



**HAL**  
open science

# La relation éducation-croissance : apports théoriques récents et tests empiriques

Sylvie Charlot

► **To cite this version:**

Sylvie Charlot. La relation éducation-croissance : apports théoriques récents et tests empiriques. [Rapport de recherche] Laboratoire d'analyse et de techniques économiques(LATEC). 1997, 26 p., Illustration, ref. bib. : 2 p. hal-01527159

**HAL Id: hal-01527159**

**<https://hal.science/hal-01527159>**

Submitted on 24 May 2017

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

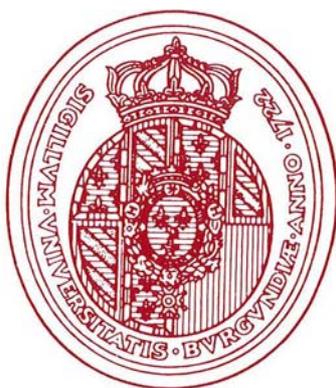
L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# LATEC

## LABORATOIRE D'ANALYSE ET DE TECHNIQUES ÉCONOMIQUES

U.R.A. 342 C.N.R.S.

**DOCUMENT de TRAVAIL**



UNIVERSITE DE BOURGOGNE

FACULTE DE SCIENCE ECONOMIQUE ET DE GESTION

4, boulevard Gabriel - 21000 DIJON - Tél. 80 39 54 30 - Fax 80 39 56 48

ISSN : 0292-2002

**n° 9703**

**La relation éducation-croissance : apports  
théoriques récents et tests empiriques.**

**Sylvie CHARLOT**

**janvier 1997**

**LA RELATION EDUCATION-CROISSANCE :  
apports théoriques récents et tests empiriques\***

Sylvie CHARLOT†‡

Mots clés : capital humain, croissance endogène, systèmes éducatifs, données de panel.

Références JEL : E130, C390, I280, J240.

**Résumé** : Ce document de travail s'intéresse aux liens entre éducation et croissance. On s'interroge, en particulier, sur les fondements théoriques de cette relation et sur la manière de la tester. La première partie est consacrée à l'analyse des modèles de croissance endogène introduisant la qualité du facteur travail, en regard de la théorie du capital humain plus ancienne. Ceci permet de mettre en évidence les apports et limites de ce type de modèles mais également de fournir des informations sur la méthodologie à retenir lors de tests empiriques. Dans la seconde section, on a construit une typologie des pays, en fonction de l'*efficacité* de leur système éducatif, afin de contrôler l'effet de cette efficacité sur la relation éducation-croissance. Le choix d'un indicateur de capital humain approprié au test de cette relation est également discuté. Enfin, dans la dernière section, la relation richesse-éducation est testée sur un panel comprenant environ 125 pays et sur la période 1970-1990. Ce travail révèle que les niveaux initiaux de développement et la qualité des systèmes éducatifs déterminent, pour partie, la forme de la relation éducation-croissance.

So A

**Abstract** : this working paper considers the links between education and economic growth. We specially focus on the theoretic foundations of this relation and on the way to test them. The first part analyses the endogenous growth models which introduce the labor quality, on looking at the older human capital theory. It permits to show the contributions and the limits of this kind of models but also to give information about methodology to retain to test the relation. In the second section, we construct a typology of countries, based on the *efficacy* of their educational system, to control this efficacy effect on the form of the relation education-growth. The choice of a human capital indicator adapted to this relation is also discussed. In the last section, the relation wealth-education is tested on a panel of 125 countries on the 1970-1990 period. This work shows that the initial development levels and the quality of educational systems partly determine the form of the relation education-growth.

---

\* Ce document s'inscrit dans le prolongement d'une recherche effectuée à l'IREDU (CNRS, Dijon), sous la direction de J. Bourdon.

† Je remercie J. Bourdon pour son suivi régulier dans ce travail, B. Amable et C. Baumont pour leurs relecture et conseils, et M. Cadot pour sa collaboration à l'analyse factorielle.

‡ INRA-ESR, ENESAD, BP 1607, F-21036 DIJON CEDEX  
Charlot@enesad.inra.fr

## INTRODUCTION

L'attribution du prix Nobel d'Economie à Lucas, en 1995, confirme la portée de ses travaux, et l'actualité des sujets qu'il a pu traiter. Il fut, en particulier, un des pionniers de l'analyse des mécanismes endogènes de croissance, et le premier, dans ce courant, à mettre l'accent sur les relations entre secteur productif et secteur éducatif (Lucas, 1988).

La place du facteur humain et de son appropriation collective dans la production constituent le coeur des apports des modèles de croissance endogène à la macro-économie. Le progrès technique y est endogène, car expliqué par le comportement d'épargne des agents. Il est, de façon directe ou indirecte, introduit par le concept de capital humain. On considère que la productivité des salariés est améliorée par la plus grande qualité du facteur travail. Soit parce que "l'intelligence" des hommes permet de produire des machines plus performantes, soit parce que dans le système de production même, le capital humain agit directement sur la quantité et la qualité de la production.

Les modèles précurseurs ont mis l'accent sur deux modes d'accumulation du capital humain : l'accumulation hors processus de production - l'individu effectue une répartition de son temps entre formation et production (Lucas, 1988), et l'accumulation au sein même du processus de production - le fait même de produire permet une accumulation de connaissances (Romer, 1986, 1990). On retrouve, ici, la distinction traditionnelle de Becker (1964) entre deux composantes du capital humain, la formation (« schooling ») et l'apprentissage sur le tas (« on the job training »). Ces modèles de croissance endogène s'inscrivent dans la continuité des analyses micro-économiques du facteur humain.

Cependant, la lecture de ces modèles, au regard des analyses effectuées en économie de l'éducation, permet d'en poser les limites théoriques, que certains modèles récents ont dépassées. Ces limites concernent les hypothèses appliquées au mode d'accumulation individuel du capital humain et à l'offre d'éducation. Par exemple, dans le modèle de Lucas (1988), il n'y a pas d'offre d'éducation.

Les modèles de croissance endogènes avec capital humain comportent également des difficultés concernant leur validation empirique. D'une part, ils mettent l'accent sur des externalités non-mesurables. D'autre part, les conditions de mise en oeuvre du capital humain dans la production, elles aussi difficiles à évaluer, sont déterminantes car elles conditionnent largement l'efficacité de la relation éducation-croissance.

Dans le cadre de comparaisons internationales de la relation éducation-croissance, ceci conduit à prendre en compte les disparités nationales de qualité de l'offre d'éducation. Une réflexion sur la pertinence des différents indicateurs de capital humain est également nécessaire, quand on cherche à évaluer les rendements de l'éducation des différents pays. Concernant les rendements, on distingue les rendements sociaux, au niveau de l'ensemble de

la collectivité, et les rendements des facteurs accumulables (capital physique, capital humain...) au niveau de la firme. Les rendements d'échelle globaux peuvent être croissants alors que les rendements du facteur accumulable restent décroissants ou constants, grâce à l'introduction d'externalité. L'évaluation des rendements du capital humain permet de déceler les externalités dues aux conditions de mise en oeuvre de celui-ci, si les pays sont homogènes en termes d'offre d'éducation.

Dans une première section, nous exposerons les principes des modèles de croissance endogène avec accumulation de capital humain ainsi que les difficultés de mesure que posent le concept d'externalité et les conditions de mise en oeuvre du capital humain. Les concepts et théories développés antérieurement dans ce domaine fourniront des éléments supplémentaires de compréhension de la relation croissance-facteur humain.

Dans une seconde section, nous classifions les pays du monde en fonction de la « qualité » de leur système éducatif et comparerons la pertinence des différents indicateurs macro-économiques de capital humain. Ceci nous permettra de prendre en considération les contraintes d'offre d'éducation et de déterminer le meilleur indicateur disponible de capital humain pour tester la relation éducation-croissance.

Ainsi, dans une troisième section, nous chercherons à déterminer les rendements de l'éducation et à déceler l'existence d'externalités dont bénéficieraient les nations, en fonction du type d'offre d'éducation dont elles disposent.

## **1. RENOUVELLEMENT THEORIQUE DE LA RELATION EDUCATION-CROISSANCE**

Les modèles de croissance endogène prennent des formes diverses et variées<sup>1</sup>. Leur apport principal n'est pas tant l'introduction du concept d'externalité réconciliant équilibre concurrentiel et intervention de l'Etat que l'intérêt porté au capital humain détenu par les individus dans le processus de croissance. La relation entre croissance et éducation s'appuie sur les travaux micro-économiques de Becker (1964), mais aussi de Mincer (1958). Pour ces derniers, l'éducation est un investissement puisqu'elle procurera des gains de salaires. Des gains de salaires aux gains de productivité et donc à la croissance, il n'y a qu'un pas, franchi tardivement par Romer (1986) et Lucas (1988) d'un point de vue théorique alors que la relation éducation-croissance avait déjà été testée dès 1962 par Denison (1962).

L'appropriation du concept micro-économique de capital humain par les spécialistes de la croissance ne s'est pas faite sans difficultés. Les premiers modèles de croissance endogène avec capital humain comportent certaines limites. Ces limites vont dépendre du type d'accumulation du capital humain : accumulation hors processus de production ou

---

<sup>1</sup>Pour une synthèse, voir Amable et Guellec (1992).

accumulation dans la production. De plus, la transposition du capital humain rattaché à l'individu au capital humain comme facteur explicatif de la croissance est passée par l'introduction d'externalités, concept parfois flou. Enfin, les contraintes micro-économiques qui pèsent sur la mise en oeuvre du capital humain sur le marché du travail pèsent également sur la relation éducation-croissance et sont pourtant généralement absentes des analyses.

