



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté des sciences économiques, de gestion et commerciales

Département des sciences économiques

Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences Économiques
Option : Économie Appliquée et Ingénierie Financière

Systemes éducatifs et croissance économique

Application sur un panel de pays
(Algérie, Maroc, Tunisie)

Par :

- HAMZAOUI Besma
- KERTOUS Macila

Encadré par :

Mr. ABDRAHMANI Farés

Devant le jury composé de :

- Président : Pr. ACHOUCHE Mohamed
- Rapporteur : Mr. ABDRAHMANI Farés
- Examineur : Dr. OUKACI Kamel

Promotion 2013/1014



Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah tout puissant qui nous a donné le courage, la santé et la volonté pour réaliser ce travail.

On tient à remercier notre promoteur M. Abderrahmani Farés, qui nous a accordé l'assurance de suivre notre travail avec bienveillance, et qui nous a apporté conseils et orientations durant son élaboration.

Nous remercions aussi, tous les professeurs de l'Université de Bejaia, pour leurs apports inestimables durant notre formation.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury, pour avoir accepté d'être témoins et de juger le fruit de notre cursus.

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à tous ceux qui ont contribué à sa réalisation, et à toute personne qui compte pour moi.

Macifa

Dédicaces

C'est avec un immense plaisir que je dédis ce travail :

À mes chers parents dont je ne pourrais compenser les sacrifices qu'ils ont consentis pour mon éducation et mon bien-être. Que Dieu vous protège.

À Tous les membres de ma famille (sœurs, frères, mes belles sœurs et bien sûr pour mes nièces Alissia, Katia et Manisa. Mes chers neveux, amine et macil) et particulièrement à mon promoteur Abdarahmani Fares et à mon ami et binôme macila, à mes chères copines et à toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont motivé toute au long de mes études qu'elles trouvent dans ce mémoire l'expression de mes remerciements les plus sincères

À tous ceux que j'aime

Besma

Sommaire

Remerciement

Dédicaces

Liste des abréviations

Introduction général

Chapitre 1 : Le capital humain et la croissance économique.....03

Section 1 : Le capital humain et physique.....05

Section 2 : La croissance économique.....19

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et de capital humain.27

Section 1 : Les approches empiriques de la croissance économique et capital humain pour les pays sous-développés.....27

Section 2 : Les approches empiriques de la croissance économique et du capital humain pour Les Pays développés.....35

Chapitre 3 : Présentation de la méthodologie de l'étude.....44

Section 1 : Le test de racine unitaire en panel.....44

Section 2 : Test de cointégration en panel.....54

Chapitre 4 : Modélisation en panel de l'impact du capital humain sur la croissance économique.....60

Conclusion général.....89

La bibliographie

Les annexes

Liste des tableaux

Liste des figures

La table des matières

Introduction générale

Introduction générale

L'amélioration du niveau de vie de la population et la garantie du bien-être social, sont des objectifs ultimes des pouvoirs publics quelles que soit les politiques suivies, ces objectifs ne peuvent être atteints sans une croissance économique soutenue et durable, la croissance économique est synonyme de production de bien et services, de création d'emploi et de richesse. Elle assure lorsque bien exploitée, la prospérité économique sociale et humaine. Pour toutes ces raisons, la compréhension de la croissance, de ses mécanismes, de ses déterminants et de ses sources a toujours été un souci majeur des décideurs et des concepteurs des politiques économiques.

L'éducation exerce une influence positive sur la croissance économique. Cette idée aujourd'hui n'a assurément rien de très original et elle inspire depuis longtemps les économistes de l'éducation en véritable facteur de production (Schultz 1961, Denson 1962). Plus récemment, les théoriciens de la croissance font de l'accumulation du capital humain, l'un des axes essentiels de leurs modèles et traitent des différents aspects du rôle du capital humain dans la croissance (Lucas 1988, Romer 1990, Aghion et Howitt 1991).

La relation éducation-croissance s'est ainsi construite d'un point de vue théorique. Ces voies d'analyse développées de manières autonomes concluent toutes à l'impact positif de l'éducation sur le niveau ou le rythme de la croissance. En revanche, autrement au niveau des travaux empiriques nous mènent à caractériser le contenu de la relation éducation – croissance avec plus de prudence. Cette relation apparaît assez nettement sur les grands échantillons de pays. Par cette voie, le capital humain est donc redevenu un élément important des littératures sur la croissance économique.

Le capital humain joue un rôle clé dans le processus de croissance des économies. En effet pour produire, une économie utilise un nombre d'éléments qu'on appelle des facteurs de production. On distingue traditionnellement deux types de facteurs : d'une part, le capital physique qui regroupe les machines, équipement, la terre, l'énergie... etc. et puis d'autre part le facteur de travail.

Dès lors, il apparaît évident que l'accumulation du capital humain contribue au même titre que l'accumulation du capital physique à la croissance économique, dans un tel contexte il n'est pas surprenant de voir l'éducation et la formation occuper une place prépondérante dans l'élaboration des politiques économiques, d'où l'importance particulière accordée par les différents pays au développement de leurs systèmes éducatifs, ce qui permet l'accroissement des taux de scolarisation chaque année.

L'étude du rôle du capital humain dans la croissance économique dans les pays du Maghreb se révèle riche en enseignement. Le facteur particulier de production qui s'inscrit dans le cadre de ce que l'on pouvait appeler les réalisations humaines à effet direct sur la production et sa croissance, il s'agit de facteur (physique, intellectuelle, organisationnel, politique... etc.) Créé par l'homme en vue d'assurer le processus de la croissance économique. Ces facteurs interviennent directement sur l'évolution économique, que l'homme met en œuvre pour améliorer ces performances économiques et ces conditions de vie. Nous illustrons cet impact en analysant son rôle joué dans la croissance économique.

Une large majorité des tests empiriques réalisés à ce jour apportent des conclusions divergentes sans qu'aucune d'entre elles ne teste directement l'hypothèse de croissance

Introduction générale

endogène ; qui pour rappel, est le principal résultat du modèle comme le souligne Solow (1998), en évoquant, dans tous les modèles de croissance endogène portée à sa connaissance, le savoir produit de l'éducation est-il réellement le moteur principal de la croissance? La question demeure toujours sans réponse évidente.

L'objet de notre travail est d'apporter des éléments de réponse à la question suivante :

Quel est l'apport du système éducatif sur la croissance économique en Algérie, en Maroc et en Tunisie ?

L'objectif principal de ce modeste travail est de faire le point sur l'existence d'un éventuel impact du capital humain sur la croissance économique dans les trois pays du Maghreb (Algérie, Maroc et Tunisie). Nous avons suivi la méthode descriptive pour répondre aux soucis méthodologiques, en effectuant une recherche documentaire et bibliographique relative au thème. Nous avons ensuite récupéré des données que nous avons utilisées juste après pour confirmer ou non l'existence de cet impact entre le capital humain et la croissance économique.

Notre présent mémoire est scindé en quatre chapitres, le premier chapitre intitulé « le capital humain et la croissance économique » sera consacré à la présentation de la croissance économique et du capital humain à travers des définitions et un rappel des grandes théories.

Le deuxième chapitre constitue les approches empiriques de la croissance économique et le capital humain, ou nous intégrons les cas des pays développés et des pays en voie de développement.

Le troisième chapitre consacré pour une présentation de la méthodologie de l'étude.

Enfin, un quatrième chapitre consacré à une application économétrique pour déterminer l'effet et le lien du capital humain sur la croissance économique dans les pays du Maghreb.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

L'articulation entre le capital humain et la croissance économique propose de nombreux travaux théoriques et des tentatives de réponses plus ou moins convaincantes et plus ou moins innovantes.

Depuis Smith 1776, Marshall 1920, et Schimper 1950, les économistes reconnaissent que les compétences de la main d'œuvre d'un pays représentent un de ses atouts concurrentiels les plus importants. Si ces économistes ont l'intuition que la qualité du travail exerce une influence sur la croissance, la théorie économique n'en considère pas moins pendant longtemps le travail comme un simple facteur de production.

Les économistes aussi ont été intéressés par le rôle que l'éducation peut jouer dans la croissance économique, avec les théories du capital humain (Becker 1962 ; Schultz 1961)¹, puis celle de la croissance endogène (Lucas 1988, Romer 1990), dans laquelle la notion générale d'éducation laisse place à des concepts qui doivent se faire mesurer facilement, et auxquels il devient possible d'associer une valeur monétaire.

C'est le concept de capital humain (stock de connaissance appropriée par chaque individu), or nous verrons que ce concept pose d'innombrables problèmes de définitions et de commensurabilité, pour demeurer à la fin largement indéterminé. L'intérêt porté à l'éducation par les économistes s'insère dans le besoin général d'investir dans le capital humain. Ce dernier contribue à la croissance économique nationale par l'augmentation de la productivité du travail. L'éducation est également supposée contribuer à l'adaptabilité de la main-d'œuvre aux nouvelles technologies.

❖ Présentation des systèmes éducatifs (algérien, marocain et tunisien) : - Le système éducatif Algérien

Le système éducatif algérien est divisé en plusieurs niveaux : préparatoire, fondamental (primaire, et moyen), secondaire, professionnel et enfin l'enseignement supérieur. Il faut prendre également en compte la formation continue qui assurée par l'université de la formation continue.

La nouvelle loi de 2008 sur l'orientation sur l'éducation nationale a fixé les dispositions fondamentales régissant le système éducatif national, et venu compléter l'ordonnance N° 76-35 du 16 avril 1976 qui a été le cadre de référence de l'éducation et la formation en Algérie⁹. La loi N° 99-05 du 04 avril 1999, modifiée et complétée par la loi N° 08-06 du 23 février 2008 a eu pour objet de fixer les dispositions fondamentales applicables à l'enseignement supérieur et l'organisation des cycles de formation supérieure. Le décret exécutif N° 08-265 du 19 août 2008 est venu enrichir ces deux lois sur le régime des études en vue de l'obtention du diplôme de master et du diplôme de doctorat.

L'organisation et la gestion des niveaux primaire, moyen et secondaire sont assurées par le ministère de l'Éducation nationale, le niveau professionnel est confié au ministère de la Formation et de l'Enseignement professionnels et enfin la gestion de l'enseignement supérieur est confiée au ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique.

¹ G. S. Becker, *Human Capital, A Theoretical and Empirical Analysis*, Columbia University Press for the National Bureau of Economic Research, New York, 1964.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Les réformes de 2008 précisent que le système éducatif algérien pris en charge par le ministère de l'Éducation nationale comprend les niveaux d'enseignement suivants : l'éducation préparatoire, l'enseignement fondamental (regroupant l'enseignement primaire et l'enseignement moyen), l'enseignement secondaire général et technologique.

- Le système éducatif marocain

Le système d'éducation du Maroc comprend les enseignements préscolaire, primaire, secondaire et universitaire. Les efforts du gouvernement d'amélioration de la disponibilité des services d'éducation ont permis d'accroître l'accès à tous les niveaux d'enseignement. Le système éducatif du Maroc comprend un cycle primaire de six années, un cycle secondaire collégial de trois années, un cycle secondaire qualifiant de trois années et l'enseignement supérieur. Il est placé sous la tutelle du ministère de l'Éducation nationale, de l'enseignement supérieur, de la formation des cadres et de la recherche scientifique (MNE). Le ministère de l'Éducation nationale a décentralisé ses services au niveau de régions créées en 1999, quand les 72 provinces ont été réunies en 16 entités administratives régionales.

Ensuite, la responsabilité de la prestation des services d'éducation a été lentement transférée au niveau régional. Ce processus de décentralisation permettra de veiller à ce que les programmes d'éducation répondent aux besoins régionaux tout en assurant une gestion locale du budget. Chaque région dispose d'une Académie régionale d'éducation et de formation avec un directeur régional qui supervise les délégués provinciaux de la région. Les académies régionales sont également responsables de l'élaboration de 30 % du programme pour l'adapter aux besoins locaux. L'administration centrale du MNE continue de gérer les 70 % restants.

- Le système éducatif tunisien

Depuis l'indépendance, le système éducatif tunisien s'est nettement amélioré et affiche aujourd'hui des résultats positifs en regard des autres pays du Maghreb observables en fonction d'indications statistiques.

L'éducation en Tunisie a toujours été considérée comme un facteur de développement économique majeur. Même en période de difficultés économiques, la Tunisie a consacré environ 7 % du PIB par an à l'éducation, soit près de 25 % du budget général, ce qui la place en tête des pays du Maghreb.

À partir de 1989, le ministre de l'Éducation, Mohammed Charfi, lance une vaste réforme pour rénover le système éducatif. Ses objectifs sont les suivants : améliorer la qualité de l'enseignement, rechercher la meilleure adéquation possible entre la formation et l'emploi, ouvrir l'école sur la société et le monde moderne. Une loi promulguée en 1991 définit les principales mesures :

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Section1 : le capital humain et physique

La théorie du capital humain a été développée pour la première fois en 1961 par l'économiste américain Theodore Schultz et à partir de 1965 Gary Becker approfondit le concept, obtenant en 1992 le prix Nobel d'économie pour son développement de la théorie du capital humain, cette dernière fonctionne par analogie à celle du capital physique, on considère que le capital humain est formé de trois éléments qui ensemble, déterminent une certaine aptitude de l'individu à travailler :

- Les compétences
- Les expériences
- Les savoirs

De même que le capital physique, le capital humain peut s'acquérir (notamment par l'éducation) se préserver et se développer (par un entretien à travers des formations continues...), de même, il doit pouvoir produire un bénéfice (les revenus perçus lors de la mise à disposition des compétences).

Pour l'essentiel, le capital humain se développe au moyen de l'éducation ou de la formation, qui a pour effet d'accroître la productivité économique d'un individu, c'est-à-dire, qui lui permet de mieux gagner sa vie. Les gouvernements, les employés et les employeurs investissent tous dans le capital humain en consacrant du temps et de l'argent à l'éducation et à la formation (à l'accumulation de connaissances et de compétences). Comme tout autre investissement, cela suppose des sacrifices, et les individus y consentent s'ils s'attendent à ce que cela leur rapporte à l'avenir un surcroît de revenus.

Les gouvernements consacrent des deniers publics à l'éducation dans l'idée qu'une population mieux instruite contribuera à un développement plus rapide. Les employeurs prennent en charge la formation de leurs employés dans l'attente d'un surcroît de productivité qui leur permettra à la fois de rentrer dans leurs frais et de réaliser des bénéfices supplémentaires.

Enfin, les individus sont souvent prêts à consacrer du temps et de l'argent à l'éducation et à la formation parce que, dans la plupart des pays, ceux qui sont plus éduqués et qualifiés gagnent mieux leur vie. En effet, les employés instruits et qualifiés sont généralement mieux à même de produire plus, ou de fournir un produit qui a plus de valeur marchande, et les employeurs ont tendance à reconnaître cela en leur offrant des salaires plus élevés.

Cela dit, l'éducation n'a pas toujours le même niveau de rentabilité économique, et ses rendements peuvent être réduits dans certains cas :

- Si la qualité de l'enseignement est faible, ou si les connaissances et compétences acquises à l'école ne correspondent pas à la demande du marché. Dans ce cas, les investissements dans le capital humain n'ont pas été assez efficaces, ce qui se traduit par un niveau moindre de capital humain et des rendements moins élevés pour les individus et la société.
- Si la demande en capital humain est insuffisante, du fait d'une croissance économique lente. Dans ce cas, le capital humain représenté par la main-d'œuvre risque d'être sous-employé et sous-rémunéré.
- Si les travailleurs qui sont moins éduqués et qualifiés et ceux qui le sont plus sont délibérément payés de la même façon pour préserver une relative égalité de salaires comme c'était le cas dans les pays à économie planifiée. Ces distorsions sont éliminées à mesure que les pays en question passent à l'économie de marché.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

I : Le capital humain

1-1 : Définition

Selon la définition de l'OCDE, le capital humain est « l'ensemble des connaissances, qualifications, compétences et caractéristiques individuelles qui facilitent la création du bien-être personnel, social et économique »².

Apparu dans les années 60, le concept part du constat qu'un individu qui dépense du temps et de l'argent pour se former raisonne exactement comme le ferait un investisseur attentif au coût d'opportunité et au taux de rentabilité de son placement.

De ce fait, le capital humain est source de plus-value pour l'individu, de la même façon que le capital physique peut l'être pour une entreprise. Or, la théorie du capital humain a démontré, au travers de nombreux travaux de recherche, qu'au-delà des bénéfices individuels, le capital humain est également l'un des principaux facteurs de croissance pour les entreprises et les nations qui le développent.

Est un ensemble des dispositions durables dont l'acquisition et la possession rendent les personnes plus productives dans leurs diverses activités.

Le capital humain se définit aussi comme l'ensemble des capacités productives qu'un individu acquiert par accumulation de connaissances générale ou spécifique, de savoir-faire...Etc.

Il regroupe les capacités physiques et intellectuelles d'un individu ou d'un groupe d'individus qu'il met en œuvre dans la production et dans ses activités quotidiennes. Il peut être accumulé par la formation initiale, la formation permanente et l'expérience.

L'éducation importe pour la qualité de la vie indépendamment de ses effets sur les revenus ou sur la productivité de chacun.

