale	16	Sénégal
6	Congo	17	Sierra Leone
7	Égypte	18	Tanzanie
8	Gambie	19	Togo
9	Ghana	20	Tunisie
10	Guinée-Bissau	21	Zambie
11	Lesotho	22	Zimbabwe

7.2. Statistiques descriptives par pays

Tableau 4 : Récapitulatif des moyennes des variables d'études¹⁸ sur les 30 années (1970-2000)

Pays	\hat{h}	\hat{h}_{Pri}	\hat{h}_{Sec}	\hat{h}_{Sup}	$Teapri$	$Teasec$
Algérie	3,45	2,36	1,02	0,08	32,47	22,26
Bénin	1,44	1,14	0,29	0,02	44,64	30,80
Botswana	4,06	3,34	0,67	0,05	31,11	17,53
Cameroun	2,74	2,14	0,58	0,03	50,16	26,74
Afrique Central	1,71	1,29	0,40	0,02	69,16	44,58
Congo	5,10	3,19	1,81	0,07	61,89	34,78
Egypte	3,70	2,34	1,20	0,13	30,24	22,19
Gambie	1,47	0,99	0,44	0,01	28,45	21,38
Ghana	3,55	2,31	1,22	0,02	29,62	19,92
Guinée-Bissau	0,60	0,50	0,08	0,00	33,34	12,67
Lesotho	3,86	3,52	0,33	0,02	50,33	21,11
Malawi	2,65	2,50	0,15	0,01	58,76	24,91
Mali	0,60	0,49	0,10	0,01	48,94	17,28
Niger	0,68	0,55	0,12	0,01	39,79	25,43
Rwanda	1,89	1,72	0,16	0,01	56,10	16,74
Sénégal	2,21	1,78	0,39	0,04	49,40	27,79
Sierra Leone	1,81	1,32	0,47	0,02	32,78	22,42
Tanzanie	2,74	2,56	0,14	0,04	40,63	19,36
Togo	2,35	1,73	0,59	0,04	52,34	29,33
Tunisie	3,36	2,36	0,91	0,09	33,31	20,92
Zambie	4,13	3,53	0,57	0,03	43,98	22,82
Zimbabwe	3,50	2,54	0,90	0,06	39,44	23,54

Pays	$Salarp$ (en \$)	$Drop$ (en %)	$Deprim$ (en %)	PIB/tête (en \$)	Population (en millier)
Algérie	10 475,57	17,61	12,90	5 032,26	21 291,00
Bénin	7 847,96	64,00	16,58	1 139,37	4 005,45
Botswana	5 362,07	23,05	10,11	3 680,52	1 040,91
Cameroun	3 226,89	30,36	6,65	2 405,11	9 936,79
Afrique Central	7 160,71	54,72	17,92	991,65	2 489,32
Congo	8 334,21	34,41	7,55	2 003,99	1 864,03
Egypte	6 447,93	9,00	14,70	2 840,03	48 383,28
Gambie	2 318,21	4,00	15,39	898,94	805,84
Ghana	1 465,50	20,70	6,32	1 148,35	13 056,48
Guinée-Bissau	3 132,21	92,00	29,40	642,84	874,36
Lesotho	5 509,79	56,15	16,77	1 163,07	1 450,88
Malawi	1 679,31	61,76	9,37	675,12	7 190,74
Mali	7 204,96	53,89	37,57	812,71	7 397,95
Niger	6 957,50	22,50	32,04	1 020,76	6 485,99
Rwanda	5 173,79	48,76	13,53	1 063,89	5 542,90

¹⁸ \hat{h} , nombre moyen d'années d'étude de la population âgées de 25ans et plus ; \hat{h}^{pri} , nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire ; \hat{h}^{sec} , nombre moyen d'années d'étude du niveau secondaire ; \hat{h}^{sup} , nombre moyen d'années d'étude du niveau supérieur ; $Teapri$, nombre d'élèves par enseignant au primaire ; $Teasec$, nombre d'élèves par enseignant au secondaire ; $Drop$, taux d'abandon au primaire ; $Salarp$, salaire réel moyen d'un enseignant du primaire ; $Deprim$, part dans le PIB/tête des dépenses publiques par élève au primaire.