## **1.1. Croissance endogène et modes d'accumulation du capital humain**

Le concept de capital humain est au coeur de nombreux modèles de croissance endogène. Il accroît la production et est, à ce titre, considéré comme un facteur de production à part entière, et comme engendrant, en général, une externalité. On distingue deux modes d'accumulation du capital humain : l'accumulation hors processus de production, lorsque l'individu se forme, et l'accumulation de connaissances au sein même du processus de production par l'expérience, l'apprentissage.

### ***1.1.1. Accumulation de capital humain hors processus de production***

Les modèles de croissance endogène, s'inspirant des travaux de Lucas (1988), font intervenir, de façon directe ou indirecte, la qualité du facteur travail dans les mécanismes de croissance. Le capital humain est, dans ce type de modèle, accumulé en se formant.

La théorie du capital humain fournit les fondements micro-économiques de la relation causale entre production et capital humain. Pour Becker (1964), fondateur de cette théorie, l'ensemble des dépenses effectuées par l'individu pour améliorer son potentiel productif est un investissement. Le stock de capital humain détenu par l'homme comprend "*the many forms of such investments include schooling, on the job training, medical care, migration, and searching for information about prices and incomes*"(p.11). Comme tout investissement, la décision de le poursuivre, de l'accroître ou de le diminuer dépend des rendements espérés. Ainsi, l'individu calcule un taux de rendement de l'investissement en capital humain. Ce taux est essentiellement appréhendé pour la formation (Jarousse et Mingat, 1986 ; Wagner, 1990) et les migrations (Bourdon, 1995). Le modèle de croissance endogène de Lucas (1988), s'inscrit dans la lignée directe de la théorie beckerienne, en faisant l'hypothèse que l'accumulation de formation est une activité hors processus de production, et que les agents partagent leur temps entre accumulation de capital humain et production de biens. Ce modèle comprend une fonction d'accumulation de bien de consommation et une fonction d'accumulation de capital humain, la deuxième déterminant la trajectoire de croissance de la première.

Ce premier modèle de croissance avec accumulation d'éducation hors processus de production a donné lieu à quelques critiques concernant la forme même de l'accumulation. Certaines de ces critiques concernent les hypothèses d'agent représentatif et de linéarité de la fonction d'accumulation du capital humain. Cette dernière, sous-tend que l'effort nécessaire à

l'accumulation d'une certaine quantité d'éducation est constant dans le temps, quelles que soient les caractéristiques innées et socioculturelles des individus et quel que soit leur niveau de formation déjà atteint. Concernant les caractéristiques individuelles, les modèles inter-générationnels (Azariadis et Drazen, 1990 ; Becker, Murphy et Tamura, 1990) permettent de tenir compte des effets démographiques et de transmission de connaissances entre générations, dans l'analyse de la croissance. Quant au niveau de formation atteint, on fait généralement l'hypothèse de décroissance des rendements dans le temps : les individus accumulent fortement au début de leur vie, puis l'accumulation est plus faible et s'annule enfin. Cependant, au niveau macro-économique, l'hypothèse de rendements constants, c'est-à-dire de linéarité de la fonction d'accumulation, reste « *plausible si l'on ne raisonne pas sur le cycle de vie d'un individu mais en termes de générations successives* » (Henin et Ralle, 1994). Le niveau de formation des jeunes peut compenser celui, relativement faible, des personnes plus âgées, si le niveau moyen de formation n'évolue pas dans le temps, et si les générations successives sont comparables.

La critique fondamentale du modèle de Lucas (1988) concerne l'absence d'offre d'éducation. Dans ce modèle, il n'existe pas de secteur éducatif, à proprement parlé. L'individu peut consacrer une partie de son temps à la formation, mais il n'y a aucune justification de la disponibilité même de connaissances. L'éducation semble être un bien libre.

Les modèles de croissance endogène récents tentent de pallier cette lacune. Par exemple, Bouyad (1994) met en avant le rôle des dépenses publiques en éducation dans les effets de seuil de la croissance. Il existe un arbitrage entre l'amputation fiscale nécessaire au financement de l'éducation et les gains obtenus grâce aux dépenses d'éducation. Cette approche reste toutefois monétaire, alors que le montant des dépenses n'est pas significatif de la qualité de la formation dans un pays. Les études sur le rapport coûts-efficacité montrent que le volume des dépenses n'est pas un gage d'efficacité. Par ailleurs, une mesure par les prix n'est pas toujours révélatrice de la qualité, surtout dans un domaine où l'Etat intervient largement. En dernier lieu, les prix du secteur éducatif sont des prix administrés et non des prix de marché.

L'hypothèse de détournement de facteurs de la production de biens vers la production d'éducation est un moyen plus convaincant de prendre en compte l'offre d'éducation. Rebelo (1991) a introduit une fonction de production d'éducation de type Cobb-Douglas dans un modèle de croissance endogène. Il a ainsi une approche réelle de l'offre d'éducation, de son impact sur la qualité du facteur travail, et sur la croissance. Mais Caroli (1994) souligne que, dans son modèle, la répartition des inputs entre production de bien final et éducation est endogène. Il n'existe donc aucune possibilité de politique éducative volontaire. C'est pourquoi Caroli construit un modèle dont la quantité d'éducation produite va dépendre, exclusivement, du nombre d'enseignants affectés à la production d'éducation.

L'apport de Lucas (1988), dans les modèles de croissance, est donc primordial car il y introduit la qualité de la main d'oeuvre comme facteur déterminant. Cette approche a été enrichie par la construction d'autres modèles afin de considérer les contraintes d'offre qui pèsent sur l'accumulation d'éducation. La distinction accumulation de biens-accumulation de formation nécessitait ces améliorations.

Mais cette distinction n'est pas commune à tous les modèles de croissance endogène. Ainsi, le premier modèle de croissance endogène de Romer (1986) ne dissocie pas l'accumulation de connaissances et la production, c'est le fait même de produire qui entraîne une accumulation de connaissances.

### ***1.1.2. Accumulation de « connaissances » dans la production***

Arrow (1962), Sheshinski (1967) et Usawa (1965), cherchant à expliquer les mécanismes de croissance, en retenant l'hypothèse d'un fort impact du capital humain, ont introduit la notion de "learning by doing". La formation, en dehors du processus de production, n'est plus la seule composante de la qualité du facteur travail, comme dans l'étude souvent citée de Denison (1962). L'analyse de l'accumulation de savoir-faire dans la production peut être attribuée à Smith (1787). Dans sa fameuse description de fabriques d'épingles, il met l'accent sur l'effet des connaissances émergeant de la production.

Romer (1986,1990) s'inspire de cette idée pour construire ses deux modèles. La connaissance est, pour partie, le résultat même du processus de croissance, elle contient en particulier le "learning by doing", ou effet d'apprentissage par accumulation (Amable, 1992). Toutefois, Romer (1986) semble avoir une certaine difficulté à définir son "*stock de connaissances*". La référence directe à Arrow (1962), à la notion d'apprentissage, laisse supposer qu'il s'agit de capital humain accumulé dans la production. Ce stock est pourtant décrit comme le résultat d'un secteur de recherche à part entière ayant des rendements décroissants.

P. Romer va clarifier les choses lors de la construction de son deuxième modèle (1990) grâce à une analyse plus fine du concept de progrès technique. L'auteur décrit les attributs de bien collectif que possède le progrès technique. Il est, en partie, exclusif puisque le résultat de comportement individuel. En effet, les perspectives de profit, donc le marché, déterminent la vitesse d'incorporation du capital humain dans les biens de consommation ou d'équipement. Le progrès technique a donc des caractéristiques de bien privé, car partiellement exclusif.

Toutefois, une forme de progrès technique est non-rivale car il peut être accumulé sans limites et profiter à tous. Il s'agit d'une externalité. C'est ce que Romer (1990) appelle la « connaissance » et qui traduit l'accroissement du progrès technique.

Finalement, le capital humain, rattaché à l'individu et donc localisé, est associé à un secteur qui produit la connaissance mesurée par l'ensemble des biens d'équipement. La croissance a donc pour moteur un bien collectif impur (le progrès technique), non-rival mais conduisant à une forme d'exclusion.

Cette approche du progrès technique est novatrice. Elle met en évidence qu'il peut être porté par l'homme aussi bien que par la machine. En engageant la discussion sur l'exclusion et la non-exclusion, elle démontre que l'investissement en recherche peut être privé, tout en étant partiellement profitable à l'ensemble de la collectivité. La composante privée justifie l'existence d'une rente, motivant l'investissement en connaissance. La composante publique produit une externalité, engendrée par les comportements individuels.

P. Romer a réalisé une introduction de la qualité du facteur travail intéressante, dans son deuxième modèle, puisque, bien que limité par les besoins de la formalisation, il est plus précis sur le contenu de cette qualité. Il reste cependant une certaine ambiguïté sur concept de "connaissances" qui n'est certainement pas étrangère au succès de ces articles.

## **1.2. Du concept de capital humain à la relation éducation-croissance**

Le concept de capital humain permet de progresser dans l'analyse des effets du progrès technique sur la croissance. Mais il est, de part sa nature micro-économique, un peu étroit pour être tout à fait adapté à l'échelle supérieure. La notion d'externalité offre une possibilité de dépassement de l'analyse traditionnelle de l'apport du capital humain à la production. Elle rend cependant la relation éducation-croissance plus difficile à mesurer. Relation d'autant plus floue qu'il existe des contraintes pesant sur le marché du travail et donc sur l'introduction du capital humain dans le système productif.