En outre, les personnes ayant un niveau d'éducation élevé bénéficient généralement d'un meilleur état de santé, souffrent moins du chômage, nouent plus de relation sociale

Et sont plus engagées dans la vie civique et politique.³ Pour Becker, le capital humain représente « le stock de ressources productives incorporées aux individus eux-mêmes, constitué d'éléments aussi divers que le niveau d'éducation, de formation et d'expérience professionnelle, l'état de la santé ou la connaissance du système ».

Autrement dit, toute forme d'activité susceptible de contribuer à la croissance économique et au développement humain. Son ouvrage majeur, « human capital and theoretical and empirical analysis » publié en 1964 constitue les travaux précurseurs sur la théorie du capital humain.

² OECD Publishing, 2007

³ Voir le site web de mémoire en ligne- ouverture, capital humain et croissance économique. Consulté le 11-02-2014.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Le capital humain se rapporte aux connaissances, aux compétences, et aux caractéristiques propres à chaque personne et qui facilitent la création de différentes formes de bien-être (Keeley, 2008). Adam Smith a parlé du capital humain il ya plus de deux siècles, affirmant que l'activité économique est alimentée non pas par des travailleurs en tant que masse collective, mais par « des aptitudes utiles acquises par les habitants ou membres de la société », et que ces aptitudes, une fois atteintes forment « un capital fixe réalisé pour ainsi dire, dans chaque individu ».

Depuis la seconde moitié de 20^{ème} siècle, le capital humain joue un rôle de plus en plus important dans les discussions sur la relation entre le capital humain et la croissance économique.

1-2 : L'accumulation du capital humain

L'accumulation du capital humain est très importante dans la croissance à long terme, elle est facteur essentielle de production par l'emploi d'une main d'œuvre bien formé et en bonne santé. En effet, une population en bonne santé est une population qui peut déployer des efforts et travailler pour le développement économique et aussi l'amélioration des variables liées à l'éducation et à la connaissance permet d'augmenter la capacité de création.

L'homme acquiert en tout premier lieu des connaissances grâce à la formation générale c'est-à-dire éducation comme les entreprises, celui-ci procède à des investissements monétaires tels que l'achat d'éducation et de biens (livres, droit...) ou nom monétaire comme la perte de temps et, il attend que ceux-ci soient rentabilisés, cette rentabilité prendra la forme d'un salaire plus élevé lors de son entrée dans la vie active. En effet, l'individu cherche à optimiser ses dépenses d'éducation et à égaliser leur coût marginal avec leur productivité marginale.

Toutefois, ce salaire constitue une charge pour l'entreprise évaluée normalement en fonction du niveau d'étude de l'employé et nom de sa productivité, en effet, une part importante des connaissances nécessaires à son emploi est spécifique à chaque société telle que l'utilisation d'équipements particuliers.

La société peut également accroître son capital humain par le biais de la formation professionnelle continue celle-ci est devenue obligatoire pour les entreprises depuis 1971 et ces dernières doivent consacrer un pourcentage de leur masse salariale au financement de la formation de leurs salariés. Cette formation a pour but d'accroître ou de compléter les connaissances du personnel, mais surtout permet à l'entreprise de devenir plus compétitive du fait de la hausse de la productivité.

1-3 : l'intervention du capital humain dans l'économie

L'accumulation de connaissances se fait donc par l'éducation ainsi que la formation. Or tous les individus ne sont pas égaux devant la possibilité d'acquérir des connaissances. Ceci implique donc une plus grande vulnérabilité des individus face au chômage si ceux-ci détiennent un capital humain peu élevé. On assistera donc au développement du chômage structurel.

Cette aggravation de la situation de l'emploi se traduit par une augmentation du rythme d'accumulation du capital humain. En effet, un individu au chômage va avoir recours à diverses formations afin de pallier aux manquements précédents. On assistera donc à un arrêt de la progression du taux de chômage structurel ce qui permet de retrouver la situation initiale. Dans cette optique, le capital humain et le chômage connaissent des évolutions parallèles.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Lucas a permis de déterminer l'impact d'une augmentation de capital humain sur le chômage dans sa théorie de la croissance endogène. En effet, une hausse du chômage détruit une partie du capital humain, car celui-ci a la propriété de se dégrader lorsqu'il n'est pas utilisé. Une longue période de chômage fait diminuer l'efficacité et la productivité des travailleurs, celle-ci affaiblit donc le taux de croissance de l'économie.

1-4 : l'investissement dans capital humain

Sur le long terme, le stock de capital humain dépend de l'acquisition par les individus de connaissances, qualifications, compétences et autres caractéristiques, ainsi que de la manière dont ils parviennent à les conserver par la suite. Par conséquent, comme pour le capital physique, il faut considérer à la fois les taux d'investissement et de dépréciation.

Si ces derniers peuvent être difficiles à mesurer, il faudrait que tous ceux qui cherchent à contribuer au renforcement du capital humain puissent mieux comprendre les processus par lesquels les individus accumulent différents types de capital humain durant leur jeunesse et leur âge adulte.

L'investissement dans le capital humain intervient tout au long d'une vie dans des contextes très variés, en famille, à l'école et sur le lieu de travail. La mesure la plus facile de la valeur de l'investissement dans le capital humain peut porter sur les deux ressources contribuant au processus d'apprentissage : l'argent et le temps.

Le montant des dépenses consacrées à l'éducation et à la formation par les individus, les entreprises et les pouvoirs publics, ainsi que le temps passé par les participants à une formation peut représenter une approximation utile de la formation de capital humain.

En pratique, les notions d'investissement en temps et en ressources financières se recouvrent dans la mesure où la renonciation à un revenu pendant le temps de formation peut être considéré comme un élément important de coût de la formation lorsqu'elle se situe au-delà de la scolarité obligatoire.

Le temps et les dépenses constituent des mesures indirectes, puisqu'une somme donnée ou une heure de formation peuvent produire des types et des quantités très variables de capital humain.

Ce type de mesure ne tient pas non plus suffisamment compte des apprentissages acquis en dehors de programmes formels de formation, pour lesquels les ressources investies sont moins visibles. Néanmoins, ces mesures donnent une indication sur la manière dont chaque pays structure ses investissements en capital humain, en termes de type, de niveau et de durée.

Un pays peut par exemple disposer d'un stock relativement faible de capital humain mesuré par le nombre d'années de scolarité ou par le niveau de formation de sa population, mais investir cependant beaucoup dans chaque élève ou étudiant, ou bien connaître un degré relativement élevé de participation à des formations postsecondaires, notamment en liaison avec l'emploi.

1-5 : Les indicateurs de mesure du capital humain

Malgré son importance, la mesure du capital humain reste difficile à réaliser. Bien entendu, il existe des indicateurs physiques (tels que la durée moyenne de la scolarité pour la population en âge de travailler), mais leurs limites sont importantes : par exemple, ils ignorent les différences en matière de compétence entre les personnes de même niveau d'éducation ; ils ne tiennent pas compte de ce que les personnes apprennent en dehors de l'école, aussi bien en entreprise qu'au contact de flux d'information plus accessibles et plus vastes ; et ils négligent la quantité des ressources (en termes de temps et d'argent) qui alimentent ces processus d'apprentissage.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Les mesures directes des compétences des personnes, gérées au moyen de tests standardisés, fournissent également des indicateurs importants de la « qualité » des compétences acquises. Toutefois, ceux actuellement disponibles se limitent principalement aux élèves d'un certain âge (15 ans, dans le cas du programme international pour le suivi des acquis des élèves de l'OCDE).

Ces indicateurs physiques permettent de comparer les performances des pays dans le domaine de l'éducation sous plusieurs angles.

Néanmoins, ils ne disposent pas d'un cadre qui permettrait d'établir des relations entre les divers éléments qui déterminent l'accumulation de capital humain et d'évaluer leur contribution au moyen d'un critère commun.

De plus, il y a les dépenses publiques d'éducation, cet indicateur a été proposé par Barro (1991) pour refléter l'investissement en capital humain. Deux types du capital humain sont utilisés : l'approche par les flux et l'approche par les stocks, en effet, alors que les théories de la croissance endogène attribuaient les différentiels de croissance économique entre pays aux différences dans les taux d'accumulation du capital humain (variable flux, Nelson- Phelps, 1966) et plus récemment avec Benhabib et Spiegel (1994) mettent plutôt en avant le rôle du stock du capital humain- variable de stock.

En effet, les résultats de Nelson-Phelps (1966) confirmés par Benhabib et Spiegel (1994) attribuent la divergence des trajectoires de croissance aux différences de stock de capital humain entre pays. Pour Nelson et Phelps, le taux de croissance de la productivité et des innovations sont positivement corrélés avec le nombre d'individus qui ont suivi des études secondaires et supérieures. Ces résultats restent valides, car, dans les régressions plus récentes, Barro et Sala et Martin (1994) ont confirmé que le nombre d'étudiants dans l'enseignement secondaire et supérieur exerce un effet significatif sur le taux de croissance de productivité⁴.

Le capital humain donc à été longtemps mesuré par le nombre d'années d'étude, le nombre d'années de scolarisation constitue l'indicateur de référence le plus usité. Cet indicateur opérationnel du capital humain reprend en compte la complexité, la polyvalence et de l'hétérogénéité de l'apprentissage des hommes qui s'étalent durant toute sa vie. Le niveau d'instruction apparaît donc une mesure approximative du capital humain.

D'autres méthodes comme l'examen des écarts de revenus entre individus ayant des attributs intrinsèques sont retenues pour estimer la valeur marchande de ces attributs, et par conséquent la valeur entière du capital humain (OCDE 1998).

Concernant le premier indicateur (le niveau de scolarisation), l'OCDE évoque ce qui suit « les mesures du capital humain qui reposaient sur les années d'études achevées et sur les niveaux de scolarité, ainsi que sur l'avantage dont bénéficient ceux qui ont une instruction plus poussée et qui gagnent un meilleur salaire, sont loin d'être suffisante quand il s'agit de donner une définition générale des compétences humaines et d'autres attributs en se concernant étroitement sur le niveau d'instruction atteint et sur les qualifications connexes, on marginalise la question de l'amortissement de capital humain.

⁴P.Aghion et P. Howit, Théorie de la croissance endogène, Théorie économique, 1998, MIT, Dunod, Paris, 2000. P 66

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

1-6 : Quelques apports sur le capital humain

Les apports théoriques sur le capital humain se sont beaucoup développés depuis les travaux précurseurs de G.Becker. Dans ce cadre, nous nous limiterons à l'analyse de quelques approches théoriques sur le capital humain.

A) Les travaux précurseurs de Becker (1964) :

Dans la logique Beckerienne, l'accumulation du capital humain passe par l'étude d'un choix inter temporel effectué par les individus. En d'autres termes, l'individu détermine le montant de ses investissements qu'il doit effectuer dans le but de maximiser son gain futur ou son utilité inter temporelle.

L'éducation est ainsi appréhendée chez Becker comme un investissement auquel il convient d'associer une durée de vie, une capacité et un risque. Dans cette analyse théorique, Becker tire plusieurs enseignements. D'une part, il formalise les choix d'éducation comme des choix rationnels d'agents optimisateurs, qui comparent la durée de leur cycle de vie, la valeur présente des gains à attendre de l'éducation et les coûts engagés⁵. d'autres parts, l'analyse soulève implicitement la question des modalités de financement des investissements en capital humain et les déterminants du taux de rendement de cet investissement.

On pouvait affirmer dans cette logique que le capital humain est assimilable à du capital physique en matière de choix d'investissement. À la suite de Bialés, « la hiérarchie des salaires à long terme se traduira par le fait que les salariés les mieux valorisés seront logiquement ceux qui ont le plus investi en matière d'éducation et de formation »⁶. l'éducation joue donc une fonction de sélection sur le marché des facteurs de production.

Globalement, l'analyse Bekerienne du capital humain s'attache à une explication des différentielles de salaires entre individus, pour ce faire, une approche comparative des différents profils inter temporels est effectuée entre individus pourvus en capital humain selon nombre d'années d'études. Rappelons que c'est Becker qui a réellement fixé le cadre d'analyse conceptuel et théorique de l'approche du capital humain.

Pour Becker donc, il existe une corrélation entre le niveau d'éducation et la productivité d'une part et d'autre part entre l'accumulation du capital humain et la croissance économique. L'analyse Beckerienne recentre le débat sur les déterminants de la croissance. Selon Becker, il existe « une forte relation de cause à effet entre l'amélioration de l'éducation ou du capital humain et la croissance économique. Cette relation de cause à effet prévaut également entre la croissance économique et développement »⁷.

B) La théorie de signal : une approche concurrente du capital humain :

La théorie du signal développé par M. Spence en 1793 soulève la question suivante : comment les travailleurs les plus aptes peuvent-ils se démarquer des autres travailleurs sur le marché du travail ?

Cette théorie suppose que les compétences acquises et le stock de connaissance des individus sont source de différenciation sur le marché du travail. Ne disposant suffisamment d'information sur leurs employés futurs, les employeurs recherchent tous les signaux

⁵Boccanfus, Savard et Savy, 2009.

⁶OP cite, Bialés, 2008 .

⁷OP cite, Keely , 2007.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

possibles que les candidats à l'embauche peuvent émettre à savoir les diplômes, les compétences et qualifications. Ces signaux constituent des potentialités du candidat tout autant plus que sa productivité.

La théorie du signal(ou théorie du signalement) montre que le processus de l'offre et demande de travail nécessite une connaissance parfaite des candidats à l'embauche en ce qui concerne la productivité de ces derniers. Cette approche concurrente du capital humain dégage le caractère opaque du capital humain dans la mesure où les aptitudes et les compétences d'un individu ne sont pas visibles du premier abord.

La théorie du signal soulève donc la question de crédibilité d'où la nécessité de disposer d'une certaine quantité d'information sur la productivité du salaire. M. Spence(1973) montre donc que l'éducation n'a pas d'effet sur la productivité de l'agent. En appliquant cette théorie au rôle de l'enseignement supérieur, Spence prouve que l'éducation est un motif pour justifier la productivité des produits du cycle supérieur. Les théoriciens du signal considèrent que l'éducation est un moyen susceptible d'accroître la productivité des agents.

L'approche du signal postule donc ; que l'éducation n'ajoute en rien aux individus ; elle servirait juste à révéler les différences existant entre les agents. Elle remet donc en question l'intérêt de consacrer des ressources énormes pour l'éducation. La théorie du signal, concurrente à la logique du capital humain présume que le rôle du système éducatif est de servir de « signaux » aux entreprises. Pour les analystes du signal, l'éducation ne sert qu'à « signaler » les individus les plus performants à des employeurs incapables de se faire une idée sur la productivité des salariés préalablement à leur embauche (hypothèse d'information).

1-7 : Les approches empiriques du capital humain

Dans la littérature économique, deux voies distinctes ont été utilisées pour mesurer le rendement de l'éducation : une approche microéconomique et une approche macroéconomique.

A) Approche empirique microéconomique :

- **Le modèle de Mincer (1974) :**

Le modèle de Mincer (1974) est un modèle économétrique qui consiste à estimer le rendement d'une année d'étude supplémentaire. Dans l'approche Mincerienne du capital humain, l'éducation est considérée comme un investissement (auquel on associe bien sûr un coût) en vue d'augmenter son utilité future, le salaire perçu (bénéfice).

À Travers son ouvrage majeur (Schooling, Experience and Earning), J.Mincer fut l'un des pionniers dans l'estimation empirique d'une fonction de rendement salarial.

L'équation de Mincer ou l'équation de salaire à estimer est la suivante :

$$\log w_i = \alpha + \beta s_i + \delta exp_i + \gamma exp_i + u_i \dots \dots \dots (1.1)$$

Avec $\log w_i$: le logarithme du salaire de l'individu i .

δexp_i : Expérience sur le marché du travail.

Le salaire w_i est fonction de son niveau d'éducation s_i son expérience sur le marché du travail. Pour Mincer, cette expérience est déduite de l'écart type l'âge de l'individu est son

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

âge à la fin de ses études ; u_i est le terme d'erreur. En effet, un certain nombre d'hypothèses est retenu par Mincer, ce qui fera l'objet d'une explication dans la suite de notre étude.

Les paramètres β , δ , γ représentent respectivement les semi-élasticité du logarithme du salaire par rapport au niveau d'éducation, à l'expérience et l'expérience à la puissance deux.

$$\frac{\partial \log w_i}{\partial s_i} = \beta > 0 \dots \dots \dots (1.2)$$

La variable explicative δ_i , le niveau d'éducation sont corrélés positivement au niveau du salaire de l'individu, en d'autres termes, le niveau du salaire perçu par l'individu est donc une fonction croissante du niveau d'éducation. Cela voudrait dire que plus le niveau d'éducation est élevé plus le salaire perçu est important « en général, cette équation de salaire permet d'explicité environ 30% de la dispersion des salaires par la dispersion de l'éducation surtout et l'expérience... »⁸. Une rémunération élevée signifier un niveau d'éducation à priori élevé ce qui permet d'affirmer que le capital humain crée de l'efficacité donc une production plus importante.