Pays	Salarp (en \$)	Drop (en %)	Deprim (en %)	PIB/tête (en \$)	Population (en millier)
Sénégal	9 578,43	17,18	21,69	1 444,92	6 396,13
Sierra Leone	1 952,38	64,00	6,48	1 191,37	3 668,50
Tanzanie	1 532,36	24,59	13,05	568,59	21 736,82
Togo	2 850,00	39,43	10,37	1 090,29	3 089,87
Tunisie	10 389,14	25,02	12,83	4 489,87	7 077,58
Zambie	2 767,18	18,65	6,99	1 195,70	6 561,11
Zimbabwe	8 587,57	18,86	17,25	3 181,60	8 363,52

7.3. Résultats de l'analyse des correspondances principales (ACP)

Tableau 5 : Variance totale expliquée

Composantes	Valeurs propres initiales			Sommes des carrés des facteurs retenus			Somme des carrés des facteurs retenus pour la rotation		
	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés	Total	% de la variance	% cumulés
1	1,65	27,47	27,47	1,65	27,47	27,47	1,63	27,19	27,19
2	1,32	22,07	49,54	1,32	22,07	49,54	1,34	22,35	49,54
3	1,14	19,00	68,54						
4	0,96	16,04	84,59						
5	0,55	9,09	93,68						
6	0,38	6,33	100,00						

Source : Calculs obtenus par les auteurs.

Tableau 6 : Matrice des coefficients des coordonnées des composantes

Variables	Composantes	
	1	2
DEPRIM	0,003	0,488
SCHDAY	0,228	-0,159
SALARP	-0,031	0,634
DROP	0,268	-0,114
TEAPRI	0,547	0,007
TEASEC	0,436	0,261

Tableau 8 : Qualité de représentation

Variables	Initial	Extraction
DEPRIM	1	0,429
SCHDAY	1	0,199
SALARP	1	0,737
DROP	1	0,229
TEAPRI	1	0,796
TEASEC	1	0,582

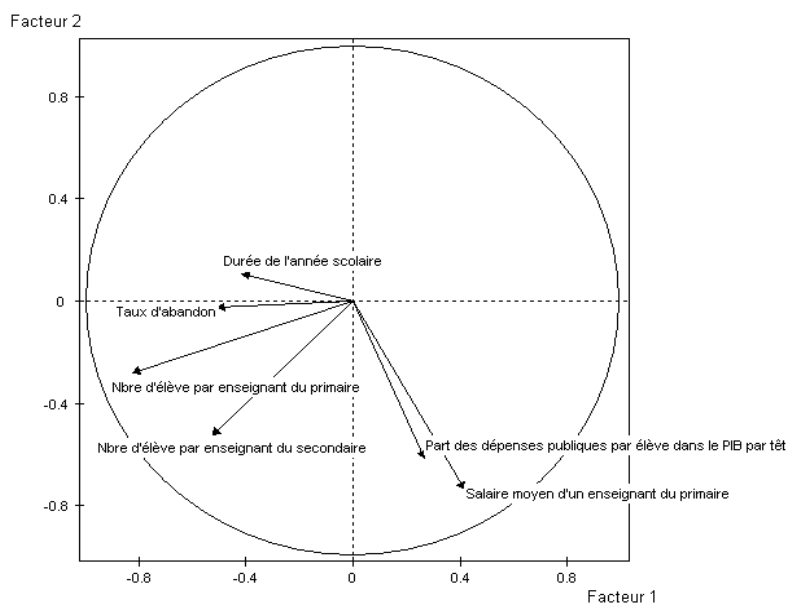
Tableau 7 : Matrice des composantes

Variables	Composantes	
	Composantes	Variables
DEPRIM	-0,179	0,630
SCHDAY	0,425	-0,136
SALARP	-0,288	0,809
DROP	0,473	-0,066
TEAPRI	0,875	0,174
TEASEC	0,602	0,469