### ***1.2.1. Capital humain et externalité***

La qualité du facteur travail, déterminante dans l'accroissement de la production, ne peut plus être exclusivement un élément incorporé dans l'individu qui produit. Il faut également considérer l'adéquation entre les facteurs de production plus ou moins évolués, en particulier l'existence de complémentarités entre les salariés et les effets d'apprentissage à l'intérieur du processus de production.

L'introduction de l'externalité de connaissances permet de prendre en compte les interactions sociales. Au sens micro-économique, l'externalité est, par définition, ce que les agents ne prennent pas en compte au moment de leur choix de répartition entre investissement et consommation et qui augmente la productivité. Au niveau macro-économique, de la nation, l'externalité concerne la part de croissance non-expliquée par les facteurs de production. Elle est ainsi directement liée au "*troisième facteur*" ou "*facteur résiduel*" (Solow, 1956). Contrairement à ce dernier, l'externalité est expliquée par le comportement des agents, elle a, ainsi, des fondements micro-économiques.

Dans les modèles de croissance endogène, l'externalité de la *connaissance* est introduite pour permettre de modéliser l'idée intuitive qu'il ne suffit pas d'avoir un capital performant et une main-d'oeuvre qualifiée pour bien produire, mais qu'il faut en plus une adéquation entre les salariés et leur matériel, et entre les salariés eux-mêmes. On retrouve cette notion de complémentarité chez Malinvaud (1993) qui définit les effets externes de l'éducation comme étant les facilités de transmission des connaissances et d'informations, et la conclusion de contrats de plus en plus complexes, répondant à la complexité des emplois.

De même, Lucas (1988) décrit l'externalité du stock de capital humain social comme étant le résultat de l'interdépendance des individus. Il considère qu'un salarié, quel que soit son niveau de formation, sera plus productif dans un environnement où le capital humain est élevé, que dans un milieu pauvre en formation. Il s'agit d'une externalité car la formation de capital humain d'un individu ne peut affecter sensiblement le niveau moyen de capital humain. Ce nouveau stock ne sera pas pris en compte, dans le programme individuel d'optimisation inter-temporelle des firmes.

Chez Romer (1990), la qualité du travail est à la fois un stock détenu par la main d'oeuvre, mais également une externalité produite par, et bénéficiant à l'ensemble de la société. La connaissance ne résulte pas d'une volonté d'accumulation de capital humain, mais est un surplus émergeant du processus de production. Il s'agit d'une externalité qui va déterminer la trajectoire de croissance de l'économie.

La présence d'externalité de capital humain rend la relation éducation-croissance plus difficile à mesurer. Cette relation contient également des limites directement issues de critiques concernant la théorie du capital humain.

### ***1.2.2. Des contraintes pesant sur la relation éducation-croissance***

Deux points importants modèrent l'importance du lien direct entre la croissance et la formation. En aval, l'état du marché du travail influence les conditions de mise en oeuvre de la formation dans la production. En amont, l'offre disponible d'éducation joue également sur la relation éducation-croissance. Les restrictions concernant ce lien ont été analysées de façon fine. Il s'agit du risque de non-emploi des capacités totales des connaissances et du degré d'adéquation entre le capital humain acquis et le capital humain nécessaire à la production.

L'organisation du marché du travail, l'existence de coûts de recrutement, l'obligation de temps d'adaptation des nouvelles recrues, et le risque couru par les entreprises sur leurs capacités réelles rendent la relation formation-emploi confuse.

Les théories *du filtre* (Arrow, 1973) et du *signal* (Spence, 1981) insistent sur une des limites de la logique de la théorie du capital humain. L'éducation est un *signal* pour les entreprises qui embauchent. Pour Thurow (1975), le diplôme est le signal le plus direct de la capacité d'apprentissage et de l'adéquation de l'individu au poste de travail. La formation sera valorisée de différentes façons selon que l'on se trouve dans une génération à fort ou à faible

niveau éducatif. L'éducation n'est plus qu'un critère indirect de productivité et l'investissement est plus risqué et moins rentable lorsque l'ensemble de la population est très formé.

De même, la théorie de la *segmentation du marché du travail* (Doeringer et Piore, 1971) s'intéresse également aux conditions d'entrée sur le marché du travail. La charge que représentent la recherche d'un salarié adapté à un poste, et sa formation spécifique à l'entreprise pousse les employeurs à privilégier la promotion de salariés déjà dans l'entreprise ayant fait leurs preuves. Le marché du travail est donc segmenté en marché primaire, possédant des coûts et donc des barrières à l'entrée, et le marché secondaire, plus facile d'accès. On souligne ici la limite majeure qu'apporte l'analyse du marché du travail, en termes de segmentation, à l'efficacité de la formation dans le système productif : il ne suffit plus d'être formé, il est également nécessaire d'être du bon côté de la barrière, ou d'être capable de la franchir.

Les formes des marchés du travail constituent donc des freins à la relation directe formation-croissance (Caroli, 1995). Ces restrictions trouvent leur source, en particulier, dans l'asymétrie d'information entre recruteur et recruté potentiel. Qu'il s'agisse de la théorie du filtre, ou de la segmentation du marché du travail, l'information sur les efforts des salariés et sur leur capacité à s'insérer dans un système de production n'est pas directement fournie aux entreprises par un niveau de formation.

Au niveau de comparaisons internationales, les contraintes d'offre et de qualité de l'éducation pèsent également sur les mécanismes de croissance. La qualité d'un système éducatif dépend des moyens mis en oeuvre, mais aussi de leur bonne utilisation. Elle est traditionnellement divisée en "*qualité interne*" et "*qualité externe*". La première concerne la capacité du système à enseigner de nouvelles connaissances aux élèves et à leur faire suivre une progression régulière (peu de redoublements et d'abandons). L'efficacité externe dépend de l'aptitude du système éducatif à former des individus utiles et adaptés aux besoins des processus de production. Il est souhaitable que les formations dispensées soient en adéquation avec l'évolution des types d'organisation de la production, avec les combinaisons de facteurs. Il s'agit donc indirectement de s'adapter aux fluctuations de demande et à la création de nouveaux produits sur le marché des biens. La vitesse de réaction des systèmes éducatifs, généralement centralisés, lourds à gérer et possédant des objectifs sociaux, est très lente. Sur le marché du travail, l'offre de qualification ne correspond, parfois, plus que partiellement à la demande. La qualité externe des systèmes éducatifs va jouer directement sur l'ampleur du lien qui existe entre éducation et croissance.

L'existence d'externalité directement liée au stock de capital humain social élevé et approprié au mode de production va déterminer la trajectoire de croissance des nations. Le degré d'adéquation entre le système de production et le système éducatif, que l'on peut

considérer comme une part de l'externalité du capital humain, va lui aussi déterminer cette trajectoire, au même titre que la structure du marché du travail.

Pourtant ces éléments essentiels dans l'étude de l'impact de l'éducation sur la croissance sont difficilement mesurables. Nous allons, toutefois, essayer d'en tenir compte et les utiliser comme grille de lecture de résultats empiriques sur la relation éducation-croissance, dans le monde.

## **2. DISPARITE DES SYSTEMES EDUCATIFS ET MESURES DU CAPITAL HUMAIN**

La compréhension des phénomènes macro-économiques réels reste le but des modèles de croissance endogène. Dans ce cadre, un certain nombre de travaux empiriques étudient la convergence de pays ou régions (Barro et Sala-I-Martin, 1992 ; Barro et Sala-I-Martin, 1995). D'autres études empiriques s'intéressent aux facteurs de croissance mis en avant dans la théorie, comme le stock d'infrastructures publiques (Aschauer, 1989 ; Artus et Kaabi, 1993), ou la formation (Carré, Dubois, Malinvaud, 1972 ; Barro, 1991 ; Garrison, Lee, 1995).

La principale difficulté de tels travaux concerne la disponibilité de données uniformes à l'échelle mondiale et la comparabilité des systèmes de production. Concernant la relation éducation-croissance, la mise en place d'une méthodologie tenant compte des disparités des systèmes éducatifs et des moyens de production s'impose. De même une réflexion sur les indicateurs disponibles et les limites de leur utilisation est nécessaire.

Dans une première étape nous tentons de classer les 125 pays, pour lesquels nous disposons d'informations, par groupes à "efficacité de système éducatif" identiques. Nous retiendrons une typologie en quatre groupes et nous verrons qu'ils peuvent être identifiés par des écarts socio-économiques, autres que le système éducatif, éléments corrélés au niveau de *développement*. Puis nous discuterons le choix d'un indicateur macro-économique d'éducation, afin de mieux spécifier la relation éducation-croissance.

### **2.1. Qualités des systèmes éducatifs dans le monde**

Afin de classer les pays à l'aide de critères de qualité des systèmes éducatifs, nous avons mené une Analyse en Composantes Principales sur cinq indicateurs présents dans le World Education Report de l'Unesco (1991).

Deux de ces indicateurs représentent l'effort de la nation en éducation, en termes monétaires. Il s'agit des dépenses publiques d'éducation en pourcentage du PIB et les mêmes dépenses en pourcentage des dépenses du gouvernement.

A cela, s'ajoutent deux mesures de l'état démographique des pays : la part de la population âgée de 0 à 14 ans, et la part de la population âgée de plus de 65 ans, dans la population totale. Ces critères ont été introduits afin de mettre en relation offre et demande d'éducation.

Enfin, une des rares informations sur l'efficacité interne des systèmes éducatifs est fournie par le "coefficient d'efficacité", qui est le ratio entre le nombre théorique d'années de scolarisation nécessaire pour terminer un cycle sans avoir redoublé ou être sorti du système, et le nombre d'années effectivement passées par une cohorte dans ce cycle.

Nous avons retenu l'ensemble de ces indicateurs pour l'année 1980. Si les données étaient manquantes, nous avons utilisé celles de 1988<sup>2</sup>.