Rappelons que l'équation de Mincer repose sur un certain nombre d'hypothèses :

- La linéarité des rendements de l'éducation

$$\frac{\partial \log w_i}{\partial s_i} = \beta \dots \dots \dots (1.3)$$

- Les rendements sont homogènes ($\beta_i = \beta \forall i$)
- Les variables explicatives sont exogènes

$E(u_i | Z_i)$ Ou Z_i est le vecteur des variables explicatives.

Notons toutefois que cette équation de Mincer peut sujette à des biais de sélection si les agents ayant des qualités valorisées sur le marché du travail sont ceux qui font des études de plus longue durée et perçoivent les salaires les plus élevés. En effet, l'accroissement consécutif à l'augmentation d'une année d'étude ne reflète guère l'augmentation de l'investissement éducatif, car il rémunère également les qualités spécifiques à l'individu.

Selon Mincer, l'individu opère un arbitrage entre se former ou entrer sur le marché du travail, ce qui lui permettra d'augmenter sa productivité et aussi espérer des flux de revenus futurs plus importants. L'approche Mincerienne est retenue par de nombreux experts en éducation pour estimer le taux de rendement de l'éducation, les rendements de l'éducation ont été estimés par méthode de Mincer dans grande région du monde.

⁸OP cite, Maguain, 2007.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Tableau 1 : taux de rendement privé de l'éducation en moyen par région du monde

Régions	Taux de rendement
Amérique latine	12.4%
Asie	9.6%
Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord	8.2%
OCDE	6.8%
Monde entier	10.1%

Source : Psacharopoulos (1994), estimation par la méthode de Mincer (Maguain)

Le tableau ci-dessus illustre les rendements moyens de l'éducation calculés dans différentes régions du monde. Au regard du tableau, nous remarquerons que le rendement est plus important dans les pays en développement soit 12.4% en Amérique Latine, la moyenne mondiale est a 10.1%. Ce qui est un peu en dessus du seuil de référence fixé par la banque mondiale.

Des études plus récentes réalisées par le même auteur montrent les tendances similaires. Dans cette nouvelle version, les taux de rendement sont estimés par région et par niveau d'éducation ce qui rend l'analyse plus subtile dans la comparaison entre régions.

Tableau 2 : rendement de l'éducation par niveau, moyennes régionales (en%)

Région	Sociale			Privé		
	primaire	secondaire	Supérieur	Primaire	Secondaire	Supérieur
Asie	16.2	11.1	11.0	20.0	15.8	18.2
Europe, Moyen-Orient, Afrique du Nord	15.6	9.7	9.9	13.8	13.6	18.8
Amérique latine	17.4	12.9	12.3	26.6	17	19.5
OCDE	8.5	9.4	8.5	13.4	11.3	11.6
Monde	18.9	13.1	10.8	26.6	17	19

Source : psacharopolous et Patrinos(2002), J.J. Poul (économie de l'éducation, 2007).

OCDE : Organisation de Coopération et Développement économique.

À travers le tableau, les taux de rendement sociaux sont supérieurs au taux privé, le bénéfice pour la société est l'accroissement la valeur de l'individu éduqué/ou formé, estimé par rapport au salaire perçu. Cependant, la comparaison des taux de rendement entre les pays

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

n'est pas substantielle dans le sens où les pays développés en occurrence les pays de l'OCDE disposent d'un stock de capital humain élevé et l'existence de rendement privé très important, aussi les investissements en éducation sont importants parce que les rendements privés sont supérieurs aux rendements sociaux.

B) Approche macroéconomique : les modèles de Lucas(1988) et Mankiw, Romer et Weil (MRW 1992) :

Suivant un ordre chronologique, nous aborderons le modèle de Lucas(1988) dans un premier temps et dans un second temps, celui de Mankiw, Romer et Weil (MRW, 1992) :

• L'approche du capital humain chez Lucas (1988)

L'article fondateur de Lucas « on the mechanics of développement »(1988) est considéré comme le repère des modèles de croissance endogène. Les théories de la croissance endogène mettent en évidence d'autres facteurs explicatifs de la croissance économique. Dans les théories de la croissance endogène, ces facteurs de croissance reposent sur un ensemble d'externalités qui pouvaient stimuler la croissance. Parmi ces facteurs est retenu le capital humain comme déterminant de la croissance économique notamment dans le modèle de Lucas(1988).

Pour Lucas « toute production additionnelle du capital humain individuel est donc à l'origine d'un effet externe globale »⁹, Lucas s'inspire de la théorie du capital humain pour affirmer l'idée selon laquelle, la croissance est essentiellement déterminée par l'accumulation du stock de connaissance, le capital humain de sorte que les écarts de croissance entre les pays sont expliqués par les différences auxquelles ces pays accumulent du capital humain, donc du niveau de formation et d'éducation. Dans ce sens, Lucas considère que l'éducation est au cœur de processus de croissance dans la mesure où les compétences et les aptitudes sont conçues selon une logique personnelle et sont incorporées aux individus en tant que capital humain.

Rappelons toutefois le modèle de Lucas(1988) décrit une approche macroéconomique du capital humain à l'instar des modèles de croissance endogène.

• Présentation du modèle d'après Aghion et Howitt :

Lucas met en lumière le rôle de l'accumulation du capital humain sur la croissance économique qui, selon lui est mieux adapté aux observations internationales. Il préconise un modèle fermé dans lequel la production est donnée par la combinaison de trois facteurs à savoir :

- le travail ;
- le capital physique ;
- le capital humain.

En raisonnant sur les variables par tête, nous obtenons l'équation ci-après :

$$y = K^\beta (uh^{1-\beta}) \dots \dots \dots (1.4)$$

Cette équation décrit comment le capital humain influence la production courante où **Y** désigne la production par tête, **K** le stock de capital, **h** le stock de capital humain de l'agent représentatif.

⁹OP cite, S.Michelle, 1999

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Les paramètres u et β représentent respectivement la fonction du temps consacrée par l'individu à la production et l'élasticité de la production par rapport au capital. Rappelons que ce modèle les rendements d'échelle est constant.

La seconde équation du modèle est :

$$h = \delta h(1 - u) \delta > 0 \dots \dots \dots (1.5)$$

δ représente la productivité du capital humain dans le processus de production.

L'équation (1.5) indique l'impact de $(1-u)$, temps consacré à l'éducation, sur l'accumulation du capital humain. L'accumulation de capital humain est une fonction croissante du temps consacré à l'éducation. Le taux de croissance du capital humain est donc :

$$h/h = \delta(1 - u) \dots \dots \dots (1.6)$$

On déduit du modèle : $g = \frac{h}{h}$

Donc, on aura : $g = \delta(1 - U^*)$ ou u^* l'allocation optimale du temps entre la production et l'éducation. Le modèle permet de valoriser le capital humain « l'enseignement principal de ce modèle est que l'accroissement du niveau de qualification de la population active est un déterminant essentiel de la croissance économique. L'accumulation de capital humain permet de soutenir la croissance à long terme en agissant directement sur la productivité de la main-d'œuvre, mais aussi au travers des externalités que cette amélioration engendre.

Dans cette approche théorique, la croissance des économies émergentes d'Asie s'expliquerait essentiellement par « les investissements en capital humain ». Les nouvelles théories de la croissance confèrent une place importante au capital humain. Dans l'approche de Lucas, le taux de croissance du capital humain est une fonction croissante du paramètre δ qui n'est rien d'autre que la productivité du capital humain dans le processus de production. Plus δ est grand, plus le taux de croissance de capital humain est important et plus le taux de croissance de l'économie est élevé.

D'après l'équation (3), le taux de croissance du capital humain est toujours positif : $\delta > 0$ et $(1 - u) > 0$ donc $\delta(1 - u) > 0$ le taux de croissance du capital humain est tout le temps positif, d'où l'explication des écarts de taux de croissance entre pays. En effet plus une économie consacre des investissements dans l'éducation et la formation, donc en capital humain, plus ce pays connaît un fort potentiel d'entretenir et de maintenir son taux de croissance constant est élevé.

Le stock de capital humain conditionne l'aptitude d'un pays à accroître son niveau de production, à innover et donc à rattraper ses voisins plus développés, les résultats du modèle rendent compte de la pertinence et de la nécessité d'investir dans le capital humain notamment dans les pays en développement où le niveau de connaissance et le savoir-faire est relativement moins important que ceux des pays développés, ce modèle permet de mieux appréhender le processus de croissance constitue un enrichissement de l'analyse de la croissance économique. Chez Lucas, l'accumulation du capital humain résulte des efforts des individus en éducation et formation.

- **Le modèle de Mankiw, Romer et Weil (MRW, 1992)**

Mankiw Romer et Weil reprennent pour l'essentiel le modèle de Solow dans lequel ils incorporent le capital humain. Le modèle prend en compte deux types de capital humain à savoir le capital humain et physique.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Présentation du modèle¹⁰

$$y(t) = k(t)^\alpha H(t)^\beta A(t)L(t)^{1-\alpha-\beta} \dots\dots\dots(1.7)$$

Avec : K le capital physique, H le capital humain, L le travail et A progrès technique

Dans ce modèle, un certain nombre d'hypothèses sont retenues à savoir :

- Le facteur travail augmente à un taux exogène n du fait de l'accroissement de la population et de l'augmentation de la productivité du travail ; autrement dit, taux de croissance démographique agit sur le taux de croissance de l'économie.
- Le progrès technique A supposé exogène et croît au taux g (taux de croissance de l'économie).
- Le modèle suppose également qu'une partie de production, S_i est investie dans chaque type de capital.
 - Les rendements d'échelles sont constants au niveau microéconomique ($\alpha + \beta = 1$) et croissant au niveau global.

On pose que

$$y = Y/Ih = H/L \text{ et } K = K/L \dots\dots\dots(1.8)$$

L'évolution du capital est déterminée par :

$$dk/dt = k = S_K Y_t - (n+g+\delta)K_t \dots\dots\dots(1.9)$$

$$dh/dt = h S_h y_t - (n+g+\delta)h_t \dots\dots\dots(1.10)$$

Où δ représente taux de dépréciation du capital ou aux d'amortissement du capital, le paramètre δ explique à la fois le capital humain et physique et on suppose que les deux types de capitaux se déprécient à taux constant et identique.

Les résultats du modèle :

À l'état stationnaire, nous obtenus $dk/dt = 0$ et $dh/dt = 0$

Rappelons que l'état stationnaire d'une économie correspond à un point où la production cesse de croître donc :

$$K^* = (S_K^{1-\beta} S_h^\beta / n+g+\delta)^{1/(1-\alpha-\beta)} \dots\dots\dots(1.11)$$

$$h^* = (S_K^\alpha S_h^{1-\alpha} / n+g+\delta)^{1/(1-\alpha-\beta)} \dots\dots\dots(1.12)$$

L'économie converge vers un état stationnaire défini par k^* et h^* en remplaçant les équations (1)(2) dans la fonction de production et en passant aux logarithmes nous obtenus l'équation suivante :

¹⁰Poillon G. (septembre 2006), éducation, investissement public et croissance en Europe : une étude en panel OFCE, Paris page 1-14.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

$$\log y^* = \log A(0) + g_t - \frac{\alpha + \beta}{1 - \alpha - \beta} \log(n + g + \delta) + \frac{\alpha}{1 - \alpha - \beta} \log S_K + \frac{\beta}{1 - \alpha - \beta} \log S_h \dots (1.13)$$

Cette équation montre que le revenu est fonction de la croissance de la population et du stock de capital humain et du capital physique.

À travers le modèle de MRW, on montre qu'en élargissant le concept de capital humain (intégration du capital humain dans le modèle de Solow), et en conservant l'idée d'un progrès technique exogène, il est possible de rendre compte différences internationales de revenus et des taux de croissance par tête.

On outre, l'équation de revenu met en exergue le fait que des économies ayant une épargne et une croissance démographique substantiellement différentes connaissent des niveaux de revenu à long terme distinct.

Globalement, les enseignements déduits des modèles de croissance endogène reposent sur quatre notions essentielles qui se résument dans :

- L'adaptation technologique et l'innovation sont deux moteurs incontournables de la croissance économique.

- L'innovation et l'adaptation technologique sont fonction des incitations des entreprises dans le but d'influencer les politiques et l'environnement économique.

- L'idée de Schumpeter selon laquelle toute nouvelle innovation pouvait accélérer l'imitation des technologies existantes et celle des biens d'équipement et des compétences associées à ces technologies.

Le stock de capital humain rend apte un pays donné à innover et/ou à rattraper les pays plus avancés. C'est dans ce sens que Nelson et Phelps précisent les rendements de l'éducation se mesurent avant tout par le progrès technique¹¹.

Cette analyse conduit ainsi à hisser davantage le niveau d'éducation afin de promouvoir les politiques de soutien à l'innovation.

II: capital physique

1 : Définition

Comprendons les biens de production, c'est-à-dire le capital fixe (biens d'équipement durables, bâtiment, logiciel) et le capital circulant (matière première, services intermédiaires, produit semi-fini...) qui sont engagés dans la production et qui sont un facteur de croissance.

On peut considérer que plus le stock de capital physique est élevé et plus le niveau de la population sera élevé ce qui garantit un certain bien-être. Le fait d'être propriétaire de son logement, par exemple, outre le statut social qu'il confère, diminue l'insécurité en matière de logement et offre un certain bien-être que les non propriétaires n'ont pas toujours.

L'investissement ou l'accumulation du capital physique est l'un des principaux facteurs déterminant le niveau de production réel par habitant.

L'investissement privé par une firme bénéficie aux autres firmes par effet d'imitation et d'apprentissage (effet d'externalité). Ainsi, l'effet de l'investissement est double sur l'économie : accroître directement la productivité de la firme et indirectement celle de toutes les autres firmes. De son côté, l'investissement public constitué par l'ensemble des infrastructures publiques (transports, télécommunications, éducation, sécurité...etc.) engendre aussi des externalités sur le développement du secteur privé.

¹¹OP cite, Altinok, 2006.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

C'est l'équipement dans lequel investit une entreprise pour la production de biens et de services. Romer (1986) a cependant renouvelé l'analyse en proposant un modèle qui repose sur les phénomènes d'externalités entre les firmes : en investissant dans de nouveaux équipements, une firme se donne les moyens d'accroître sa propre production, mais également celles des autres firmes concurrentes ou non. L'explication à ce phénomène réside dans le fait que l'investissement dans de nouvelles technologies est le point de départ à de nouveaux apprentissages par la pratique.

Parmi les formes d'apprentissage, on peut citer l'amélioration des équipements en place, les travaux d'ingénierie (agencement des techniques existantes), l'augmentation de la compétence des travailleurs or ce savoir ne peut être approprié par la firme qui le produit. il se diffuse inévitablement aux autres firmes. L'investissement a un double effet : il agit directement sur la croissance et indirectement sur le progrès technique.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Section 2 : la croissance économique

Les économistes distinguent depuis les travaux de R. Solow (prix Nobel 1987) l'analyse de la croissance, phénomène tendanciel de long terme, et l'analyse des fluctuations économiques, c'est-à-dire des variations conjoncturelles.

Les objets d'études et les méthodes propres à ces deux questions doivent être clairement distingués. Par exemple les ressources naturelles, les phénomènes démographiques ou l'influence du progrès technique sont des variables importantes dans les théories de la croissance, car elles exercent une influence de long terme, tandis que les politiques économiques conjoncturelles concernent davantage les débats sur les fluctuations économiques.

2-1 : Définition

Selon F. Perroux (1903-1987), la croissance économique correspond « à l'augmentation soutenue pendant une ou plusieurs périodes longues d'un indicateur de dimension, pour une nation, le produit global net en terme réel ». Donc, la croissance économique correspond à l'accroissement de la quantité de biens et services produits dans un pays, au cours d'une période donnée.

C'est un concept étroit et exclusivement quantitatif, ce qui le différencie du développement, phénomène plus qualitatif qui couvre aussi les transformations de l'environnement social nécessaire à la croissance.

Ainsi la croissance économique peut être définie comme l'évolution à moyen et long terme du produit total et surtout du produit par tête dans une économie donnée

Depuis la révolution industrielle, qui marque les débuts d'une croissance durable et soutenue dans les pays capitalistes, les théories de la croissance se sont profondément renouvelées afin d'expliquer un phénomène dont l'ampleur a dépassé les prévisions des économistes, elles ont progressivement montré le rôle décisif du progrès technique, puis se sont interrogées sur les facteurs déterminants les variations de ce dernier.

2-2 : Les analyses de la croissance

À travers l'histoire, plusieurs réflexions sont développées sur la croissance économique et elle a beaucoup intéressé les économistes, et dans cette partie on parlera des différentes réflexions et tendance sur la croissance économique

2-2-1 : La croissance dans les analyses classiques et néo-classiques

a. L'économie tend vers un état stationnaire selon Ricardo

Selon D. Ricardo (1772-1823), l'économie tend naturellement vers un état stationnaire, c'est-à-dire vers un niveau maximal de la production, au-delà duquel le taux de croissance est nul. L'analyse repose sur la loi du rendement décroissant : L'augmentation de la production, pour faire face à l'accroissement de la population, oblige à mettre en culture des terres moins fertiles, ce qui diminue les rendements de la terre. Cela génère une augmentation de la rente prélevée par les propriétaires fonciers, ainsi qu'une hausse des salaires qui entraîne une répartition des revenus défavorable aux profits, et progressivement la baisse du taux de profit se traduit par une diminution de l'investissement, financé par l'entrepreneur.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

À terme, la croissance économique doit tendre donc vers zéro, car les opportunités d'investissement deviennent de plus en plus avec la diminution de taux de profit.