Tableau 9 : Matrice de transformation des composantes

Composantes	1	2
1	0,974	-0,228
2	0,228	0,974

Figure 1 : Représentation des variables dans le repère formé par les deux premières composantes principales



7.4. Résultats des tests

7.4.1. Tests sur l'équation de productivité

Test	Modèle 0	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
	"Sans KH"	"Approche mincérienne du KH"	"Approche ACP"	"Approche ACP avec décomposition du KH"
Présence d'effets individuels	F(21,130)=67,56 0,00	F(21,129)=67,39 0,00	F(21,128)=59,23 0,00	F(21,126)=44,23 0,00
Effets fixes vs effets aléatoires (Test de Hausman)	Chi2(2)=49,66 0,00	Chi2(3)=4,59 0,2047	Chi2(4)=6,36 0,1727	Chi2(6)=377,56
Hétéroscédasticité (Test de Breusch-Pagan)	LM = 153,99 0,00	LM = 153,97 0,00	LM = 153,98 0,00	LM = 153,97 0,00
Hétéroscédasticité inter individus	Chi2(22)=9497,28 0,00	Chi2(22)=4894,23 0,00	Chi2(22)=11423,01 0,00	Chi2(22)=916,21 0,00
Auto corrélation intra individus	F(1, 21)=48,771 0,00	F(1, 21)=53,815 0,00	F(1, 21)=52,019 0,00	F(1, 21)=53,237 0,00
Conclusion	Présence d'effets individuels fixes, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus	Présence d'effets individuels aléatoires, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus	Présence d'effets individuels aléatoires, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus	Présence d'effets individuels, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus

Test	Modèle 0	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
	"Sans KH"	"Approche mincérienne du KH"	"Approche ACP"	"Approche ACP avec décomposition du KH"
	MCG avec les corrections nécessaires	MCG avec les corrections nécessaires	MCG avec les corrections nécessaires	MCG avec les corrections nécessaires

7.4.2. Tests sur l'équation de convergence

Test	Modèle 0	Modèle 1	Modèle 2	Modèle 3
	"Sans KH"	"Approche mincérienne du KH"	"Approche ACP"	"Approche ACP avec décomposition du KH"
Présence d'effets individuels	F(21,107)=3,51 0,00	F(21,106)=3,50 0,00	F(21,105)=3,52 0,00	F(21,103)=3,35 0,00
Effets fixes vs effets aléatoires	Chi2(3)= 13,83 0,00	Chi2(4)=16,63 0,0023	Chi2(5)= 18,01 0,0029	Chi2(7)=15,06 0,035
Hétéroscédasticité	LM = 131,69 0,00	LM = 131,69 0,00	LM = 131,70 0,00	LM = 131,74 0,00
Hétéroscédasticité inter individus	Chi2(22)= 1045,73 0,00	Chi2(22)=729,54 0,00	Chi2(22)=604,75 0,00	Chi2(22)=918,13 0,00
Autocorrélation intra individus	F(1, 21)=16,495 0,00	F(1, 21)=20,085 0,00	F(1, 21)= 18,298 0,00	F(1, 21)=18,949 0,00
Conclusion	Présence d'effets individuels fixes, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus MCG avec les corrections nécessaires	Présence d'effets individuels fixes, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus MCG avec les corrections nécessaires	Présence d'effets individuels fixes, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus MCG avec les corrections nécessaires	Présence d'effets individuels fixes, Hétéroscédasticité inter individus et auto corrélation intra individus MCG avec les corrections nécessaires