Les résultats de l'ACP sont les suivants :

	facteur1	facteur 2	facteur 3	facteur 4	facteur 5
valeurs propres	2.44	1.26	0.60	0.52	0.17
% de la variance expliquée cumulée	49	74	86	97	100

Nous n'avons retenu que deux facteurs, la valeur propre associée à chacun de ces facteurs étant largement supérieure à 1, et 74% de la variance étant expliquée par les deux premiers facteurs. Nous avons ensuite étudié les corrélations entre variables et facteurs.

variables	facteur 1	facteur 2
dépenses % du PIB	0.42	0.77
dép. % dep. du gouvernement	-0.33	0.80
coefficient d'efficacité	0.76	0.03
pop. âgée de 0-14 ans	-0.89	0.15
pop. âgée de + de 65 ans	0.89	0.06

Le premier facteur met l'accent sur l'efficacité interne du système éducatif et l'absence de demande forte d'éducation (population plutôt âgée). Il caractérise donc les pays en fonction de leur capacité à former les individus, capacités d'autant plus importantes que la structure démographique favorise une éducation de masse à moindre coût. Nous désignerons ce facteur comme représentant l'*efficacité du système*.

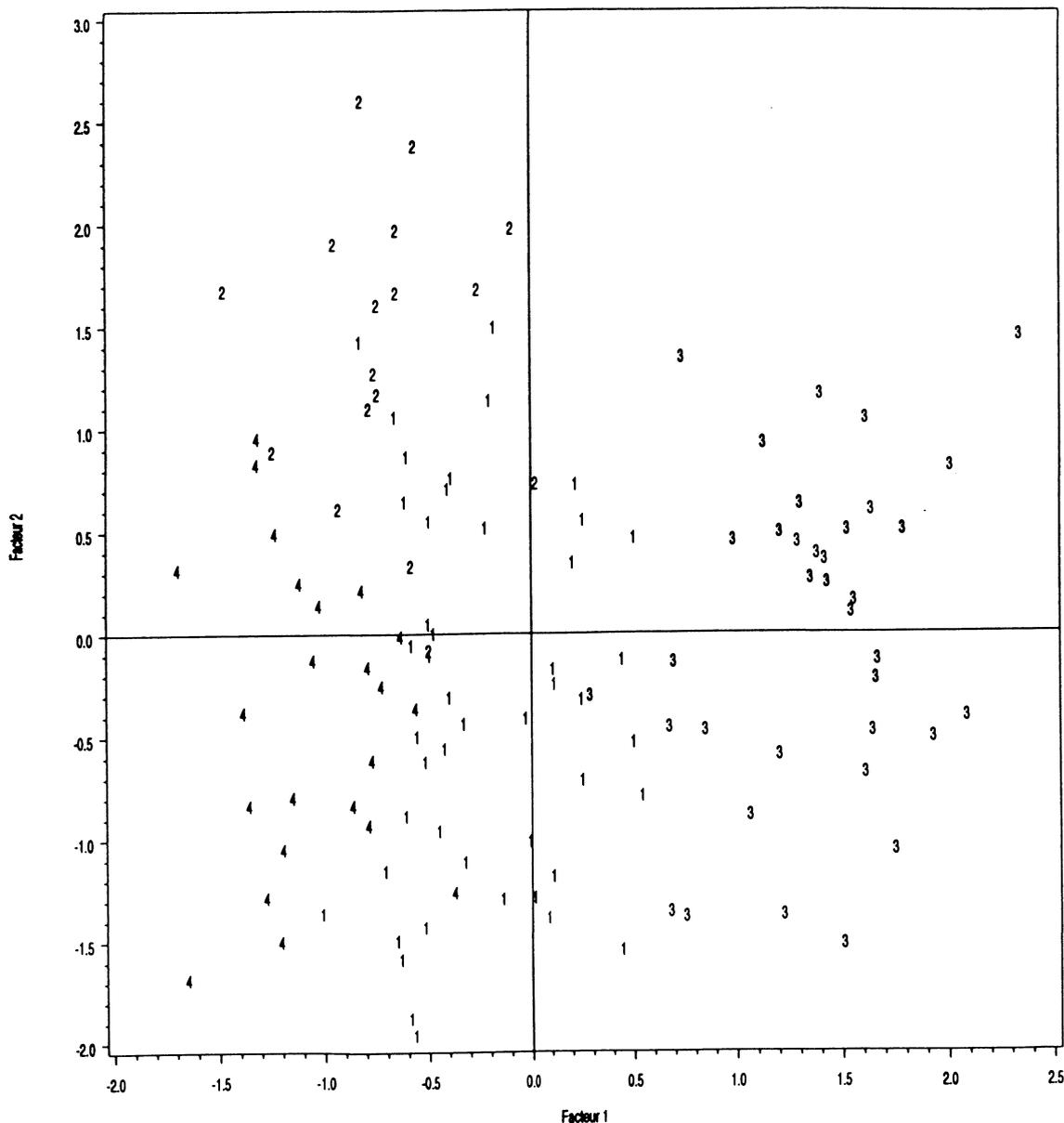
---

<sup>2</sup>Si ces dernières manquaient également, et que les informations étaient disponibles pour les autres variables, la moyenne de l'ensemble des pays a comblé l'absence de variable. Quelques pays ont été exclus par trop de pénurie d'information.

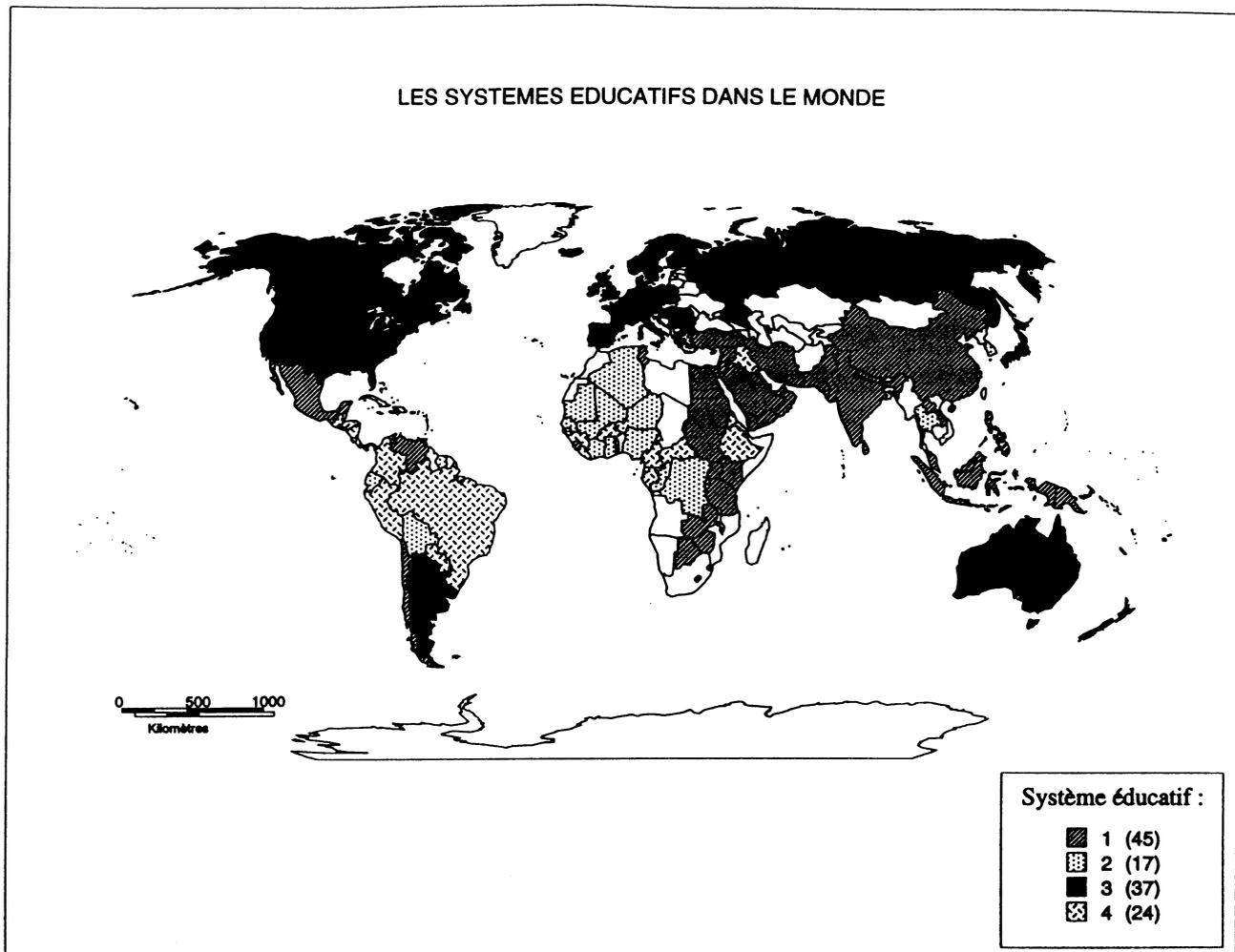
Le deuxième facteur met en avant l'effort financier de la nation, effort relatif à l'ensemble des dépenses et non à la population à former. Il s'agit de *l'investissement éducatif*.

A partir de ces critères, nous avons construit quatre groupes de pays, afin d'obtenir une typologie considérant l'efficacité et la politique d'investissements en matière d'éducation, tout en gardant un nombre suffisant d'observations dans chacun de ces groupes. Pour ce faire, nous avons utilisé une classification hiérarchique ascendante utilisant la méthode d'« *average linkage* ».