D'autres auteurs classiques ont une vision similaire de la croissance à long terme, comme T. R Malthus (1766-1834), qui prédit également une diminution tendancielle de la croissance jusqu'à l'état stationnaire.

b. La possibilité d'une croissance indéfinie selon Adam Smith

Parmi les classiques. A. Smith(1723-1790). Fait à la fois figure de précurseur, et d'exception sur la question de la croissance économique. En effet, il ne sera pas suivi par les auteurs classiques sur ce thème, puisqu'il envisage la possibilité d'une croissance indéfinie. Dans son œuvre majeure, *recherche sur la nature et les causes de la richesse des nations* (1776) montre que la division du travail augmente les gains de productivité, et qui peut être source de croissance durable.

A. Smith évoque l'augmentation de la taille des marches rendue possible par la baisse des coûts de production : un cercle vertueux peut s'engager, dans la mesure où l'extension des marches incite les entreprises à investir et augmenter encore la division du travail pour y répondre. Contrairement aux autres classiques, A. Smith perçoit bien les gains apportés par le progrès technique, mais son analyse se limite au secteur manufacturier : rien ne s'oppose donc à une limitation de la croissance due aux rendements décroissants dans l'agriculture, comme le supposait D. Ricardo

c. Le modèle néo-classique de R. Solow

En 1956 R. Solow élabore un modèle de croissance qui fait figure de référence dans les études économétriques, car il permet l'intégration du progrès technique dans un cadre néo-classique. Il reprend donc l'idée des classiques pour construire son modèle. Ainsi Solow apporte une réponse aux prédictions pessimistes de Harrod. Il construit un modèle qui engendre un déplacement au cours du temps de l'équilibre économique, le niveau de l'activité devenant de plus en plus élevée. La succession d'équilibre qualifiée de sentier de la croissance est plus stable. C'est-à-dire que si, en un moment donné, pour une raison quelconque, l'économie s'en éloigne, elle y retournera par la suite. Pour parvenir à ce résultat, Solow lève l'hypothèse de rigidité de la technique de production, que Harrod retenait. Mais il fait en plus, en postulant qu'à chaque instant, les décisions ex-ante d'épargne et d'investissement coïncident.

Les principales hypothèses de son modèle sont les suivantes.

- Le produit national est donné par une fonction de production de Cobb Douglas à facteur substituable ;
- Les prix des biens et des facteurs sont flexibles ;
- Les rendements d'échelles sont constants ;
- La totalité de l'épargne est investie ;
- La productivité marginale du capital est décroissante, donc la production croît moins que le stock de capital ;
- Le progrès technique est exogène, c'est un résidu ;

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Sous ces hypothèses, R. Solow montre que la croissance présente deux caractéristiques :

- D'une part la croissance est stable et équilibrée, en raison des hypothèses de flexibilité des prix et de substituabilité des facteurs : les mécanismes du marché ajustent les prix aux quantités de facteurs disponibles.
- Si le progrès technique est nul, la population stable et le taux d'épargne constant, alors la croissance économique tend vers zéro. En effet, la production augmente moins vite que le stock de capital, or celui-ci se déprécie (amortissement) ; il faut donc consacrer une part toujours plus grande de l'investissement brut à amortir le capital, jusqu'à un seuil où la croissance est nulle, car la totalité de l'investissement sert à l'amortissement.

Le modèle de Solow est le point de départ de la plupart des analyses des sources de la croissance. Il est utile cependant de rappeler que c'est dans l'article de Ramsey en 1928 qu'elles sont apparues les premières idées de la théorie moderne de la croissance économique. Telles que les conditions d'optimalité, la théorie de consommation, celle de la fixation des prix et la théorie des cycles économiques.

2-2-2 : L'approche keynésienne

J.-M. Keynes (1883-1946) étudie principalement l'équilibre et le sous-emploi à court terme. Il faut attendre la fin des années 1940 pour que les hypothèses de Keynes soient reprises dans un cadre dynamique afin d'étudier la croissance grâce au travail de deux économistes keynésiens, R. Harrod (1900-1978) et E. Domar (1914-1997).

a. La croissance équilibrée est improbable

Le modèle proposé par R. Harrod (1900-1978) et E. Domar (1914-1997) repose sur l'hypothèse d'une rigidité du coefficient de capital : il faut augmenter de la même proportion le facteur travail et capital pour produire davantage, car ces deux facteurs sont complémentaires. Cela traduit l'hypothèse keynésienne d'absence d'ajustement par les prix. Pour produire davantage, une hausse de l'investissement est nécessaire, mais elle a deux effets indépendants :

- Un effet revenu sur la demande selon le principe du multiplicateur keynésien qui dépend de la propension à épargner (ou à consommer puisque les deux sont complémentaires) :
- Un effet de capacité, c'est-à-dire une augmentation de l'offre dans une proportion fixée par le coefficient de capital.

Rien ne garantit à l'avance que l'augmentation de la demande et l'augmentation de l'offre se compensent, car le taux d'épargne et le coefficient de capital sont des variables indépendantes. On a donc toutes les chances d'observer une croissance dont l'augmentation de la production n'est pas compatible à long terme avec l'équilibre macroéconomique (égalité de l'épargne et de l'investissement), et avec le plein emploi qu'on appelle croissance déséquilibrée. Par ailleurs, le plein emploi est aussi improbable, car il dépend d'une troisième variable indépendante, l'augmentation de la population active.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

b. L'instabilité de la croissance

D'après le modèle de Harrod-Domar, est par ailleurs instable, car les déséquilibres ont tendance à s'accroître. Par exemple, une croissance supérieure aux prévisions d'équilibre incite les entrepreneurs à investir davantage pour répondre à la demande en raison de l'effet multiplicateur, et donc le déséquilibre initial. Selon l'expression d'Harrod, la croissance est donc sur le fil du rasoir, car un léger déséquilibre a tendance à s'accroître irrémédiablement.

2-3 : Mesure de la croissance économique

Dans le débat public, la croissance économique est généralement assimilée au taux de variation du produit intérieur brut (PIB) exprimé en pourcentage calculé dans un système de comptabilité nationale. Dans un tel contexte, l'augmentation du revenu national ne peut venir que d'une augmentation des quantités de facteurs de production, mais pas nécessairement de manière proportionnelle (parce que les rendements ne sont pas toujours constants) ; l'augmentation du revenu par tête, quant à elle, n'est possible que si la productivité des facteurs est croissante, ce qui implique des rendements croissants.

• Les limites du PIB comme indicateur de mesure de la croissance

L'augmentation du PIB ne signifie pas nécessairement l'augmentation de la richesse de tous les habitants. Cela dépend de plusieurs facteurs.

- Si le PIB augmente moins vite que la population alors la richesse disponible par habitant, diminue, ce qui s'avère incompatible avec l'idée que la croissance augmenterait le bien-être de la population, c'est pourquoi les économistes choisissent souvent de retenir le PIB par habitant comme indicateur de croissance.
- Le PIB ne mesure pas définitivement la valeur ajoutée produite par les agents résidents, et ne tient pas en compte des transferts des ressources entre nations. Pour certains pays en développement, ces transferts représentent une part très sensible de la richesse nationale, et il est alors plus pertinent d'utiliser d'autres agrégats, comme le Revenu national brut (PNB).
- Le PIB est un agrégat qui fait l'objet d'une construction statistique reposant sur de nombreuses conventions, qui évaluent des ensembles hétérogènes par nature, des biens et services produits par une économie d'où le fait que des activités non évaluées ont parfois un poids important rend délicates les comparaisons internationales.
- Le PIB est un indicateur brut qui incorpore la consommation de capital fixe (CCF), c'est-à-dire l'amortissement économique nécessaire au remplacement du capital fixe. Un agrégat net serait toujours préférable pour mesurer la richesse d'une nation, mais la mesure de l'amortissement reste très complexe et approximative, ce qui explique l'utilisation d'un indicateur brut.

• L'évaluation statistique de la croissance

Le taux de croissance du PIB d'une année à l'autre doit être complété par une étude de l'évolution tendancielle. Soit le Taux de croissance annuel moyen (TCAM)

$$\text{TCAM sur } n \text{ années} = \frac{(I+G)^{1/n} - I}{I} \dots \dots \dots (1.14)$$

G: Le taux de croissance global

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

N,I : Les d'années

Le taux de variation du PIB d'une année à une autre donne l'augmentation nominale du PIB (ou en valeur). La croissance se mesure de préférence en terme réel (ou en Volume). Pour obtenir un taux de croissance en volume, il faut construire un indice synthétique des prix, qui intègre les prix d'un grand nombre de biens, puis corriger le PIB à partir de cet indice.

2-4 : Croissance et facteurs de production

2-4-1 : Le rôle du facteur travail

À long terme, la croissance économique s'accompagne d'une augmentation de la population active. Les différences de rythme d'augmentation de la population active ne sont pas d'ailleurs sans lien avec les différents rythmes de la croissance.

Cependant, l'augmentation de la population active n'est pas suffisante pour entraîner une hausse du volume de travail disponible dans l'économie, car il dépend aussi de la durée du travail effectuée par chaque actif, d'ailleurs la diminution de la durée annuelle du travail est très sensible depuis la fin du XIX siècle. Le passage aux 35H de travail, ainsi le développement du travail à temps partiel, qui a un impact très sensible sur la durée annuelle moyenne du travail par salarié à accentuer cette baisse.

La croissance ne s'explique pas donc à long terme par une hausse de la quantité de travail, mais par sa plus grande efficacité, cette efficacité qui vient de plusieurs facteurs, comme l'amélioration de l'organisation du travail, l'association avec un capital plus efficace, et la hausse du stock de capital humain accumulé par les travailleurs.

2-4-2 : Le rôle du capital

Intervient l'importance de l'investissement, qui est indispensable pour assurer une croissance durable, car l'investissement, non seulement il augmente le volume de facteur capital disponible pour la production, mais il permet aussi de moderniser le stock de capital existant (nouvelles machines, nouvelles mécaniques, etc.). Ainsi l'efficacité du capital des nouvelles générations est supérieure à celle des générations passées, grâce aux investissements qui incorporent davantage d'innovations.

De façon générale, le capital est considéré comme un facteur de production par les économistes, d'où on peut distinguer le capital fixe (ensemble de biens servant à transformer d'autres biens), et capital circulant qui comprend les biens intermédiaires transformés durant la production.

Mais dans un sens plus large, certains auteurs parlent de capital économique pour désigner un stock d'actifs générant des revenus et aussi le capital financier qui regroupe l'ensemble des actifs financiers possédés par un agent, au sens juridique, le capital social et enfin le capital humain.

Parmi les facteurs de croissance, les ressources naturelles. Les ressources naturelles, parce que dans notre temps, c'est un facteur qu'on ne peut pas négliger, car l'environnement est la préoccupation de tout le monde, généralement on tire notre matière première de la nature et ce n'est pas tout le temps que cette matière première est renouvelable comme les énergies fossiles par exemple, d'où les analyses des dangers que la croissance fait peser sur les ressources naturelles.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

À travers les années, plusieurs initiatives sont portées pour préserver l'environnement et notamment les ressources non renouvelables. Par exemple en 1972, le club de Rome publie le rapport Meadows « *Halte à la croissance* » qui recommande un objectif de croissance zéro pour limiter l'épuisement des ressources non renouvelables. Après la réflexion sur le développement durable, à la suite du sommet de Rio en 1992. Vise une limitation de la croissance en fonction de son impact sur l'environnement.

2-5 : La croissance endogène et la croissance exogène

Dans les théories de la croissance jusqu'aux années 70, la croissance du progrès technique est considérée comme un phénomène exogène, c'est-à-dire que son origine n'est pas analysée dans le cadre des différents modèles.

La théorie de la croissance endogène s'est développée. Elle prend comme point de départ que le progrès technique doit s'expliquer en tant que phénomène économique. Les connaissances sont des biens économiques, qui sont produits et consommés, mais dans des conditions particulières. Les modèles de la croissance endogène expliquent la croissance par des variables internes au modèle, et non par une variable exogène inexpliquée comme le progrès technique autonome. Ces théories ont apparus dans les années quatre-vingt, du fait de la remise en cause du modèle de Solow par P. Romer et R. Lucas (prix Nobel en 1995). Elles conservent généralement un cadre d'analyse microéconomique néo-classique, et les agents sont supposés avoir des anticipations rationnelles. Mais ces théories rejettent l'idée d'un épuisement naturel de la croissance, qui tendait vers l'état stationnaire.

La théorie néo-classique de la croissance identifie comme seule source de la croissance : l'accumulation de capital physique, ce qui ne veut pas dire qu'elle ignore les autres facteurs, mais qu'elle donne une importance bien particulière au capital physique et que les théoriciens néo-classiques n'intègrent pas explicitement les autres facteurs explicitement dans les modèles. Contrairement à la croissance exogène, les modèles de la croissance endogène sont caractérisés par une grande diversité des ressources retenues : investissement en capital physique, en capital public, en capital humain, apprentissage par la pratique ; division du travail ; recherche et innovation technologique. C'est à la croissance endogène que revient le mérite de leur formalisation pour la première fois, ce qui nous permet actuellement de mieux comprendre leurs effets.

2-5-1 le modèle de Romer (1986)

Le modèle de Romer 1986 dégage des externalités positives de l'investissement croissant, il en résulte que les politiques internes qui affectent le taux d'investissement influencent aussi la croissance à long terme. Dans le modèle de Lucas, les externalités proviennent du capital humain, c'est-à-dire l'investissement en capital humain permet une augmentation de la productivité. Ainsi les modèles de la croissance endogène génèrent un lien entre les politiques publiques et la croissance du long terme. Donc les politiques qui essaient toujours d'investir en capital humain soit dans le secteur public ou privé affectent la croissance à long terme.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

2-5-2 Le modèle A.K.

La formalisation du modèle AK est la suivante :

$$Y=AK$$

Y : Production

K : Le capital

A : Une constante qui reflète le niveau de la technologie

Permet d'obtenir une productivité marginale du capital non nulle a long terme, elle est constante est égale aA. Elle montre, également, le capital comme étant le seul facteur de production.

2-5-3 Le modèle de Lucas (1988)

Lucas met en avant l'accumulation de capital humain dans l'explication de la croissance endogène, car c'est un facteur dont l'efficacité est cumulative.

Le modèle de Lucas repose sur un certain nombre qui se présente comme suit :

- Lucas considère l'économie à deux secteurs, l'un consacré à la production de biens et l'autre à la formation du capital humain :
- Tous les agents sont identiques c'est-à-dire il n'y a pas d'hétérogénéité ni dans le choix d'éducation ni dans le rendement individuels de l'effort d'éducation.
- Le capital humain est produit à partir de lui-même c'est-à-dire l'individu s'éduque lui-même en utilisant pour cela son temps et ses compétences acquises.

Le modèle de Lucas repose sur une idée toute particulière qui suppose que tous les intrants de la fonction de production sont à rendement d'échelle constant et sont cumulables y compris le capital humain qui est susceptible de s'accroître au cours du temps selon les décisions prises par les agents qui consistent à investir dans leurs propres formations. D'où il est possible de retrouver un processus dans lequel la représentation élargie du capital comprendrait le capital physique et le capital humain qui est le processus croissance auto-entretenu de type AK

Le modèle de Lucas explique d'une manière claire les égalités internationales de revenu par tête. En effet, ce modèle rend compte du fait que l'accumulation de capital physique est plus dynamique au nord de la planète qu'au sud. De plus, en raison de l'externalité due au capital humain, un travailleur d'une même qualification sera mieux rémunéré et il sera beaucoup plus productif dans un pays développé que dans un pays dans le stock de capital est faible.

Chapitre 1 : le capital humain et la croissance économique

Conclusion

Les théories de la croissance endogène contribuent à un éclaircissement des mécanismes par lesquels le capital humain agit sur la croissance économique.

L'accumulation du capital humain permet d'accroître la productivité des travailleurs, en améliorant leur aptitude à utiliser les technologies disponibles. On peut également accélérer le rythme des innovations en affectant plus de capital humain dans le secteur de la recherche.

Le capital humain est une ressource essentielle dans une économie quel que soit son niveau de développement. Certaines économies où elles ont déjà atteint un niveau de développement élevé, cherchent à créer de nouvelles technologies productives en investissant dans la recherche et développement alors que d'autres se concentrent encore sur les imitations des technologies produites dans les économies plus avancées. La création de nouvelles technologies nécessite un niveau élevé de capital humain, mais l'économie doit également disposer de travailleurs ayant un certain niveau d'éducation pour imiter ou pour utiliser les technologies importées.

Dans les différentes approches théoriques que nous avons développées dans ce chapitre, nous concluons que le capital humain joue un rôle primordial dans la production, les approches microéconomiques et macroéconomiques intègrent l'éducation comme un facteur explicatif de la croissance à long terme.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et de capital humain :

L'interdépendance économique des pays dans le monde a entraîné les échanges et aussi la recherche de l'emprunt en vue de financer leurs besoins de financement croissants vu que certains pays n'avaient pas des ressources suffisantes. Cependant, cette source de financement pour les États et plus précisément pour les pays en développement n'est pas sans conséquence. À cet effet, on a assisté dans les années 80 à une crise d'endettement qui a vu le jour en Amérique latine, surtout lorsqu'en 1982 le Mexique n'arrivait pas à payer sa dette, cette situation qui par la suite a chahuté la balance de paiement de plusieurs pays entre autres celle des pays importateurs du pétrole.

Les enjeux de la crise ne sont pas négligeables, une situation qui a nécessité l'intervention de certaines institutions en vue de négocier la dette des pays touchés lorsque les pays en développement n'arrivaient pas à payer leurs dettes. Tout de même, les négociations ont pris plusieurs formes. Mais le faible taux de croissance qu'enregistrent ces pays n'a pas rendu les choses aisées. D'où certains facteurs explicatifs de la croissance endogène proposés par Lucas (1988), comme le rôle du capital humain et aussi la proposition qu'on trouve dans les travaux empiriques de Pritchett (1997).

Section : 1 Les approches empiriques de la croissance économique et capital humain pour les pays sous-développés

Dans l'analyse économique, la croissance économique désigne, selon François Perroux (1961), l'augmentation soutenue pendant une ou plusieurs périodes longues d'un indicateur de dimension, pour une nation le produit global net en terme réel. On limite généralement la notion de croissance à des critères uniquement quantitatifs. Toutefois on peut noter avec Perroux, cité par Nezeys (1990) que la croissance s'accompagne de changement dans les structures économiques et sociales. Elle peut donc ainsi contribuer à une amélioration du niveau de vie.

L'analyse de la croissance occupe une place importante déjà dans les questions que se posent les économistes classiques : Adam Smith, Thomas Malthus, David Ricardo, Karl Marx.

En effet, ces auteurs assistent à la révolution industrielle et s'intéressent de très près à ses conséquences. Ils cherchent à donner une interprétation scientifique des forces qui gouvernent le fonctionnement et le développement des activités économiques.

Adam Smith a mis l'accent sur le rôle des économies d'échelle, de la spécialisation et du commerce international. Il est aussi l'inventeur de l'approche historique dans l'analyse comparative de la croissance. Il a négligé le rôle du progrès technique dans la croissance en mettant l'accent surtout sur les économies d'échelle et sur la division du travail¹. Thomas Malthus avait un schéma de croissance basé sur deux facteurs : les ressources naturelles et le travail. Il est à noter que le rôle potentiel du progrès technique est totalement négligé. Le mécanisme principal qui conditionne la croissance correspondrait, selon Malthus, à la Pression imposée par la croissance démographique et par les besoins de subsistance de cette

¹ Cours de macroéconomie approfondie, 2013.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

population croissante. L'équilibre est alors atteint uniquement grâce aux différentes catastrophes : la famine, la peste. Malthus préconisait alors d'adopter les politiques actives en vue d'éviter ces catastrophes en favorisant l'abstinence sexuelle, les mariages tardifs.

David Ricardo a une analyse relativement moderne et riche du capitalisme. Il reconnaît clairement la puissance productive supplémentaire qui peut provenir des machines et les perspectives de croissance forte que ces dernières peuvent fournir aux secteurs non agricoles. Étant en partie influencé par Malthus, il considère que les gains de productivité ne peuvent apparaître que dans l'industrie, mais l'utilisation progressive des terres de moins en moins fertiles ne peut que tirer vers le haut les prix agricoles et donc les salaires de subsistance. Cela doit conduire à l'épuisement des profits et donc à l'arrêt de l'expansion économique.

Karl Marx est sans conteste, l'économiste classique qui a l'analyse la plus riche du capitalisme. Il a notamment rejeté le pessimisme de Malthus et de Ricardo en reconnaissant la puissance productive qui réside dans la production en usine, et le rôle de l'accumulation accélérée du capital fixe dans le progrès économique. Il a anticipé une expansion continue du commerce et la concentration de la production dans des unités de plus en plus grandes, source d'économie d'échelle. Il a néanmoins souligné la possibilité d'un ralentissement de la croissance par la difficulté de soutenir un problème technique continu. Il a quand même considéré que cette baisse tangentielle du taux de profit pourrait être contrebalancée par d'autres facteurs. Le progrès technique et l'accumulation du capital sont donc les deux sources de croissance chez Marx.

Contrairement à Marx, Schumpeter met l'accent sur le progrès technique plutôt que sur l'accumulation du capital. Il rejette totalement l'analyse de Malthus et de Ricardo concernant la contrainte imposée par la pression de la population. L'auteur distingue deux modes d'opération d'une économie capitaliste : le flux circulaire qui correspond à une situation où la technologie est statique et le développement économique par la technologie et l'organisation de la production change avec une dynamique soutenue par les innovations. On a alors une suite d'équilibres potentiels qui ne sont jamais atteints, car les innovations successives déplacent continûment l'économie. Le rôle de l'entrepreneur apparaît alors pleinement dans la recherche et la mise en œuvre des innovations comme sources de profit. Ces innovations correspondent à l'invention et à la réalisation de nouvelles combinaisons qui peuvent correspondre à :

- ✓ l'introduction de nouveaux biens ;
- ✓ l'introduction de nouvelles méthodes de production ;
- ✓ l'ouverture de nouveaux marchés ;
- ✓ la découverte et la conquête de nouvelles sources de matières premières ;
- ✓ une nouvelle organisation pour l'industrie.

Toutefois les vraies analyses n'ont commencé qu'avec les auteurs keynésiens qui utilisent des variables agrégées pour la formulation des théories. Le modèle Harrod-Domard est une référence aujourd'hui pour l'analyse économique. En élaborant leurs modèles à partir de variables telles que l'investissement, l'épargne et la population, ces deux auteurs à quelques variantes près arrivent à la conclusion que l'investissement est un déterminant principal de la croissance. En introduisant le phénomène du « fil du rasoir » (dû notamment à la rigidité des prix et salaires et aux problèmes de coordination des décisions d'épargne et d'investissement) dans leur analyse, ils estiment que le chemin de la croissance équilibrée est très étroit et y

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

rester procède du hasard, car aucun mécanisme économique ne permet de s'en approcher ou de s'y maintenir. Dans la tradition keynésienne donc, l'action d'une force extérieure au marché est ainsi légitimée, en l'occurrence l'État.

Ainsi les politiques économiques et sociales peuvent aider à la croissance. Le modèle néoclassique de la croissance équilibrée apportera une solution au problème du fil du rasoir.

Solow (1956) souligne que les post-keynésiens ont utilisé des hypothèses d'analyse de courte période pour l'étude de la longue période. Le modèle de croissance de Solow présente donc une croissance équilibrée qui assure le plein emploi puisque l'intensité capitaliste et la quantité du travail s'ajustent du fait de leur flexibilité en longue période. La croissance dépend donc de deux éléments principaux qui sont d'une part la quantité de travail (qui dépend du taux de croissance de la population) et d'autre part du progrès technique. La croissance est équilibrée, mais ses déterminants sont indépendants de la sphère économique.

Les nouvelles théories de la croissance au contraire considèrent que la croissance est un phénomène cumulatif et endogène. Elle ne serait donc pas un phénomène naturel.

Une première approche propose d'endogénéiser le progrès technique et de modéliser explicitement les nouvelles technologies (Khan et Villanueva, 1991). Robert Lucas quant à lui privilégie l'accumulation du capital humain dans une deuxième approche. Barro et Romer (1990) de leur côté suggèrent plutôt que les dépenses d'infrastructures publiques et l'accumulation du capital due à l'innovation et à la recherche-développement soient explicitement prises en compte pour expliquer la croissance.

Pour les théoriciens de la croissance endogène, ces différents éléments ci-dessus doivent être considérés comme des facteurs de la fonction de production du fait de leur contribution substantielle à la croissance économique. De plus l'hypothèse de productivité marginale décroissante sera abandonnée au profit de celle de productivité marginale constante, car la première hypothèse aurait tendance à neutraliser la croissance de longue période. Les théoriciens de la croissance endogène en dépassant les perspectives de l'investissement en capital et du progrès technique exogène éclairent mieux sur les enjeux de la politique économique dans le processus de croissance. Ainsi de plus en plus de travaux tendent à mettre l'accent sur la nécessité de la politique économique dans la réalisation de la croissance.

Fisher (1993) s'est intéressé aux effets de l'instabilité macroéconomique sur la croissance. En utilisant des données de panel, il a relié le taux de croissance du PIB à certaines variables macroéconomiques clés. Ainsi le taux d'inflation, le déficit budgétaire et les termes de l'échange sont reconnus comme ayant un impact significatif sur la croissance. Pour lui, l'instabilité macroéconomique favorise les mauvaises performances économiques.

Gura et Hadjicamel (1996), en étudiant les déterminants de la croissance dans 29 pays africains y compris ceux de la zone franche, sont arrivés à la conclusion que l'investissement privé explique fortement la croissance économique. Une bonne politique devrait permettre d'accroître leur volume et leur efficacité. Ils mettent l'accent sur le déficit budgétaire soutenable, le maintien de la compétitivité extérieure et la mise en place des réformes favorisant le développement du capital humain.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Dans le même ordre d'idée, Odjo et Oshikoya (1998), ont montré que l'investissement, le taux de croissance de la population, les exportations, le taux d'inflation, le taux de change, la dette extérieure constituent les principaux déterminants de la croissance. Leur travail a consisté à estimer économétriquement toutes les variables susceptibles d'influer le PIB par tête de 17 pays africains répartis dans les trois groupes de pays que sont: les pays exportateurs de pétrole, les pays à revenu intermédiaire et les pays à faible revenu. À travers une série de régressions, ils ont montré l'impact de chaque facteur sur le taux de croissance du PIB par tête. Pour eux, les pays exportateurs de pétrole sont relativement plus sensibles aux investissements que les autres groupes.

La faible sensibilité des pays à faible revenu à l'investissement semble s'expliquer par le manque de facteurs complémentaires (capital humain) pour assurer son efficacité. En revanche, la croissance de la population ne semble pas constituer un obstacle pour les pays à faible revenu, même s'il ne leur est pas recommandé de négliger les politiques de population.

De façon analogue, Dollar et Kraay (2001) se sont intéressés aux taux de croissance de 180 pays sur les vingt dernières années. Il ressort de l'étude que la taille du marché intérieur mesurée par le logarithme de la population, l'accès aux marchés étrangers, le droit de propriété et les règles juridiques affectent la volonté d'investir et d'innover et donc la croissance. La mise en place d'un cadre institutionnel adéquat stimulant l'initiative individuelle et la proximité avec un grand voisin par exemple (aidant à accroître les échanges extérieurs du pays) est très bénéfique à l'activité économique.

Toujours dans l'intérêt de souligner l'importance de l'enjeu des politiques économiques dans le processus de la croissance, Claude Sinzogan (2001) a fait une étude pour évaluer les déterminants de la croissance économique au Bénin. Il s'est intéressé non seulement aux effets des variables économiques (degré d'ouverture, l'espérance de vie à la naissance ...) sur les facteurs de production, mais aussi à leur contribution aux performances de la croissance économique et ceci à partir de l'estimation d'un modèle de la croissance ayant pour base la fonction de production de Cobb-Douglas.

Ce modèle a permis de mettre en relation le PIB (variable endogène) et les variables exogènes comme le degré d'ouverture, l'espérance de vie à la naissance. De tout ce qui précède, nous retenons que dans la plupart des cas, l'ouverture commerciale est toujours représentée par une variable dans les modèles de croissance. Elle constituerait un déterminant majeur de la croissance économique. Son importance mérite d'être soulignée dans la mesure où l'ouverture commerciale joue un rôle important dans le contexte actuel de la croissance engendrée par l'intégration régionale et la mondialisation de l'économie. Mais il n'est pas exclusif. Il existe en effet une multitude de variables explicatives de la croissance économique liées aux politiques économiques et dont le choix dépend des objectifs poursuivis.

Il est couramment admis que le commerce constitue un déterminant important de la croissance économique à long terme. Les politiques économiques privilégiant la croissance des exportations et la libéralisation commerciale ont été au cœur des stratégies recommandées aux pays en développement. Les origines des fondements théoriques du lien positif entre ouvertures commerciales et la croissance sont doubles.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

D'une part, l'approche classique explique les gains tirés de la libéralisation commerciale par les avantages comparatifs, que ceux-ci soient sous la forme de dotations en ressources naturelles (modèle Hecksher-Ohlin) ou de différences technologiques (modèle Ricardien).

D'autre part, la littérature sur la croissance endogène suppose que l'ouverture commerciale affecte positivement le revenu par tête et la croissance au travers d'économie d'échelle et de la diffusion technologique entre les pays. Des travaux théoriques et empiriques ont tenté d'analyser les retombées de l'ouverture sur l'extérieur et de l'intégration à l'économie mondiale pour les pays.

Smith et Ricardo sont les premiers à définir les avantages que peuvent tirer les pays à libéraliser leurs échanges. S'opposant aux mercantilistes, Smith affirme que tous les pays peuvent gagner au commerce, car, pour lui, l'objectif du commerce ne réside pas dans le solde commercial, mais dans le fait de pouvoir se procurer des produits à bon marché que si l'on les produisait soi-même. C'est tout le fondement de la théorie de l'avantage absolu qui mène à la spécialisation internationale et à la mise en place d'une division internationale du travail. Pour Adam Smith, le commerce n'est pas nécessaire au développement, car la production est déterminée par le capital. Toutefois, le libre-échange, reconnaît-il, peut favoriser à un certain niveau de développement du pays par l'accumulation du capital.

Dans le même registre, Ricardo soutient que le commerce extérieur quelles que soit son extension ne saurait augmenter tout à coup les valeurs nationales. Il est avantageux pour les pays qui le pratiquent parce qu'il augmente le nombre et la variété des objets auxquels on peut employer son revenu, c'est-à-dire le niveau de bien-être ou de revenu réel. Krugman (1995) utilise la notion « d'effet de diversification » pour décrire cette situation. Cet effet de diversification bénéficie non seulement aux consommateurs, mais aussi aux producteurs qui auront un choix supplémentaire en biens de production.

Pour Johnson (1972), le développement des exportations est nécessaire dans la mesure où la croissance entraînée par le développement des investissements se heurte à plus ou moins long terme au déficit de la balance commerciale provoqué par l'accroissement des importations de biens intermédiaires et de biens de consommation. Les exportations peuvent ainsi contribuer au maintien de l'équilibre de la balance commerciale à long terme et à un taux de croissance élevé tout en rétablissant une demande solvable (Diaz, 1989)

Michaely (1977) a étudié la corrélation entre une variable de croissance des exportations et une variable de croissance des revenus. L'objectif de ce type d'étude était de montrer la supériorité en termes de croissance d'une politique de promotion des exportations par rapport à une politique de substitution des importations. Ainsi, à partir d'un échantillon de 41 pays en développement pour la période (1950-1973), Michaely (1977) trouve un coefficient de corrélation de Spearman de 0,38 significatif à 1% entre le taux de croissance de la part des exportations dans le produit national brut (PNB) et le taux de croissance du PNB par tête.

Enfin à partir de l'analyse de Michaely, Heller et Porter (1978) montrent que la corrélation correcte à tester concerne le taux de croissance des exportations et le taux de croissance de la composante non exportée de la production. Le coefficient de corrélation de Spearman obtenu est 0,57 pour les pays les plus riches et 0,09 pour les autres. Ce qui confirme les résultats de Michaely. Si les tests de corrélation permettent d'établir un lien entre deux variables, il ne donne aucune information quant à la nature de ce lien. Une façon

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

d'appréhender plus précisément ce lien réside dans l'estimation d'une équation intégrant d'autres variables.

L'étude de Feder (1982) constitue un exemple de ce type d'analyse avec des régressions linéaires multiples. Son objectif est d'estimer l'équation théorique reliant le taux de croissance du PIB au taux d'investissement, le taux de croissance de la population, le taux réel des exportations et le taux de croissance réel des exportations multiplié par la part des exportations dans le PIB.

Cette dernière variable a un intérêt particulier puisqu'elle permet de détecter la présence de gains apportés par le transfert de facteur de production d'un secteur à faible productivité à un secteur à forte productivité réelle (Feder 1982). L'étude porte sur un groupe de 50 pays en développement pour la période (1964-1973) et teste l'hypothèse que d'une part, les productivités marginales dans le secteur exportateur sont plus fortes et que d'autre part ce secteur exportateur génère des externalités positives. La régression donne effectivement des coefficients significatifs valant respectivement 0,75 et 0,13, ce qui confirme l'hypothèse d'un effet bénéfique de l'ouverture via la concurrence et la diffusion technologique sur la croissance.

D'autres tests ont également mis en évidence un impact des exportations sur la croissance. Cependant, lorsque l'on s'intéresse à la détermination du sens de causalité entre la croissance des exportations et la croissance du revenu, ce consensus en faveur d'une politique de promotion des exportations tend à disparaître. Jung et Marshall (1985) ont testé le sens de causalité entre ces deux variables à l'aide d'un test de Granger sur la base de séries temporelles pour un échantillon de 37 pays en développement. Ils montrent que la prédiction habituelle d'un effet significativement positif des exportations sur la croissance n'est empiriquement validée que dans quatre cas seulement.