Les résultats de l'analyse factorielle ont été projetés sur un graphique situant les différents pays par rapport à chaque facteur. Ces pays sont identifiés par le numéro du groupe auquel ils appartiennent. La carte localise les différents groupes dans le monde. La liste des pays avec leur numéro d'observation et leur groupe est donnée en annexe.



## LES SYSTEMES EDUCATIFS DANS LE MONDE



Trois groupes se distinguent nettement, alors que le dernier semble plus hétérogène.

Dans le groupe 3, le facteur *efficacité du système* joue fortement alors que le facteur *investissement éducatif* ne semble pas déterminant. On trouve dans ce groupe les pays d'Amérique du Nord, l'Argentine et l'Uruguay, Israël, le Japon et l'Australie, et les pays d'Europe, en bref les pays développés. A l'intérieur de ce groupe, les investissements éducatifs relatifs ne jouent plus vraiment sur l'efficacité puisqu'ils sont rattachés à des montants de revenus ou de dépenses élevés. On peut tout de même s'interroger sur l'efficacité importante de la Grèce (108), de la Hongrie (109) et de Malte (114), alors que leurs efforts, en termes financiers, sont très faibles.

Le groupe 2 réunit les pays qui ont une *efficacité* faible, mais qui tente d'y remédier en effectuant de forts investissements éducatifs. La structure démographique de ces pays est souvent un handicap, le poids relatif des jeunes et donc le coût de la scolarisation massive y sont élevés. On trouve dans ce groupe des pays tels l'Algérie, certains pays d'Afrique Sub-Saharienne et d'Amérique du Sud.

Le groupe 4 présente les mêmes caractéristiques démographiques et d'efficacité que le groupe 2, mais l'effort d'éducation dans ces pays est très moyen, voire inexistant. Certains de ces pays, comme le Rwanda, l'Ethiopie ou le Bangladesh, sont dans une situation économique, et/ou politique, catastrophique.

Enfin, le groupe 1 est assez hétérogène et se superpose aux autres groupes. La Chine et Hong-Kong, mais aussi l'Iran, le Maroc ou Panama en font partie. Ces pays font plutôt peu

d'efforts financiers, et leur structure démographique est généralement une structure de transition.

Ces quatre groupes ont été construits exclusivement à l'aide d'indicateurs décrivant le fonctionnement des systèmes éducatifs. Cette typologie permet donc de contrôler les disparités de conditions de production de l'éducation. Elle permet d'appréhender la qualité du système éducatif de chaque pays et de considérer que les groupes forment des ensembles homogènes sur ce plan.

## 2.2. Choix d'un indicateur de capital humain

Des auteurs comme D'Autume (1993), D'Autume et Michel (1994), et Barro et Lee (1993, 1996) ont saisi toute l'importance et les difficultés d'évaluation d'un indicateur de capital humain macro-économique.

Les taux d'inscription ont parfois été utilisés comme mesure du capital humain, et parfois interprétés comme une approximation du stock de ce capital. Or, la formation du stock nécessite un investissement de long terme, il y a un décalage dans le temps entre, d'une part, la période où les individus sont inscrits dans le système éducatif, et d'autre part, l'arrivée sur le marché du travail de ces individus. Barro (1991) et Garrison et Lee (1995) ont utilisé les taux d'inscription passés comme indicateur d'éducation. Il s'agit d'une mesure par les flux qui donne seulement une image de l'effort de la nation en éducation, comme le soulignent Psacharopoulos et Arriagada (1986).

Nerhu, Swanson et Dubey (1993) suggèrent l'utilisation des taux d'inscription pour reconstituer le stock de capital humain de la population actuelle en évaluant ce stock pour chaque cohorte et en tenant compte des redoublements, des abandons et de la probabilité de survie des individus. Une telle construction de stock d'éducation à partir de ces flux serait un indicateur de capital humain quasi idéal, mais ce travail lourd n'a jamais été effectué à une large échelle internationale.

L'utilisation du taux d'alphabétisation comme mesure du stock d'éducation est également courante. Il pose cependant des problèmes de comparabilité entre l'apprentissage des différentes langues. La difficulté est de connaître le temps de scolarisation nécessaire à l'apprentissage et à la maîtrise écrite de chaque langue. Ce temps est en général considéré comme étant compris entre 4 et 6 années. De plus, Imbert (1993) souligne que le *concept d'alphabétisation "fonctionnelle"* serait un meilleur indicateur pour les pays développés. Ce concept est censé prendre en compte la capacité à s'adapter à une fonction, à s'intégrer dans un groupe de travail, à apprendre à se servir du matériel...On peut y voir l'existence de seuils d'exclusion de la communauté. Le taux d'alphabétisation est, lui aussi, un *indicateur général du niveau de développement d'un pays*. En fait, les taux d'alphabétisation permettent des

analyses sur longue période, en termes d'évolution, au sein d'un même pays, mais ne sont pas adaptés aux comparaisons internationales.

Le nombre moyen d'années d'études, éventuellement corrigé des redoublements et abandons, nous semble être un indicateur acceptable du stock d'éducation moyen détenu par les individus d'une nation. Il permet des comparaisons internationales puisque, ici, l'hétérogénéité des systèmes éducatifs a été maîtrisée, pour partie. Cependant, il faut remarquer que même en acceptant que "toutes les années se valent", le nombre moyen d'années d'études ne révèle pas, par définition, les disparités contenues dans un tel agrégat. Deux pays peuvent avoir un chiffre moyen identique mais pas du tout la même répartition entre les différents niveaux, et entre l'enseignement général et l'enseignement technique. La répartition de la population active en fonction de son niveau de scolarisation serait un indicateur plus approprié. Mais les données disponibles sont sporadiques, les travaux de Psacharopoulos et Arriagada (1986, 1992) ont permis de reconstruire ces indicateurs pour un nombre de pays restreint et pour au maximum deux années. Ils sont inutilisables dans notre étude.

L'approximation du stock d'éducation par le nombre moyen d'années d'études comporte des limites, cet indicateur est toutefois le meilleur disponible, à l'échelle mondiale. A l'avenir, les travaux tels ceux de Lee et Lee (1995), qui utilisent des enquêtes internationales sur les acquisitions précises d'individus, ou de Barro et Lee (1996) permettront certainement de mesurer plus précisément la relation capital humain-croissance.

La prise en compte de critères de « qualité » de l'offre d'éducation dans le monde nous a permis d'identifier des groupes de pays relativement homogènes sur ce plan. La recherche d'un indicateur de capital humain nous a conduit à retenir le nombre moyen d'années d'études. Ce choix est issu d'un compromis entre disponibilité et pertinence des indicateurs. Il s'agit de précautions méthodologiques nécessaires, au regard des développements théoriques, à l'étude de la relation éducation-croissance.

### **3. RENDEMENTS DE L'EDUCATION ET EXTERNALITES**

Cette partie de l'étude relie le revenu par tête au stock d'éducation, ceci pour tous les pays retenus dans la section précédente, sur la période allant de 1970 à 1990. Les estimations sont effectuées sur l'ensemble des données disponibles, puis nous précisons la forme de la relation pour chaque groupe, à l'aide des techniques de données de panel. Cette étape permet de mettre en avant les caractéristiques de l'introduction de l'éducation dans un système productif complexe, et de déterminer les externalités propres à chaque groupe de pays.

### 3.1. Estimations des rendements de l'éducation dans le monde

La détermination des rendements de l'éducation, c'est à dire l'ampleur de l'impact de l'éducation sur la productivité sera menée par le biais de l'estimation de la "loi de Mincer". Il faut noter qu'au niveau macro-économique l'expérience professionnelle et l'ancienneté ne peuvent être prises en compte comme déterminant de la productivité. La dénomination de cette relation comme "loi de Mincer" est donc abusive, mais elle est explicite.

Nous avons cherché à savoir si l'éducation avait des rendements décroissants ou croissants, sachant que l'hypothèse selon laquelle les rendements sont décroissants est souvent faite. Ainsi, plus l'éducation serait importante, plus le supplément de revenu dû à cet accroissement serait faible. La loi de MINCER aurait donc une forme concave, et la relation revenu-éducation serait donc de la forme:

$$w = a + bE + cE^2 \text{ avec } b > 0 \text{ et } c < 0$$

Nous avons testé cette relation mais sans contraindre les coefficients  $b$  et  $c$ , afin de connaître la nature des rendements. Les variables utilisées sont le PIB réel par travailleur tiré du fichier Penn World Tables (Summers et heston, 1991), et le nombre moyen d'années d'études (issu du *Rapport Mondial sur le Développement Humain* du PNUD, 1992). Cet indicateur n'étant disponible que pour deux dates (1980 et 1990), nous avons calculé un taux de croissance moyen par année de cet indicateur afin d'estimer la valeur des données manquantes, par extrapolation<sup>3</sup>. La régression est de la forme:

$$PIB / tête = a + bE + cE^2 + u \quad [1]$$

Cette relation a été testée sur la période 1970-90, pour l'ensemble des pays ainsi que pour chaque groupe. Ce premier test a été effectué à l'aide des MCO.

Relation  $PIB / tête = a + bE + cE^2 + u$

	Régression générale	Régression groupe 1	Régression groupe 2	Régression groupe 3	Régression groupe 4
Nombre d'observations	2472	750	328	702	413
Constante $a$	607.89 (6.09) <sup>4</sup>	554.33 (2.13)	750.32 (9.00)	3763.74 (2.97)	-288.23 (-1.80)
Education $E$	269.43 (5.79)	574.84 (3.28)	303.18 (3.94)	-247.94 (-0.78)	1149.73 (9.42)
Education au carré $E^2$	82.29 (19.04)	31.58 (1.30)	20.01 (1.49)	101.84 (5.25)	-105.09 (-5.38)
R <sup>2</sup>	0.745	0.302	0.558	0.54	0.408

<sup>3</sup> Cette méthode comporte des limites évidentes, elle suppose en particulier que le nombre moyen d'années d'études suit une progression stable, un trend. S'agissant d'un indicateur agrégé, cette hypothèse est certainement peu gênante.