À l'inverse, à partir d'un test de Sims, Chow (1987) met en évidence une forte relation causale bidirectionnelle entre la croissance des exportations et le développement industriel de huit (8) nouveaux pays industrialisés « ouverts » (parmi lesquels se trouvent la Corée du Sud, le Singapour, le Hong-Kong et la Taiwan) et conclut que les deux variables bénéficient mutuellement l'une de l'autre.

Dans cet ordre d'idée, Nurke (1961) dans son étude avança la thèse selon laquelle les exportations furent au 21^{es} siècle le moteur de la croissance des pays en développement de l'époque, thèse qu'il illustra par l'analyse de la croissance de sept (7) pays : l'Argentine, Uruguay, l'Afrique du Sud, la Nouvelle-Zélande, l'Australie, les États-Unis et le Canada.

Kindleberger (1961) a, lui aussi, souligné le rôle essentiel qu'ont joué les exportations dans le développement de l'économie britannique au 21^e siècle, dans celui de la Suède et du Danemark à la fin du même siècle et du Canada et les Pays-Bas au début du 20^{es} siècle.

Dans une étude au Chili, French-Davis (1990) note que ce pays a entièrement bénéficié des avantages du libre-échange décrits par les théories du commerce international après que celui-ci a fait l'option de l'ouverture sur l'extérieur à travers notamment une réforme de son secteur exportateur dans les années soixante-dix. La croissance y est maintenue depuis 1984, les niveaux de consommation se sont fortement accrus, les entreprises libérées de la contrainte protectionniste et étatique ont rationalisé et modernisé leurs équipements, accru la

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

productivité en réduisant les stocks, en informatisant la gestion. Des entrepreneurs plus dynamiques sont apparus et ont su profiter des opportunités du marché international tant à l'exportation qu'à l'importation.

En étudiant les facteurs internes de l'industrialisation de huit (8) pays asiatiques (dont les nouveaux pays industrialisés) et de sept (7) pays d'Amérique latine, Chenery (1988) identifia la demande intérieure, les exportations, la substitution d'importation et le changement technologique comme les moteurs de l'industrialisation selon les pays. Dans des pays comme la Corée, la Taïwan, Israël et la Yougoslavie, les exportations ont été à la base du processus d'industrialisation.

C'est dans ce même registre que Malek (2000), dans sa thèse de doctorat intitulé «libéralisation des échanges extérieurs, croissance, salaire et emploi en Tunisie» a analysé le rapport qui peut exister entre la libéralisation des échanges extérieurs et la croissance économique dans les pays en développement.

Dans cette thèse, il a repris le débat théorique se rapportant aux bienfaits des politiques de libéralisation mise en œuvre dans les pays en développement, débat qui a dépassé celui des classiques entre les tenants du livre échange et les défenseurs du protectionnisme. L'étude et la critique des différents modèles de croissance ayant traité la question de corrélation des exportations, comme indicateur d'ouverture à l'échange et la croissance économique lui a permis de spécifier les éléments à prendre en compte dans l'étude de cas tunisien. Ainsi, les résultats de ces tests économétriques ont montré que l'orientation commerciale vers l'extérieur a eu des effets positifs sur les performances macroéconomiques et que ces effets positifs ont été plus présents au cours de la période de postérieur à l'application du Programme d'ajustement structurel.

Félix Fofana N'Zué (2005), dans une étude qui a pour objectif d'analyser la relation de causalité au sens de Granger entre l'expansion des exportations et la croissance économique de la Côte d'Ivoire et de déterminer ses implications en matière de création d'emplois et qui s'est faite sur la base des tests de stationnarité, de cointégration et de causalité à la Granger, conclut que malgré l'absence de cointégration entre les exportations et la croissance économique, il existe une relation circulaire entre elles. En outre, il n'y a pas de cointégration entre le facteur travail, les exportations, les dépenses publiques et la croissance économique.

Toujours dans l'intérêt de souligner l'importance des exportations dans le processus de la croissance, Honoré Lezona (2005) a fait une étude pour analyser l'impact des exportations sur la croissance économique sur la période 1972-2002 au Congo. Cette étude prend en compte les principales réformes économiques et sectorielles entreprises au Congo Brazzaville. Il a ainsi été amené à mettre en relief les facteurs favorables de la croissance économique, par le biais des exportations, et notamment, à déceler les obstacles qui freinent cette croissance.

En ce qui concerne la méthode d'analyse utilisée, elle consiste à estimer un modèle de croissance qui fait recours à la fois, à la théorie du commerce international et à une fonction de production. Six variables (PIB par tête, formation brute du capital fixe, termes de l'échange, exportations pétrolières, exportations non pétrolières et instabilité politique) ont été utilisées dans ce modèle économétrique (modèle à correction d'erreur) qui prend en compte, aussi bien, les effets de court terme et de long terme.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Les résultats obtenus de l'estimation révèlent que les exportations pétrolières et les exportations non pétrolières ont une influence positive, mais non significative sur la croissance économique. Par contre, l'instabilité politique pèse négativement sur les performances économiques. Seynabou Diallo (2001) avait observé des résultats similaires en faisant une étude intitulée «Exportation et croissance économique au Sénégal: Une analyse empirique ».

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Section : 2 Les approches empiriques de la croissance économique et capital humain pour Les Pays développés :

Dans les débuts des années 90, les études empiriques sur la compatibilité de la croissance ont repris de la dimension, des travaux qui tendent à confirmer le rôle positif de l'éducation dans la croissance économique.

Pour évaluer la contribution de l'éducation à la croissance économique, deux grandes approches se déclinent. La première approche donne à l'éducation une place identique au capital physique dans la production : le stock de capital accumulé détermine les possibilités de production à une date donnée. En conséquence, le taux de croissance de l'économie est affecté par le taux de croissance du niveau scolaire (Benhabib et Spiegel, 1994 ; Pritchett, 2001). La seconde approche propose que les activités de recherche-développement (R et D), en accumulant un stock immatériel d'idées et de connaissances, permettent d'augmenter l'efficacité avec laquelle il est possible de produire des richesses à partir de capital et de travail (Romer, 1990). En élevant le niveau d'éducation, donc le nombre de travailleurs très qualifiés qui peuvent participer à cette accumulation de savoirs, le rythme des découvertes est augmenté ; ceci renforçant les possibilités de croissance des économies.

Mankiw et Al. (1992) examinent si le modèle de la croissance de Solow (1956) est consistant avec la variation internationale dans les niveaux de vie. Ils proposent un modèle de Solow augmenté et fournissent une description des données sur les pays. 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 examinent aussi les implications du modèle de Solow (1956) pour la convergence des niveaux de vie selon lesquelles les pays pauvres tendent à croître plus vite que les pays riches et montrent que les pays qui ont des technologies ont une croissance démographique et des taux d'accumulation du capital similaire 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.

Les économistes du travail établissent souvent une distinction entre le capital humain accumulé au cours de trois phases distinctes de la vie: le capital humain de départ, principalement acquis à la maison, le capital humain acquis par l'éducation formelle, et le capital humain accumulé par la formation sur le terrain. La plupart des travaux des chercheurs empiriques se sont concentrés sur les conséquences sur le marché du travail du capital humain acquis par l'éducation formelle, essentiellement parce que c'est là la composante du capital humain la plus facile à mesurer.

La plupart des travaux de l'impact de l'accumulation du capital humain portent sur la relation entre l'éducation et les salaires. Cela s'explique par le fait que l'augmentation des salaires qui en résulte est la conséquence économique la plus importante de niveaux supérieurs d'éducation formelle. Les salaires sont souvent considérés comme reflétant la productivité marginale du travail, ce qui suppose que la relation entre éducation formelle et salaires peut être utilisée pour analyser les effets de l'éducation formelle sur la productivité.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Les travaux empiriques relatifs à l'incidence de la scolarité formelle sur les salaires estiment le pourcentage d'augmentation des salaires lié à un supplément d'éducation. La principale difficulté rencontrée pour estimer cette incidence de façon correcte est que les individus ayant un niveau d'éducation élevé et ceux ayant un niveau faible sont différents à de nombreux égards, et pas seulement du point de vue de la durée de leur scolarité. Des méthodes standardisées, à savoir l'estimation par les moindres carrés, peuvent alors être utilisées pour cerner le pourcentage d'augmentation des salaires lié à un supplément d'éducation formelle, en gardant constantes les autres caractéristiques observables comme le milieu familial. Mais certaines caractéristiques des individus sont difficiles à observer. Par exemple, on dispose souvent de peu d'informations sur l'aptitude des individus. Il en résulte des difficultés, dans la mesure où, dans certains contextes, il semble probable que l'aptitude soit en corrélation positive à la fois avec l'éducation et les salaires.

Les pays développés connaissent un succès considérable dans le maintien de la relation croissance économique et éducation. Les modèles d'accumulation appliqués dans les pays en développement montrent sous diverses approches la corrélation éducation et croissance économique. Globalement, les modèles laissent apparaître que l'éducation est une position déterminante et centrale dans la détermination du taux de croissance. Le stock de capital humain affecte la croissance économique en facilitant l'innovation et les adaptations technologiques, de sorte que les écarts de niveau de capital humain causent des différences dans la croissance de la production dans les différents pays.

Les travaux de Creel et Pilon ont examiné l'impact de capital humain (mesuré par les dépenses ordinaires d'éducation) et l'investissement public en s'appuyant sur le modèle de Solow augmenté. Le capital humain et l'investissement public se révèlent avoir un rôle essentiel dans la croissance économique en Europe.

2-1 : Régressions salariales et "rendement" de la scolarité selon Mincer

Selon Mincer (1974), l'équation utilisée pour estimer l'effet de la scolarité individuelle sur le salaire individuel était

$$\ln W_i = \alpha + \theta S_i + \beta e_i + \mu e_i^2 + \gamma X_i + u_i \dots \dots \dots (2.1)$$

W étant le salaire (horaire), S la scolarité, e l'expérience, X un ensemble d'autres caractéristiques individuelles, et u la variation des log-salaires dont ne rendent pas compte les variables du second membre de l'équation. Le paramètre θ mesure le pourcentage d'augmentation des salaires associé à une année supplémentaire de scolarité et est supposé indépendant du niveau de scolarité (bien que cette spécification semble assez restrictive a priori, il a été démontré qu'elle cadrerait bien avec les données dans de nombreux pays développés (par ex. Heckman, Lochner, et Todd (2001).

Mincer montre que dans certaines conditions, qui impliquent qu'il n'y ait pas de coûts directs de l'éducation, θ peut être interprétée comme le véritable rendement privé de la scolarité. C'est la raison pour laquelle il est souvent fait référence aux estimations de θ comme représentant le "rendement de la scolarité". Cependant, en général, θ ne sera pas égale au véritable rendement de la scolarité pour différentes raisons, notamment le fait qu'il existe un coût direct de l'éducation (voir encadré 5 ci-dessous).

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

C'est pourquoi nous nous référerons à θ comme étant le *rendement de la scolarité selon Mincer* (il est parfois également fait référence à θ comme étant la prime de salaire liée à la scolarité ou le rendement *brut* de la scolarité).

Dans de nombreux cas, les seules estimations du rendement de la scolarité selon Mincer dont nous disposons sont obtenues à l'aide de techniques statistiques standardisées. Il est donc important de comprendre si les estimations du rendement de la scolarité selon Mincer obtenues au moyen de techniques des moindres carrés sont systématiquement différentes de celles s'appuyant sur des jumeaux ou sur une approche utilisant la VI.

La littérature de plus en plus abondante sur ce sujet suggère que, globalement, les estimations obtenues en utilisant des jumeaux ou une approche à VI sont légèrement supérieures à celles qui recourent à des techniques des moindres carrés. La question de savoir si ces différences sont significatives est analysée par Ashenfelter, Harmon et Oosterbeek (1999). Examinant les résultats de diverses études menées aux États-Unis ainsi que dans sept autres pays entre 1974 et 1995, ils constatent que les estimations par VI et celles fondées sur les études sur les jumeaux dépassent les estimations par les moindres carrés de 3,1 et 1,6%. Cette différence se réduit cependant une fois vérifié le fait que les études ne produisant pas de résultats intéressants - différence non significative entre les estimations par VI et par les moindres carrés par exemple - ont moins de chances d'être publiées. Les différences corrigées sont respectivement de 1,8 et 0,9%.

- **Tendance à travers le temps du rendement de la scolarité selon Mincer**

Il est solidement documenté que le rendement de la scolarité selon Mincer a diminué aux États-Unis au cours des années 1970 pour augmenter pendant les années 1980, générant un schéma temporel en forme de U pour les différentiels salariaux liés à l'éducation. Il existe un consensus autour de l'idée que ces changements peuvent être interprétés comme le résultat de retournements de l'offre et de la demande en capital humain. L'idée de base est que l'augmentation de l'offre en travailleurs à capital humain élevé a dominé la croissance de la demande au cours des années 1970, réduisant le rendement de la scolarité selon Mincer. Au cours des années 1980 en revanche, l'augmentation de la demande en travailleurs à capital humain élevé a été supérieure à la croissance de l'offre, augmentant la prime de salaire liée à la scolarité (voir Katz et Murphy 1992). La croissance de la demande en capital humain est communément attribuée à l'évolution technologique.

Le rendement de la scolarité selon Mincer a suivi dans l'ensemble de l'Europe un schéma temporel en U similaire à celui des États-Unis. Dans les années 1960, le rendement de la scolarité selon Mincer était supérieur à celui des années 1970. Dans les années 1980, le rendement de la scolarité selon Mincer a continué à diminuer, mais il a commencé à remonter au cours des années 1990.

Denny, Harmon et Lydon (2001) confirment ce schéma en passant en revue un grand nombre d'études sur le rendement de la scolarité selon Mincer dans différents pays d'Europe et sur plusieurs périodes. En comparant les États-Unis à l'Europe, ils montrent que le rendement de la scolarité selon Mincer en Europe dépassait celui constaté aux États-Unis au début des années 1960.

Au cours des années 1960 et 1970, les estimations du rendement de la scolarité selon Mincer en Europe et aux États-Unis sont tombées à un taux similaire. Mais les estimations

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

relatives aux États-Unis ont atteint leur minimum à la fin des années 1970, alors que les estimations européennes ont continué de décliner jusqu'au milieu des années 1980.

L'augmentation postérieure des estimations du rendement de la scolarité selon Mincer a été beaucoup plus prononcée aux États-Unis. En 1997, le rendement de la scolarité selon Mincer aux États-Unis était de 3% supérieur à celui constaté en Europe. Il importe cependant de garder à l'esprit que, si le schéma d'évolution général en Europe était similaire à celui des États-Unis, les comportements variaient énormément entre les pays d'Europe.

- **L'importance de l'éducation**

Selon une récente étude de l'OCDE (OCDE (2001b)), le rendement privé d'un niveau d'études supérieures pour les hommes en Europe atteint en moyenne plus de 12%. Le pays possédant le taux de rendement le plus élevé est le Royaume-Uni (17,3%), suivi par le Danemark (13,9%) et la France (12,2%). L'Italie (6,5%) se situe au bas du classement.

Le taux moyen de rendement de l'enseignement secondaire de deuxième cycle pour les hommes se situe également autour de 12%, le Royaume-Uni (15,1%) et la France (14,8%) tenant le haut du classement et la Suède (6,4%) et les Pays-Bas (7,9%) se situant tout en bas. Le taux de rendement moyen pour les femmes est similaire lorsqu'il s'agit de l'enseignement supérieur, mais le classement diffère.

Le pays possédant le rendement privé le plus élevé de l'enseignement supérieur pour les femmes est le Royaume-Uni (15,2%), suivi par les Pays-Bas (12,3%) et la France (11,7%). Le rendement privé moyen de l'enseignement secondaire de deuxième cycle pour les femmes en Europe se situe autour de 11%, la France (19,2%) et le Danemark (10,5%) tenant le haut du classement et l'Allemagne (6,9%) arrivant dernière (les données relatives au Royaume-Uni n'étaient pas disponibles dans ce cas).

Les taux de rendement sociaux sont généralement quelque peu inférieurs aux taux de rendement privés. Par exemple, le taux de rendement social d'un niveau d'études supérieures pour les hommes est en moyenne de 2% inférieur au rendement privé (le Danemark et la Suède sont atypiques puisque le taux de rendement social y est supérieur de 4% ou plus). Pour les femmes, l'écart entre le rendement social et le rendement privé est similaire (mais les Pays-Bas rejoignent alors les pays atypiques puisque le rendement privé y excède le rendement social de 6%).

La comparaison des taux de rendement sociaux et privés de l'enseignement secondaire de deuxième cycle produit un schéma très similaire. Il conviendrait de garder à l'esprit que ces taux de rendement sont très probablement des minima, et ce pour deux raisons. La première est que ces rendements sont fondés sur des estimations par les moindres carrés du rendement de la scolarité selon Mincer.

Nous avons déjà vu que des estimations de l'incidence de l'éducation sur les salaires utilisant des techniques plus sophistiquées donnaient des résultats supérieurs de 1 à 2% en moyenne. Deuxièmement, les taux de rendement sociaux n'incluent pas les bénéfices sociaux qui viennent s'ajouter aux bénéfices privés de l'éducation (voir Arias et McMahon (1999)). Nous affirmerons plus loin que, bien qu'il existe une très grande incertitude concernant ces bénéfices, ils sont potentiellement importants.

2-2 : Les études empiriques néo-classiques

L'évaluation empirique du modèle de Solow montre une forte convergence entre les pays en termes de croissance économique.

Dans son travail sur l'analyse empirique de la croissance, Baumol (1986) observe qu'il existe une force de convergence remarquable entre les pays, puisque, si l'on considère les pays les

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

plus riches au début des années 70s (les économies de marché industrialisées, comme ils les appellent), ces pays viennent de situations initiales très éloignées.

De long (1988) fait remarquer que les pays qui sont retenus dans l'analyse l'ont été du fait qu'ils s'agit des pays industrialisés et donc on ne peut pas vraiment s'étonner de leur convergence. On ne peut, en effet, vraiment parler d'une force de convergence réelle que si l'on l'observe dans un ensemble quelconque de pays, sans qu'il y ait un biais de sélection.

- **Convergence entre les pays industrialisés**

Les pays industrialisés, même pour une période plus récente : la Suisse qui était le plus riche en 1980 a eu le taux de croissance le plus faible et l'Espagne a correspondu à la situation symétrique. Et si on prend un ensemble de pays plus large ? Le rattrapage semble s'observer aussi entre les pays de l'OCDE. Mais si l'on considère tous les pays des PWT, on ne voit plus une telle force en œuvre. Quelques pays semblent avoir bénéficié d'une telle force, mais tout un ensemble de pays initialement pauvres a dû se contenter de taux de croissance à peine positive sur la période, sans aucune possibilité de rattraper les pays plus riches. On ne peut pas vraiment compter sur une telle force pour améliorer la situation des pays dans l'économie mondiale.

- **Capital humain et croissance endogène**

Les travaux de la nouvelle économie classique s'articulent autour de la croissance. Ils s'appuient sur les travaux de R. Lucas (1988, 1990) et vont porter principalement sur l'impact des politiques publiques, le capital humain et la diffusion de la technologie. La prise en compte des externalités du capital humain permettra d'aboutir à des conclusions sensiblement différentes de celles des économistes du courant néoclassique sur la question du rapport entre rendement privé et rendement social de l'éducation.

Comme l'explique R.J. Barro (2002: 10), « la principale raison de la convergence (dans les modèles de croissance de type néoclassique) est la tendance pour les pays à connaître des rendements décroissants au fur et à mesure qu'ils s'enrichissent ». Les estimations empiriques de R.J. Barro ne montrent pas de tendance à la convergence absolue, c'est-à-dire que la croissance n'est pas plus rapide dans les pays les moins développés, mais une tendance à la convergence relative des revenus par tête, à valeur équivalente des autres variables explicatives.

2-3 : Les Résultats empiriques des études en Europe

Dans l'exemple composé de six pays européens (Autriche, Belgique, Allemagne, France, Italie, Pays-Bas). Nous allons considérer les données issues de la base OCDE (economic outlook, 2005).

Le concept de capital humain est représenté dans cet article par les dépenses ordinaires d'éducation ; ces données proviennent des annuaires statistiques annuels de l'UNESCO. Ceci diffère de la plupart des études empiriques où le capital humain est appréhendé par la durée des études. Toutes les données sont annuelles et couvrent la période 1983-1999. Dans cette étude empirique, beaucoup de facteurs peuvent influencer la variable expliquée et pourtant certains de ces facteurs ne sont pas pris en compte explicitement dans l'équation. Ces facteurs sont alors considérés dans l'analyse de la structure des résidus.

En revanche, contrairement à Mankiw, Romer et Weil, nos variables restent annuelles (on ne calcule pas de moyenne) car la période étudiée est relativement courte.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Les résultats obtenus pour cette régression diffèrent de ceux obtenus par Mankiw et al. Avec leur échantillon OCDE. En effet, ces auteurs trouvent une élasticité implicite de 0.6 pour l'investissement physique dans le modèle de Solow alors que nous obtenons une élasticité implicite de 0.4. Notre résultat semble donc être plus représentatif de ce que l'on observe dans les statistiques économiques. Un test d'Hausman peut être réalisé afin de choisir la spécification adéquate. Ce test nous indique qu'une spécification avec effet aléatoire est à choisir pour les deux équations.

Tableau 3 : Estimation du modèle de Solow

Régression (1)	Sans effet	Effet fixe	Effet aléatoire
Constante	4.22 (16.26)	4.41 (16.69)	4.40 (16.92)
Log(sk)	0.68 (24.40)	0.66 (21.65)	0.66 (22.18)
Log($n+g+\delta$)	-0.05 (-1.59)	-0.04 (-1.90)	-0.04 (-1.93)
R ²	0.86	0.94	0.84

Note : les t-Student sont entre parenthèses.

Lecture du tableau : le coefficient obtenu pour sk ne représente pas, α mais $(\alpha / 1 - \alpha)$

Tableau 4 : Estimation du modèle de Solow augmenté

Régression (2)	Coefficients
Constante	5.19 (22.88)
Log(sk)	0.47 (13.94)
Log(sh)	0.13 (7.81)
Log($n+g+\delta$)	-0.01 (-0.66)
R ²	0.91

Le tableau 2 indique les résultats du modèle de Solow augmenté du capital humain. Un premier commentaire est que ce modèle augmenté est plus performant (quelle que soit la spécification retenue) pour expliquer la variation du PIB par tête.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

De plus, on observe que les variables d'investissement physique et d'éducation sont statistiquement significatives. L'élasticité implicite du capital physique est de 0,30 et celle de l'éducation de 0,08. Ainsi, on trouve que l'investissement physique et l'éducation ont un impact sur la croissance, et ce avec des ordres de grandeur réalistes.

Dans l'article de Mankiw, Romer et Weil, l'investissement physique était considéré comme un seul et même facteur. D'où une nouvelle fonction de production à quatre facteurs est obtenue.

$$Y(t) = KP(t)^{\alpha} KG(t)^{\gamma} H(t)^{\beta} [A(t) L(t)]^{1-\alpha-\gamma-\beta} \dots\dots\dots (2.2)$$

Une nouvelle régression est ainsi faite et qui confirme l'impact significatif de l'éducation dans le processus productif. De plus, un impact positif de l'investissement public sur la croissance (quoique faible) est également trouvé. La régression confirme également les ordres de grandeur des régressions précédentes. Les élasticités implicites de l'investissement privé et de l'éducation sont respectivement de 0,23 et 0,09 ; le coefficient de l'investissement public est de 0,08.

Tableau 5: estimation du modèle de Solow augmenté du capital humain et où la variable de capital est décomposée

Régression (3)	Coefficients
Constante	4.92 (19.69)
Log(<i>skg</i>)	0.13 (5.66)
Log(<i>skp</i>)	0.39 (13.79)
Log(<i>sh</i>)	0.15 (8.81)
Log(<i>n+g+δ</i>)	-0.009 (-0.61)
R ²	0.92

Jusqu'à présent, toutes les régressions ont indiqué un impact significatif du capital humain représenté par les dépenses ordinaires d'éducation sur le revenu par tête.

Une estimation du modèle de Solow augmenté du capital humain et où la variable de capital est décomposée est faite juste après.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Tableau 6 : estimation du modèle de Solow augmenté d'un nouvel indicateur de capital humain

Régression (4)	Coefficients
Constante	5.08 (30.25)
Log(<i>skg</i>)	0.27 (9.55)
Log(<i>skp</i>)	0.36 (12.55)
Log($n+g+\delta$)	-0.007 (-0.48)
R²	0.91

Toutes les régressions ont indiqué un impact significatif du capital humain représenté par les dépenses ordinaires d'éducation sur le revenu par tête. Ceci tend à légitimer la Stratégie de Lisbonne dont l'objectif est de faire de l'Europe l'économie la plus compétitive au monde.

Chapitre 2 : les approches empiriques de croissance économique et le capital humain

Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons illustré les différentes études empiriques faites sur l'impact du capital humain sur la croissance économique, soit dans les pays développés ou dans les pays sous-développés en s'appuyant sur les travaux développés par Mankiw, Romer, Weil, Solow etc...

Les différentes études empiriques montrent l'impact positif de l'accumulation du capital humain sur la croissance économique, ainsi l'accumulation du capital humain exerce un effet positif sur la croissance économique à long terme.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

L'étude des séries temporelles non stationnaires est devenue aujourd'hui incontournable dans la pratique économétrique courante. Tout travail empirique débute par une analyse de la stationnarité des séries temporelles considérées avec l'application de divers tests de racine unitaire.

Dans un contexte multi variées, et selon le problème économique traité, les études cherchent fréquemment à mettre en évidence des relations d'équilibre de long terme entre les variables par l'application de test de cointégration.

En revanche, l'analyse des données en panel non stationnaires ne s'est développée que très récemment depuis les travaux pionniers de Levin et Lin (1992).

Section 1 : Test de racine unitaire en panel

- **Pourquoi tester la racine unitaire en panel ?**

L'ajout de la dimension individuelle à la dimension temporelle usuelle présente un intérêt important pour l'analyse des séries non stationnaires.

Les tests de racine unitaire et de cointégration sur données de panel temporelles sont en effet plus puissants que leurs analogues sur séries temporelles individuelles. Les tests de racine unitaire sont en général très peu puissants en petit échantillon pour distinguer des séries non stationnaires et des séries stationnaires, mais fortement persistantes.

Le recours aux données de panel permet ainsi de pallier le problème de la faible puissance des tests en petit échantillon en augmentant le nombre de données disponibles. Ainsi que le notent Baltagi et Kao(2000), l'économétrie des données de panel non stationnaire vise à combiner le meilleur des deux mondes : le traitement des séries non stationnaires à l'aide des méthodes des séries temporelles et l'augmentation de nombre de données et de la puissance des tests avec de recours à la dimension individuelle.

- **La différence fondamentale entre les tests de racine unitaire en panel et en séries temporelles :**

Il existe deux principales différences entre les deux approches :

La première concerne les distributions asymptotiques, dans le cas des séries temporelles, les statistiques de tests usuels possèdent des distributions asymptotiques non standard et conditionnelles au modèle utilisé pour tester la racine unitaire, par exemple, sous l'hypothèse nulle de racine unitaire, la t-statistique de Dickey-Fuller admet une distribution asymptotique qui est une fonction de mouvement Brownien.

Cette distribution est en outre différente suivant la spécification de la composante déterministe du modèle dans lequel on teste la racine unitaire : modèle avec une constante, une constante et un trend, ou ni constante ni trend.

Dans le cadre des modèles de panel, les statistiques des tests de racine unitaire (à l'exception des tests de Fisher) admettent pour loi asymptotique de la loi normale. Les premiers à mettre en évidence ce résultat furent Levin et Lin(1992).

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Nous donnerons l'intuition de ce résultat dans le cadre des tests de première génération en évoquant au passage les différentes notions de convergence en panel (Phillips et Moon, 1999).

En revanche, tout comme dans le cas des séries temporelles, ces lois asymptotiques demeurent conditionnelles au modèle utilisé pour tester la racine unitaire, la loi asymptotique, et donc les seuils ne sont pas les mêmes suivant que l'on considère un modèle avec ou sans constante, avec ou sans trend, mais contrairement aux séries temporelles, les moins asymptotiques restent des lois normales : seules la variance et l'espérance sont modifiées suivant le modèle utilisé.

Ainsi, la première différence réside dans le fait que l'économétrie appliquée qui utilisait des tables de lois particulières dans le cadre des séries temporelles pour mener à bien ces tests, devra utiliser pour effectuer des tests similaires en panel les tables de la loi normale.

- **L'hypothèse d'indépendance inter -individuelle : vers une nouvelle génération de tests**

Cette première évolution vers des spécifications hétérogènes se double depuis trois ans d'une seconde évolution allant dans le sens de la prise en compte des corrélations de la variable entre individus. En effet, au-delà du problème de l'hétérogénéité des paramètres du modèle, une autre problématique spécifique aux données de panel est aujourd'hui devenue centrale dans la littérature sur les tests de racine unitaire ; il s'agit de la prise en compte des éventuelles dépendances interindividuelles.

La question est tout simplement de savoir si l'on autorise la présence d'éventuelles corrélations entre les résidus de différents individus du panel. Selon la réponse à cette question, on peut opposer deux générations de tests comme l'indique le tableau ci-dessus :

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Tableau 7 : test de racine unitaire en panel

Tests 1^{ère} génération	indépendance entre individus
1-	Spécification homogène de la racine autorégressive sous H1 Levin et Lin (1992, 1993) Levin, Lin et Chu (2002) Harris et Tzavalis (1999)
2-	Spécification hétérogène de la racine autorégressive sous H2 Im, Pesaran et Shin (1997, 2002, 2003) Maddala et Wu (1999) Choi (1999, 2001) Hadri (2000) Hénin, Jolivaldt et Nguyen (2001)
3-	Spécification séquentielle
Tests 2^{ème} génération	Dépendance entre individus
1-	Tests séparés sur composantes individuelles et communes Bai et Ng (2001)
2-	Test unique sur séries en écart aux composantes communes
2-1	modèle factoriel et analyse en composante principale Moon et Perron (2003) Phillips et Sul (2002)
2-2	Effet temporel et approche de type Elliott et Al (1996) Choi (2002)
3-	Approche CipsPesaran

La première génération de tests repose sur l'hypothèse d'indépendance inter-individuel des résidus. Dans cette catégorie de test, on trouve, les tests de Levin et Lin (1992, 1993 et 2002), d'Harris et Tzavalis (1999), Im, Pesaran et Shin (1997, 2002, et 2003), de Maddala et Wu (1990) et de Hadri (2000). C'est précisément cette hypothèse d'indépendance qui comme nous allons le voir, permet d'établir très simplement les distributions statistiques de test et d'obtenir généralement des distributions asymptotiques ou semi-asymptotique normale.

Dans cette perspective, les éventuelles corrélations entre individus constituent des paramètres de nuisance, cette hypothèse d'indépendance inter-individuel est particulièrement gênante dans la plupart des applications macroéconomiques des tests de racine unitaire.

Or, l'application à tort des tests de première génération dans un contexte avec dépendance inter-individuelles conduit à des distorsions de taille et à des puissances de tests très faibles (Banerjee, Mascellino et Osbat, 2002, Strauss et Yigit, 2003).

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

La seconde génération de tests, plus récents, renverse totalement la perspective jusqu'à alors adoptée, car, plutôt que de considérer les corrélations entre individus comme des paramètres de nuisance, ils proposent d'exploiter ces co-mouvements pour définir de nouvelles statistiques de test.

Tout le problème consiste alors à proposer le test permettant la prise en compte la plus générale des différences formes possibles de dépendance entre individus. Comme le Soulligne Quah (1994), la modélisation des dépendances inter-individuelles est délicate dans la mesure où il n'existe pas a priori d'ordre naturel dans les observations individuelles cette seconde génération de tests inclut à ce jour, entre autres les contributions de Bai et Ng(2001), Phillips et Sul(2002), Moon et Perron (2003),Choi(2002), Ploberger et Phillips(2002),Moon, Perron et Phillips (2003), Chaig (2002) et enfin Pesaran (2003).

On peut distinguer quatre principales approches : l'approche de Bai et Ng(2001) consiste en deux tests séparés de racine unitaire sur les composantes communes et individuelles de la série. Elle s'oppose ainsi aux trois autres fondées sur un test unique de racine unitaire sur la série étudiée.

Le point commun de ces trois approches est qu'on effectue le test de racine unitaire uniquement sur la composante idiosyncrasique de la série, satisfaisant l'hypothèse d'indépendance entre individus ou tout au moins étant faiblement dépendance.

Les approches différentes suivant la méthode retenue pour extraire de la série brute la composante idiosyncrasique inobservable. Ainsi, nous étudierons successivement l'approche de Phillips et Sul (2002) et de Moon et Perron (2003), l'approche de Choi(2002) et enfin l'approche de Pesaran (2003).

1.1 :Le test de Levin et Lin

Andrew Levin et Chien – Fulin dans une série de contribution (Levin et Lin, 1992, 1993, Levin et Lin et Chu, 2002) ont proposé le premier test de racine unitaire en panel. Leur démarche est directement inspirée de celle des tests de racine unitaire en séries temporelles de Dickey- Fuller (1979). Par conséquent, les autres considèrent trois modèles pour tester la racine unitaire¹ suivant la forme que revêt la composante déterministe

$$\text{Modèle [1]} : \Delta Y_{i,t} = \rho y_{i,t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\text{Modèle [2]} : \Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \rho y_{i,t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (3.2)$$

$$\text{Modèle [3]} : \Delta Y_{i,t} = \alpha_i + \beta_{i,t} + \rho y_{i,t-1} + \varepsilon_t \dots \dots \dots (3.3)$$

Où $i = 1, \dots, N$ et $t = 1, \dots, t$ et/ou les termes d'erreur $\varepsilon_{i,t}$ sont distribués indépendamment entre les individus i et suivant un processus ARMA stationnaire et inversible :

$$\varepsilon_{i,t} = \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k \varepsilon_{i,t-k} + u_{i,t} \dots \dots \dots (3.4)$$

Les processus $u_{i,t}$ pour $i = 1, \dots, N$ sont i.i.d $(0, \sigma_{u,i}^2)$.