<sup>4</sup> Les chiffres entre parenthèses sont les valeurs du t de student.

D'une façon générale, le niveau moyen d'éducation a un effet positif élevé sur le revenu par tête, pour l'ensemble des pays. Le coefficient de détermination est élevé et les coefficients pondérant l'éducation et l'éducation au carré sont positifs et statistiquement significatifs. Les rendements de l'éducation sont donc largement croissants. Toutefois, cet impact et la forme de la relation éducation-PIB varient en fonction des groupes.

Comparant les différents groupes, la variance expliquée du PIB par tête par le nombre moyen d'années d'études est de 50 % pour les groupes 2, 3 et 4. Elle est seulement de 30 % pour le groupe 1, ce qui peut s'expliquer par la relative dispersion des pays, en termes d'efficacité des systèmes éducatifs, au sein de ce groupe.

Pour les deux premiers groupes, la forme de la relation serait plutôt linéaire. Dans le groupe 1, l'effet de l'éducation est plus important que dans le groupe 2, au sein duquel les pays ont une politique d'investissements éducatifs forts mais dont *l'efficacité du système* reste faible.

Concernant le troisième groupe, la forme de la relation apparaît exponentielle, le terme simple de l'éducation n'étant pas significatif. Les rendements de l'éducation croissent très vite, dans ce groupe. L'éducation semble particulièrement efficace dans le système productif de ces pays qui ont atteint, pour la plupart, un degré de développement élevé et qui possèdent surtout les systèmes éducatifs les plus *efficaces*.

Enfin, le quatrième groupe présente des rendements de l'éducation décroissants. En effet la relation entre PIB par tête et éducation est concave. L'éducation aurait un effet positif lorsqu'elle est à faible niveau puis un effet négatif, le seuil de décroissance se situe à 5,5 années d'étude [ $1149.73/(105.09*2)$ ], seuil en dessous duquel se situe l'ensemble des pays de ce groupe. Ainsi, même si ces pays sont en très grandes difficultés, une augmentation du stock d'éducation pourrait y être bénéfique. La capacité de ces pays à investir en éducation reste bien entendu l'interrogation la plus tenace.

Afin de préciser ces observations, nous avons ensuite construit des estimations reprenant cette forme de relation, mais en y introduisant le taux d'investissement en capital physique (fichier PWT) et en utilisant des techniques économétriques applicables aux panels<sup>5</sup>. L'introduction du taux d'investissement permet de retrouver une fonction de production macro-économique plus classique et d'identifier les rendements de chaque facteur, y compris ceux du capital physique.

---

<sup>5</sup> Rappelons que l'estimateur « inter » est une régression simple sur les moyennes individuelles, il révèle donc l'importance des écarts permanents entre individus et met en évidence les effets individuels. L'estimateur « intra » à effets fixes consiste à appliquer les MCO aux données de chaque pays auxquelles on a retiré les moyennes individuelles, afin de ne conserver qu'un effet temporel des variables. Le modèle à effets aléatoires considère que les termes d'erreur sont aléatoirement distribués. Un test d'Hausman permet de choisir entre ces deux dernières spécifications.

Relation PIB par tête-investissement et éducation (panel)

Total	MCO	Inter	Intra EF	Intra EA
Constante	244.18 (2.29)	344.88 (0.58)		<b>1997.43</b> <b>(7.10)</b>
Investissement	47.92 (8.71)	47.69 (1.45)	17.69 (5.64)	<b>21.82</b> <b>(7.10)</b>
Education	107.61 (2.18)	142.04 (0.54)	-266.58 (-3.83)	<b>-75.97</b> <b>(-1.21)</b>
Education au carré	88.65 (20.52)	84.39 (3.59)	83.60 (17.61)	<b>74.92</b> <b>(16.84)</b>
R <sup>2</sup>	0.752	0.656	0.976	<b>0.972</b>

Test d'Hausman : valeur du  $\chi^2$  calculé : H=54.69.

L'introduction de l'investissement dans la relation ne change pas fondamentalement les résultats trouvés auparavant, son coefficient est positif et significatif dans la plupart des cas et les estimations des coefficients concernant l'éducation sont très proches des premiers résultats.

Les estimations tenant compte des écarts permanents entre pays (estimateur *inter*) rendent l'effet du terme simple de l'éducation non-significatif. On peut supposer que cette réduction est due à l'équilibrage entre les effets positifs existant dans certains groupes de pays et les effets négatifs existant dans les autres. Pourtant le coefficient pondérant le terme au carré change peu et reste significatif. Il s'agit certainement de la conséquence du poids relatif des pays du groupe 3 (pays développés).

Lorsque les écarts permanents des pays sont soustraits (estimateur *intra*), le coefficient de détermination passe à 93 %, et les rendements de l'éducation apparaissent fortement croissants. De plus, le seuil à partir duquel l'éducation a un effet marginal positif est de 0.5 [75.97/(2\*74.92)] années d'études, ce qui représente une moyenne très faible. L'impact fort de l'éducation sur la richesse des pays semble être confirmé. Lorsque les effets d'*environnement* de chaque pays sont neutralisés, l'impact de l'éducation est indiscutablement positif, et l'effet marginal de cet indicateur augmente avec l'accroissement du stock d'éducation.

### 3.2. Caractéristiques des groupes

La première vague de résultats montre des disparités entre les groupes de pays, c'est pourquoi nous avons estimé la même relation pour des données de panel, et par groupe. Faute de degré de liberté suffisant dans le cas de l'estimateur *inter*, nous centrerons notre analyse sur les estimations faites à l'aide des MCO et de l'estimateur *intra*.

Relation PIB par tête-investissement et éducation, pour le groupe1 (panel)

groupe1	MCO	Inter	Intra EF	Intra EA
Constante	374.03 (1.41)	-4.10 (0.24)		784.97 (1.63)
Investissement	36.29 (3.00)	126.17 (1.49)	<b>20.053</b> <b>(3.55)</b>	21.32 (3.81)
Education	325.84 (1.70)	-100.95 (-0.08)	<b>693.24</b> <b>(3.71)</b>	751.27 (4.31)
Education au carré	59.25 (2.29)	122.90 (0.68)	<b>-2.43</b> <b>(-0.13)</b>	-6.25 (-0.34)
R <sup>2</sup>	0.310	0.266	<b>0.953</b>	0.928

Test d'Hausman : valeur du  $\chi^2$  calculé : H=4.49.

Les estimations menées à l'aide des MCO indiquent une relation de forme exponentielle entre le PIB par tête et l'éducation, pour le premier groupe de pays, puisque les deux coefficients d'éducation sont positifs et que le terme au carré est significatif au seuil de 5 %. Cependant la variance expliquée reste relativement faible. Ces résultats renforcent les premiers résultats obtenus sur ce groupe, sans prise en compte des investissements en capital. Rappelons que ce groupe est assez hétérogène, en termes de systèmes éducatifs nationaux.

La même relation mesurée à l'aide de l'estimateur intra a une forme linéaire, le terme au carré n'étant plus significatif. Ainsi les écarts relatifs entre pays à l'intérieur de ce groupe étant maîtrisés, l'éducation ne serait plus aussi efficace, ses rendements sont constants. Nous supposons que ces pays bénéficient d'externalités positives qui conduisent à un impact général de l'éducation sur le système productif très important. Lorsque les *effets pays* sont contrôlés, cet impact diminue fortement. Le schéma de croissance de ces pays correspond au modèle de Lucas (1988) possédant des rendements individuels, par pays, de l'éducation constants et une externalité de capital humain, ou d'autres variables macro-économiques, importante.

Relation PIB par tête-investissement et éducation, pour le groupe2 (panel)

groupe 2	MCO	Inter	Intra EF	Intra EA
Constante	264.35 (3.17)	-9.80 (-0.03)		<b>406.97</b> <b>(2.14)</b>
Investissement	47.04 (11.09)	74.22 (3.21)	19.25 (6.46)	<b>14.86</b> <b>(5.23)</b>
Education	277.81 (4.23)	263.60 (0.96)	-281.54 (-1.71)	<b>103.53</b> <b>(0.76)</b>
Education au carré	7.93 (0.69)	-0.14 (-0.00)	262.96 (6.72)	<b>91.75</b> <b>(3.43)</b>
R <sup>2</sup>	0.680	0.783	0.942	<b>0.942</b>

Test d'Hausman : valeur du  $\chi^2$  calculé : H=49.16.

Nous avons souligné plus haut que le groupe 1 et le groupe 2 étaient assez proches, l'estimation par les MCO de la relation PIB par tête-éducation étant de forme linéaire, sur les deux groupes. Les résultats des estimations par des MCO, avec investissement, sur le groupe 2, confirment cette hypothèse, puisque la forme de cette relation reste linéaire (le terme de l'éducation au carré n'est pas significatif).

Pourtant, lorsque l'on s'intéresse aux résultats de l'estimation intra, cette forme devient exponentielle, et les rendements de l'éducation au sein de ces pays sont fortement croissants. Ainsi, à l'inverse des pays du groupe 1, ceux du groupe 2 bénéficieraient d'externalités négatives, qui affaibliraient le rôle très positif de l'éducation. On peut penser que le niveau d'éducation et de *développement*, en général, n'y sont pas assez élevés pour produire un environnement propice à la mise en valeur du capital humain. Ces pays ne seraient pas sortis de la *trappe de sous développement* (D'Autume, Michel, 1993) bien que l'effort d'éducation y soit grand. Cet effort peut conduire à dépasser le seuil de capital humain nécessaire à l'accession à un chemin de croissance équilibrée (Bouyad, 1994), si le système de production entier évolue dans ce sens.

Relation PIB par tête-investissement et éducation, pour le groupe3 (panel)

groupe 3	MCO	Inter	Intra EF	Intra EA
Constante	2991.21 (2.37)	4215.10 (0.62)		6223.34 (6.17)
Investissement	68.32 (4.67)	86.38 (0.98)	<b>8.52</b> <b>(0.90)</b>	11.23 (1.20)
Education	-517.37 (-1.62)	-1081.59 (-0.59)	<b>-678.12</b> <b>(-3.42)</b>	-654.96 (-3.33)
Education au carré	117.37 (6.05)	156.75 (1.40)	<b>107.93</b> <b>(9.19)</b>	107.55 (9.22)
R <sup>2</sup>	0.556	0.567	<b>0.949</b>	0.943

Test d'Hausman : valeur du  $\chi^2$  calculé : H=4.36.

Les estimations concernant le groupe 3 sont, quelle que soit la méthode, conformes aux estimations menées à l'aide des MCO sur la relation richesse par tête-éducation, sans investissement. L'éducation possède des rendements croissants, mais il est nécessaire d'avoir atteint un certain niveau moyen, 3.14 ( $678.12/(2*107.93)$ ) années d'études, pour qu'elle soit efficace. Ce groupe de pays correspond aux pays les plus développés. Nous retrouvons ici l'idée que plus le niveau moyen d'éducation est élevé plus il est nécessaire d'avoir un niveau individuel élevé pour obtenir une place productive dans la société. Ce phénomène combine deux effets : un effet de génération, lié à une description du marché du travail en termes de théorie du signal ou du filtre, et une hausse du rendement de l'éducation

dans des pays où l'éducation s'adapte aux structures de production, c'est-à-dire là où il existe une forte externalité de capital humain.

Relation PIB par tête-investissement et éducation, pour le groupe 4 (panel)

groupe 4	MCO	Inter	Intra EF	Intra EA
Constante	-812.04 (-5.16)	-1259.83 (-1.63)		<b>1120.73</b> <b>(4.19)</b>
Investissement	66.43 (9.03)	75.11 (2.10)	24.86 (5.74)	<b>26.44</b> <b>(6.17)</b>
Education	916.73 (8.00)	1173.90 (2.33)	-66.86 (-0.59)	<b>61.69</b> <b>(0.57)</b>
Education au carré	-85.42 (-4.74)	-123.32 (-1.44)	19.53 (1.29)	<b>7.46</b> <b>(0.51)</b>
R <sup>2</sup>	0.506	0.583	0.929	<b>0.929</b>

Test d'Hausman : valeur du  $\chi^2$  calculé : H=17.41.

Les pays du groupe 4 se trouvent dans une situation complètement opposée à celle du groupe 3. L'estimation par les MCO suggère des rendements de l'éducation décroissants. Au-dessus de 5.4 années d'études, l'éducation n'est plus efficace dans l'ensemble de ces pays. Lorsque les effets des écarts entre pays sont soustraits, les coefficients concernant l'éducation ne sont plus significatifs, le capital humain n'a plus d'effet sur la production. On peut penser que ces pays sont dans une situation telle, que les investissements en capital humain se font en pure perte tant au niveau individuel, qu'au niveau macro-économique. Ainsi, ces pays devraient investir de façon plus massive en éducation ou utiliser leur argent à des fins plus directement efficaces.

La division des pays du monde en quatre groupes nous a permis d'identifier quatre types de rôles de l'éducation dans la production. Le premier groupe correspondrait à une économie proche de celle décrite par Lucas (1988) ou Romer (1986) avec rendements de l'éducation constants et externalité de capital humain positive. Les estimations sur le deuxième groupe indiquent que l'éducation peut être très productive, mais que le système de production tout entier doit être adapté, sinon l'éducation peut perdre une partie de son efficacité. Les structures démographiques, sociales et technologiques doivent être en adéquation avec l'expansion de l'éducation.

Les résultats concernant le troisième groupe mettent en évidence la pertinence des théories du filtre et du signal pour analyser les économies développées, à niveau de capital humain élevé. Ils suggèrent également que dans ces pays les rendements de l'éducation peuvent difficilement être considérés comme décroissants et même constants.

A l'opposé, les résultats du quatrième groupe mettent l'accent sur la nécessité d'investir de façon massive en éducation dans les pays très pauvres, pour obtenir un effet positif du capital humain sur la production. Ce seul investissement éducatif n'étant certainement pas suffisant, et les fonds nécessaires non disponibles, la sortie du tunnel pour ces pays peut paraître lointaine, ils semblent tombés dans une *trappe de sous-développement*.

En harmonie avec les réflexions théoriques exposées, les niveaux de richesse par tête sont liés au stock de capital humain. L'utilisation des techniques économétriques de données de panel a permis de préciser et nuancer ces résultats. La nature des rendements de l'éducation a pu être estimée : ils sont globalement croissants. Contrairement à ce que, par exemple, Mankiw (1995), peut affirmer, l'éducation accumulée par l'ensemble des individus, aurait bien un effet d'autant plus important que son niveau est élevé. Le niveau général de *connaissances*, mesurée par le développement technologique, n'est pas le seul facteur d'accumulation de capital humain. Ainsi, les rendements de l'ensemble du capital, humain et physique, semblent être au moins constants, les rendements du capital « intangible » sociaux sont donc croissants.

Toutefois, ce résultat dépend fortement de la qualité des systèmes éducatifs et doit être nuancé. Il dépend également du niveau de développement, des conditions initiales, des pays concernés. Ces dernières semblent occuper une place essentielle dans la détermination des écarts de richesse entre nations.

Enfin, les estimations économétriques ne tiennent pas compte d'éventuels problèmes de simultanéité des effets des variables. Si l'investissement et l'éducation jouent bien sur le niveau de revenu, le niveau de revenu doit lui aussi influencer les modes d'accumulation du capital physique et humain.

## CONCLUSION

Que l'on considère les modèles de croissance endogène comme un aboutissement du modèle néoclassique traditionnel (Solow, 1956) ou comme antagoniste à celui-ci, l'introduction d'une explication du progrès technique par les facteurs de qualité de la main-d'oeuvre apparaît comme une avancée théorique essentielle. En raison de leurs fondements micro-économiques, ils comportent quelques limites, soit parce qu'ils ne tirent pas tous les enseignements des développements théoriques auxquels ils se réfèrent, soit parce que l'hypothèse d'agent représentatif pose problème.

Les modèles de croissance endogène ont, cependant, contribué à un certain nombre d'éclaircissements concernant les enjeux macro-économiques contemporains. Ces modèles

peuvent, en particulier, rendre compte de la non-convergence des rendements du capital physique et des différentiels élevés de revenus entre les nations, en insistant sur le rôle des conditions initiales et les phénomènes d'hystéresis. Ils relient ainsi la théorie néoclassique traditionnelle avec des courants économiques plus hétérodoxes tels la théorie de la régulation, qui s'intéresse, de façon plus marquée, à l'influence des conditions socio-historiques des nations sur leur système de développement économique.

Les modèles de croissance endogène renouvellent également la question de l'intervention publique dans la sphère économique. L'introduction d'externalités induisant une dissociation entre équilibre et optimum paretien, l'Etat peut être conduit à intervenir pour corriger les effets des décisions individuelles et replacer l'économie sur une trajectoire de croissance optimale.

Nous avons mis ici l'accent sur les modèles introduisant le capital humain, il n'est pas la seule cause d'externalités, le développement des infrastructures de communication et de réglementation des marchés ont également leur rôle dans l'étude de l'évolution du revenu. Les instances publiques peuvent avoir une action importante dans ces domaines. Dans cette perspective, la politique économique prend tout son sens.

Les résultats empiriques de ce travail conduisent à penser que, concernant la formation, les politiques entreprises dans ce domaine, la façon dont les systèmes éducatifs sont mis en place et gérer jouent largement sur les rendements de l'éducation et les trajectoires de croissance des pays, au même titre que les conditions initiales de développement économique des nations. Ainsi, les rendements de l'éducation sont fortement croissants dans les pays développés qui possède, de fait, des systèmes éducatifs relativement efficaces. Les résultats sur les pays intermédiaires tendent à montrer que la qualité du système éducatif va largement déterminer la forme des rendements. Enfin, le groupe des pays en voie de développement les plus en crise (groupe 4) affiche des rendements de l'éducation décroissants. Ce dernier résultat conduit à penser que le cumul de conditions initiales défavorables et de système éducatif non-performant entraîne ces pays vers le gouffre.

## ANNEXES

### Liste des pays, de leur numéro et de leur groupe

Numéro	Nom de pays	Groupe	Numéro	Nom de pays	Groupe	Numéro	Nom de pays	Groupe
2	Bostwana	1	131	Tonga	1	125	URSS	3
9	Djibouti	1	130	Pa.Nvelle G.	1	127	Australie	3
10	Egypte	1	93	Singapour	1	103	Tchécoslova.	3
13	Gambie	1	94	Sri--Lanka	1	105	Finlande	3
18	Kenya	1	95	Syrie	1	108	Grèce	3
25	Maurice	1	123	Turquie	1	110	Islande	3
26	Maroc	1	1	Algerie	2	111	Irlande	3
31	Seychelles	1	8	Congo	2	114	Malte	3
32	Siera Leon	1	14	Ghana	2	115	Pays-Bas	3
33	Soudan	1	17	Côte d'Ivoire	2	117	Pologne	3
34	Swaziland	1	20	Liberia	2	126	Yougoslavie	3
35	Tanzanie	1	23	Mali	2	129	Nvelle Zé.	3
37	Tunisie	1	24	Mauritanie	2	100	Belgique	3
38	Ouganda	1	27	Niger	2	101	Bulgarie	3
40	Zambie	1	28	Nigeria	2	104	Danemark	3
41	Zimbabwe	1	30	Sénégal	2	107	Allemagne	3
54	Panama	1	39	Zaïre	2	109	Hongrie	3
57	Tri. & Doba.	1	44	Costa Rica	2	116	Norvège	3
71	Barhain	1	60	Bolivie	2	3	Burkina	4
77	Indonésie	1	64	Equateur	2	4	Burundi	4
78	Iran	1	83	Rep. Corée	2	5	Cameroun	4
84	Kowait	1	68	Suriname	2	6	Rep. Ce. Af.	4
86	Malaisie	1	96	Thaïlande	2	11	Ethiopie	4
87	Népal	1	42	Barbades	3	12	Gabon	4
45	Dominique	1	43	Canada	3	15	Guinée	4
70	Venezuela	1	80	Israel	3	19	Lesotho	4
74	Chine	1	81	Japon	3	22	Malawi	4
76	Inde	1	69	Uruguay	3	29	Rwanda	4
85	Laos	1	58	USA	3	36	Togo	4
90	Philippines	1	59	Argentine	3	46	Rep. Dom.	4
88	Oman	1	99	Autriche	3	72	Banglades	4
89	Pakistan	1	102	Chypre	3	79	Iraq	4
51	Jamaïque	1	106	France	3	53	Nicaragua	4
52	Mexique	1	112	Italie	3	61	Brésil	4
62	Chili	1	113	Luxembourg	3	63	Colombie	4
75	Hong-Kong	1	118	Potugal	3	67	Pérou	4
82	Jordanie	1	119	Roumanie	3	73	Bouhtan	4
92	Arabie-Sao.	1	120	Espagne	3	48	Guatemala	4
98	Yemen	1	121	Suède	3	50	Honduras	4
91	Qatar	1	122	Suisse	3	66	Paraguay	4
97	Emi. Ara. U.	1	124	Roya.-Unis	3	128	Fiji	4

## BIBLIOGRAPHIE

- Amable B., Guellec D.** (1992) - Les Théories de la croissance endogène, *Revue d'Economie Politique*, 102 (3), mai-juin. pp. 313-377.
- Amable B.** (1992) - Effets d'apprentissage, compétitivité hors-prix et croissance cumulative, *Economie Appliquée*, tome XLV, n°3, pp. 5-31.
- Arrow K.** (1962) - The economic implications of learning by doing, *Review of Economic Studies*, 29 (2). pp.155-173.
- Arrow K.** (1973) - Higher education as a filter, *Journal of Public Economics*, n°2 (3), July, pp. 193-226.
- Artus P., Kaabi M.** (1993) - Dépenses publiques, progrès technique et croissance, *Revue Economique*, n°2, mars, pp. 287-318.
- Aschauer D. A.** (1989) - Is public expenditure productive ?, *Journal of Monetary Economics*, 23, pp. 177-200.
- D'Autume A.** (1993)- Capital humain et croissance, *Journées de l'AFSE*, Dijon, 27-28 mai.
- D'Autume A., Michel P.** (1993) - Hystérésis et piège de sous-développement dans un modèle de croissance endogène, *Revue Economique*, vol44, n°2, pp. 431-50.
- D'Autume A., Michel P.** (1994) - Education et croissance, *Revue d'Economie Politique*, 104 (4), juillet-aout, pp. 457-499.
- Azariadis C., Drazen A.** (1990) - Thresholds in economic development, *Quartely Journal of Economics*, 101, pp. 501-5026.
- Barro R. J.** (1991) - Economic growth in a cross section of countries, *Quartely Journal of Economics*, 106, May, pp. 407-43.
- Barro R. J., Lee J. W.** (1993) - International comparisons of educational attainment, *Journal of Monetary Economics*, dec., 32 (3), pp.363-94.
- Barro R. J., Lee J. W.** (1996) - International measures of schooling years and schooling quality, *The American Economic Review*, may, pp. 218-223.
- Barro R. J., Sala-I-Martin X.** (1992) - Convergence, *Journal of Political Economy*, vol 100, n°2, pp. 223-51.
- Barro R. J., Sala-I-Martin X.** (1995) - Economic growth, Mc Graw-Hill Inc., 539 p.
- Becker G. S.** (1964) - *Human capital*, Colombia University Press, New-York et Londres.
- Becker G. S., Murphy K., Tamura R.** (1990) - Human capital, fertility and economic growth, *Journal of Political Economy*, 98, pp. S12-S37.
- Bourdon j.** (1995) - Mobilité régionale du capital humain dans le cas français, *19ième Colloque annuel de l'Association Canadienne des Sciences Régionales*, 3-5 juin, Montréal, Québec.
- Bouyad A.** (1994) - Effet de seuil et croissance endogène : exemple des dépenses publiques d'éducation, *Journées de l'AFSE "Politique Economique"*, Aix en Provence, 19-20 mai.
- Caroli E.** (1994) - Croissance et formation : le rôle de la politique éducative, *Economie et Prévision*, 116, 49-62.
- Caroli E.** (1995) - *Formation, institutions et croissance économique*, Thèse de Doctorat, IEP, Paris.
- Carré J.J., Dubois P., Malinvaud E.** (1972) - *La croissance française, Un essai d'analyse économique causale de l'après-guerre*, Editions du Seuil.
- Denison E. F.** (1962) - The sources of economic growth in the US and the alternatives before US, *Committee for Economic Development*, Committee for Economic Development edition, New-York.
- Doeringer P., Piore M.** (1971) - *Internal labor markets and man power analysis* - M.E. SHARPE, Inc, New-York, 212 p.
- Garrison C. B., Lee F.-Y.** (1995) - The effect of macroeconomic variables on economic growth rates : a cross-country study, *Journal of Macroeconomics*, vol 17, n°2, pp. 307-17.

- Henin P. Y., Ralle P.** (1994) - Les nouvelles théories de la croissance, *Revue Economique*, hors série, pp. 75-100.
- Imbert M.** (1993) - *Bulletin des Statistiques du Travail* (Bureau International du Travail, Genève), 1, pp. XVI-XLI.
- Jarousse J.P., Mingat A.** (1986) - Réexamen du modèle de gains, *Revue Economique*, vol.37, n° 6, novembre, pp. 999-1031.
- Lee D. W., Lee T. H.** (1995) - Human capital and economic growth. Test based on the international evaluation of educational achievement, *Economics Letter*, 47, pp. 219-25.
- Lucas R. E.** (1988) - On the mechanics of economic development, *Journal of Monetary Economics*, 22, pp.3-42.
- Malinvaud E.** (1993) - *Education et développement économique* - Colloque de l'AFSE, Dijon, juin.
- Mankiw N. G.** (1995) - The growth of nations, *Brookings Papers on Economic Activity*, 1, pp. 275-326.
- Mincer J.** (1958) - Investissement in human capital and income distribution, *Journal of Political Economy*, Août, pp.281-300.
- Nehru V., Swanson E., Dubey A.** (1993) - A new database on human capital stock: sources, methodology, and results - *Policy Research Working Paper n°1124*, International Economics Department, World Bank, Washington D.C.
- PNUD (Programme des Nations Unies pour le Développement)** (1992) - *Rapport Mondial sur le Développement Humain*, Economica, Paris.
- Psacharopoulos G., Arriagada A. M.** (1986) - The educational composition of the labor force: an international comparison - *International Labor Review*, Vol 125, n° 5, pp.561-574.
- Psacharopoulos G., Arriagada A. M.** (1992) - The Educational Composition of the Labor Force: An International Update - *PHREE Background Paper Series n° PHREE/92/49*, Education and Employment Division, Population and Human Resources Department, The World Bank, Washington D. C.
- Rebelo S.** (1991) - Long run policy analysis and long run growth, *Journal of Political Economy*, vol 99, n°3, pp. 500-21.
- Romer P.M.** (1986) - Increasing returns and long run growth - *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-1037.
- Romer P.M.** (1990) - Endogenous technical change, *Journal of Political Economy*, 98, pp. S71-S102.
- Sheshinski E.** (1967) - *Optimal accumulation with learning by doing*, MIT Press.
- Smith A.** (1776) - *Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations*, les grands thèmes, édition 1976, Idées Gallimard, Paris.
- Solow R.** (1956) - A contribution to the theory of economic growth, *Quarterly Journal of Economics*, 70 (February), pp.65-94.
- Spence M.** (1981) - Signaling screening and information, in *Studies of Labor Market*, University of Chicago Press, Chicago.
- Summers R., Heston A.** (1991) - The Penn World Table (Mark 5): An Expanded Set of International Comparisons, 1950-1988, *Quarterly Journal of Economics*, vol CVI,n°2, pp. 327-368.
- Thurow L.** (1975) - *Generating inequality : mechanics of distribution in the US economy*, New-York, Basic Books.
- UNESCO** (1991) - *World Education Report*, Unesco, Paris, 149 pp.
- Usawa H.** (1965) - Optimum technical change in an aggregative model of economic growth, *International Economic Review*, 6 (January), pp. 18-31.
- Wagner J.** (1990) - Le test de fonctions de gains: résultats pour cinq Pays, *Economie et Prévision*, n° 92-93 1990 1/2, pp. 61-66.