¹ Nous ne présentons que les trois modèles retenus la version finale de l'article (Levin, Lin et Chu, 2002).

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

On peut faire deux remarques à ce niveau², le premier est que les 3 modèles de Levin et Lin supposent l'indépendance de terme d'erreur dans la dimension individuelle. Cette hypothèse bien que particulièrement forte, est adoptée dans tous les tests de racine unitaire en panel de première génération : c'est en effet cette hypothèse qui comme nous le verrons par la suite permet d'utiliser un théorème central limite pour obtenir de façon relativement simple les distributions asymptotiques (normale) des statistiques des tests.

La seconde remarque porte sur la question de l'hétérogénéité de processus générateur des données retenue par les auteurs, comme nous l'avons mentionné en introduction il s'agit d'un problème fondamental en économétrie de panel.

Dans le cas, les trois modèles de Levin et Lin imposent l'hypothèse d'homogénéité de la racine autorégressive ($p_i = p_j = P, \forall i, j$), et par conséquent l'homogénéité de la conclusion quant à la présence d'une racine unitaire dans la dynamique de la variable Y : soit l'on accepte l'hypothèse d'une racine unitaire pour l'ensemble des individus du panel, soit l'on rejette l'hypothèse d'une racine unitaire pour l'ensemble des individus, c'est précisément la principale limite de ce test.

En effet, même si dans les modèles 2 et 3, Levin et Lin autorisent la présence d'une hétérogénéité du processus générateur via l'introduction d'effets individuels fixes ($\alpha_i \neq \alpha_j$ pour $i \neq j$), et d'éventuelles tendances déterministes individuelles ($\beta_i \neq \beta_j$ pour $i \neq j$), il n'en demeure pas moins que le degré de persistance des chocs³ de $\varepsilon_{i,t}$ sur la variable $y_{i,t}$ est supposé être le même pour les individus du panel.

Dans le cas de panels macroéconomiques, on conçoit évidemment que cette hypothèse d'homogénéité pose problème. À partir de ces trois modèles, Levin et Lin proposent de tester les hypothèses suivantes :

Modèle [1] : **$H_0 : P = 0$**

$H_1 : P < 0$

Modèle [2] : **$H_0 : P = 0$ et $\alpha_i = 0, \forall i = 1, \dots, N$.**

$H_1 : P < 0$ et $\alpha_i \in \mathbf{R}, \forall i = 1, \dots, N$.

Modèle [3] : **$H_0 : P = 0$ et $\beta_i = 0, \forall i = 1, \dots, N$.**

$H_1 : P < 0$ et $\beta_i \in \mathbf{R}, \forall i = 1, \dots, N$.

Il est important de noter que l'hypothèse nulle des tests de Levin et Lin dans les modèles 2 et 3 sont des hypothèses jointes. Dans le modèle 2, l'hypothèse nulle testée est l'hypothèse de racine unitaire pour tous les individus du panel ($p_i = P = 0$), conjointement à l'hypothèse d'absence d'effet individuels, plus précisément à la nullité de toutes les constantes individuelles ($\alpha_i = 0$).

Dans le modèle 3, l'hypothèse nulle ne consiste en hypothèse de racine unitaire et d'absence de composante tendancielle déterministe pour tous les individus du panel ($\beta_i = 0$)

² En ce qui concerne la discussion sur l'éventuel choix du modèle à adopter pour tester la racine unitaire, les arguments développés dans le cadre des séries temporelles (voir Salanie, 1999) peuvent être repris dans le contexte des données en panel.

³ En revanche, l'écriture hétérogène ($\varepsilon_{i,t} \neq \varepsilon_{j,t}$) de la forme ARMA de processus $\varepsilon_{i,t}$ permet d'envisager, dans le cas stationnaire, des degrés de persistance différents pour les chocs sur $U_{i,t}$.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

on retrouve ainsi exactement la structure des deux tests joints proposés dans le cas des séries temporelles par Dickey- Fuller (1981).

1-1-1 : Mise en œuvre du test de Levin et Lin dans le cas général :

Dans le cas général, en présence d'une éventuelle autocorrélation des résidus ($\theta_{i,z} \neq 0$), le test de Levin et Lin est construit à partir de modèle de type Dickey -Fuller augmenter (ADF) permettant de blanchir ces résidus et de se ramener à des distributions connues pour les t-statistique individuelles.

$$\text{Modèle [1]} : \Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \sum_{z=1}^{p_i} \gamma_{i,z} \Delta y_{i,t-z} + u_{i,t} \dots \dots \dots (3.5)$$

$$\text{Modèle [2]} : \Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \sum_{z=1}^{p_i} \gamma_{i,z} \Delta y_{i,t-z} + u_{i,t} \dots \dots \dots (3.6)$$

$$\text{Modèle [3]} : \Delta y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i y_{i,t-1} + \sum_{z=1}^{p_i} \gamma_{i,z} \Delta y_{i,t-z} + u_{i,t} \dots \dots \dots (3.7)$$

Où $u_{i,t}$ est i.i.d (0, $\sigma_{u,i}^2$). Étant donné que l'ordre de retard p_i permettant de purger l'autocorrélation des résidus est a priori inconnu, Levin et Lin proposent une procédure de test en trois étapes applicable dans chacun des modèles 1,2,et 3. La manière dont Levin et Lin ont construit leur test implique que ces trois étapes ne nécessitent finalement aucune technique d'estimation propre aux données de panel ; on peut donc utiliser les commandes de base de l'économètre des séries temporelles de tout logiciel pour le mettre en œuvre.

➤ Étape 1 : construction d'un estimateur de la racine autorégressive

L'objectif de cette première étape consiste à construire un estimateur $\hat{\rho}$ de la racine autorégressive commune : pour cela, il convient tout d'abord de déterminer, pour chaque individu, l'ordre de retard optimal p_i . Puisqu'à ce niveau, on raisonne sur la base de régressions individuelles indépendante les unes des autres, les méthodes de sélection du retard p_i sont les mêmes qu'en séries temporelles. La méthode la plus simple, dite du Pmax, consiste à se donner un ordre maximum de retard admissible P_{max} conditionnellement à la dimension T des observations et à tester la significativité du dernier retard à partir de statistique de student qui admet dans ce cas une distribution standard (voir Salanie, 1999).

Une fois que l'on dispose pour tous les individus du panel de l'ordre optimal des retards p_i , $i=1, \dots, N$. On peut alors estimer le paramètre ρ . Levin et Lin n'estiment pas directement cette racine autorégressive à partir de modèle ADF.

La raison de ce choix technique ne tient simplement au fait que la spécification d'un paramètre de retard p_i différent selon les individus rend malaisée l'application sous logiciel usuel (Eviews, TSP, Linde P, Rats...) des estimateurs de panel (estimateurs MCO, communément appelés estimateurs Within dans ce cas). Ainsi plutôt que d'estimer directement les modèles (3.5),(3.6) ou (3.7) ; Levin et Lin estiment de façon équivalente deux régressions auxiliaires individus par individu.

Par exemple, si l'on considère le modèle (2), il convient d'estimer pour chaque individu $i=1, \dots, N$, les deux équations suivantes par MCO :

$$\text{Équation auxiliaire 1} : \Delta y_{i,t} = \hat{\alpha}_i + \sum_{z=1}^{p_i} \hat{\beta}_{i,z} \Delta y_{i,t-z} + \hat{\epsilon}_{i,t} \forall t = p_i + 2, \dots, T \dots \dots \dots (3.8)$$

$$\text{Équation auxiliaire 2} : y_{i,t-1} = \hat{\gamma}_i + \sum_{z=1}^{p_i} \hat{\delta}_{i,z} \Delta y_{i,t-z} + \hat{\nu}_{i,t} \forall t = p_i + 2, \dots, T \dots \dots \dots (3.9)$$

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Dans le cas du modèle 1, les équations auxiliaires sont identiques à la différence près qu'il n'y a pas de constante dans la régression. Dans le cas du modèle 3, il convient au contraire de rajouter un trend aux régressions (3.8) et (3.9). On dispose alors de N séries de réalisation des résidus individuels $\{\hat{\epsilon}_{i,t}\}_{t=1}^{T_i}$ et $\{\hat{v}_{i,t}\}_{t=1}^{T_i}$ $T_i = T - P - 1$ désigne le nombre d'observations disponibles pour l'individu i on peut alors construire un estimateur convergent du paramètre P en projetant directement les $\sum_{i=1}^N T_i$ réalisations des résidus $\hat{v}_{i,t}$. Toutefois, afin de contrôler l'hétéroscédasticité inter-individuelle, on construit au préalable des séries de résidus normalisées :

$$\hat{\epsilon}_{i,t} = \frac{\hat{\epsilon}_{i,t}}{\hat{\sigma}_{u,i}} \quad \hat{v}_{i,t} = \frac{\hat{v}_{i,t}}{\hat{\sigma}_{u,i}} \quad \forall i = 1, \dots, N, \quad \forall t = p_i + 2, \dots, T \dots \dots \dots (3.10)$$

Ou l'estimateur de la variance individuelle des résidus $\hat{\sigma}_{u,i}^2$ correspond à l'estimateur standard de la variance des résidus du modèle ADF (équation 5,6,7 suivant le cas). Pour un individu i donné, cet estimateur peut être simplement obtenu sans procéder à l'estimation du modèle ADF, de la façon suivante :

$$\hat{\sigma}_{u,i}^2 = \frac{1}{T - p_i - 1} \sum_{t=p_i+2}^T (\hat{\epsilon}_{i,t} - \hat{p}\hat{v}_{i,t})^2 \quad \forall t = p_i + 2, \dots, T \dots \dots \dots (3.11)$$

Où \hat{p}_i désigne l'estimateur des MCO du paramètre p_i dans la régression :

$$\hat{\epsilon}_{i,t} = \hat{p}_i \hat{v}_{i,t-1} + \epsilon_{i,t} \dots \dots \dots (3.12)$$

pour l'individu i ainsi, à partir des $\sum_{i=1}^N T_i$ réalisations des résidus normalisés $\{\hat{\epsilon}_{i,t}\}_{t=1}^{T_i}$ pour $i=1, \dots, N$, on construit alors un estimateur convergent \hat{p} de la racine autorégressive commune P en appliquant les MCO aux observations en empilées dans le modèle :

$$\tilde{\epsilon}_{i,t} = \hat{p}\hat{v}_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad \forall i = 1, \dots, N \quad \forall t = p_i + 2, \dots, T \dots \dots \dots (3.13)$$

➤ Étape 2 : estimation des ratios de variance individuelle

L'objectif de la deuxième étape consiste à estimer la moyenne des N ratios de la variance de long terme du modèle sur la variance de court terme des résidus individuels. Cette moyenne de ratios de variance servira dans la dernière étape à construire une statistique de student modifiée à la manière du test de racine unitaire de Philips et Perran (1988).

On cherche donc à estimer pour chaque individu $i=1, \dots, N$ le ratio $S_i^2 = \Omega_i^2 / \hat{\sigma}_{u,i}^2$ ou Ω_i^2 désigne la variance de long terme du modèle (1) sous l'hypothèse nulle de racine unitaire soit $\hat{S}_i^2 = \hat{\Omega}_i^2 / \hat{\sigma}_{u,i}^2$ l'estimateur de S_i^2 . l'estimateur de la variance individuelle $\hat{\sigma}_{u,i}^2$ est défini par l'équation (11). Reste à construire un estimateur de la variance de long terme Ω_i^2 . Pour chaque individu $i=1, \dots, N$ on construit un estimateur à noyau. Dans le cas du modèle (1) (sans constante). Cet estimateur est défini de façon traditionnelle par la formule suivante :

$$\text{Modèle 1 : } \hat{\Omega}_i^2 = \frac{1}{T-1} \sum_{T=2}^T \Delta Y_{i,t}^2 + 2 \sum_{j=i}^{q_i} w(q, j) \left(\frac{1}{T-1} \sum_{T=2+j}^T \Delta y_{i,t} \Delta y_{i,t-1} \right) \dots \dots \dots (3.14)$$

Où $w(q_i, j)$ désigne une fonction kernel et q_i un paramètre de troncature. Dans le cas du modèle 2 avec constante, l'estimateur est défini en remplaçant les variations $\Delta y_{i,t}$ par les variations centrées $\Delta y_{i,t} - \Delta \bar{y}_i$. Dans le cas du modèle 3, il convient de remplacer $\Delta y_{i,t}$ par les variations prises en écart à une tendance déterministe $\Delta y_{i,t} - a_i - b_{i,t}$ ou les paramètres a_i et b_i sont estimés par MCO sur données individuelles.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

La construction de cet estimateur de la variance de long terme⁴ nécessite tout d'abord de spécifier la fonction Kernel $w(q_i, j)$, Levin et Lin préconisent ici de retenir une fonction Kernel de type Bartlett :

$$W(q_i, j) = 1 - \frac{j}{1+q_i} \quad j=1, \dots, q_i \dots \dots \dots (3.15)$$

La valeur optimale du paramètre de troncature q_i peut être calculée individu par individu à partir de la formule fournie par Andrews (1991). Dans le cas de la fonction Kernel de Bartlett le paramètre de troncature correspond à l'entier le plus proche de la quantité :

$$Q_i = 1.8171 \left(\frac{r_{i,1}}{1-r_{i,1}} \right) (T - 2) \dots \dots \dots (3.16)$$

$$\text{Ou } r_{i,1} = \frac{\sum_{t=3}^T (\Delta y_{i,t} - \Delta \bar{y}_i) / (\Delta y_{i,t-1} - \Delta \bar{y}_i)}{\sum_{t=2}^T (\Delta y_{i,t} - \Delta \bar{y}_i)^2} \dots \dots \dots (3.17)$$

Désigne l'autocorrélation d'ordre 1 des résidus pour l'individu i dans le modèle 1⁵, une autre solution consiste à retenir la fenêtre de Newey et West (1994) pour le noyau de Bartlett. Enfin, dans leurs simulations de Monte-Carlo, Levin et Lin et Chu (2002) utilisent une taille de fenêtre identique pour tous les individus $q_i = q \forall i = 1, \dots, N$, telle que q soit défini comme l'entier le plus proche de la quantité :

$$q = 3.21 \bar{T}^{1/5} \text{ avec } \bar{T} = (T - \bar{p} - 1), \text{ ou } \bar{p} = \left(\frac{1}{N} \right) \sum_{i=1}^N p_i \dots \dots \dots (3.18)$$

désigne la moyenne des retards sur les N individus.

À l'issue de l'estimation pour chaque individu du ratio de variance S_i , Levin et Lin construit un estimateur \hat{S}_N de la moyenne de ces N ratios S individus :

$$\hat{S}_N = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{\Omega}_{2i}}{\sigma^2_{u,i}} \dots \dots \dots (3.19)$$

C'est précisément cette moyenne des ratios de variance individuelle qui va nous servir dans la dernière étape à ajuster la moyenne de la distribution de la statistique de student du test de racine unitaire.

➤ Étape 3 : construction de la statistique de test de Levin et Lin

A partir de l'estimateur des MCO \hat{P} obtenu à l'étape 1, on construit la statistique associée au test $H_0 : P = 0$. De façon traditionnelle, on devrait utiliser pour cela la statistique de student définie par :

$$t_p = 0 = \frac{\hat{P}}{6\hat{P}} \dots \dots \dots (3.20)$$

ou $\sigma_{\hat{P}}$ désigne un estimateur de la variance de \hat{P} défini de façon standard par la quantité :

$$\hat{\sigma}_{\hat{P}}^2 = \hat{\sigma}^2 \left[\sum_{i=1}^N \sum_{t=p_i+2}^T \hat{v}_{i,t}^2 \right]^{-1} \dots \dots \dots (3.21)$$

⁴ Voir Salanie (1999) pour l'estimation de la variance de long terme d'une série stationnaire de moyen nulle.

⁵ Bien entendu pour les modèles 2 et 3, les résidus sont identifiés soit par les variations centrées de $y_{i,t}$, soit par les écarts à la tendance déterministe.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

L'estimateur $\hat{\sigma}^2_{\square}$ de la variance des perturbations $\varepsilon_{i,t}$ supposées être homoscédastiques, est défini de façon usuelle par la quantité :

$$\hat{\sigma}^2_{\square} = (\sum_{i=1}^N T_i)^{-1} [\sum_{i=1}^N \sum_{T=P+2}^T (e_{i,t} - P v_{i,t})^2] \dots \dots \dots (3.22)$$

Levin et Lin proposent d'approximer le nombre total d'observations $\sum_{i=1}^N T_i$ par la quantité $N=N \hat{T} (T - \bar{P} - 1)$.

Dans le cas du modèle 1 (sans constante). Levin et Lin démontrent que la statistique de test $T_{p=0}$ à une distribution asymptotique normale centrée réduite sous l'hypothèse nulle de racine unitaire $H_0 : P=0$.

Toutefois, dès lors que la composante déterministe du modèle est non nulle (cas des modèles 2 ou 3). Cette statistique de test diverge vers $-\infty$ sous H_0 , il est donc nécessaire pour ces deux modèles de construire une statistique corrigée centrée et réduite permettant de se ramener dans tous les cas sous H_0 à une distribution normale centrée réduite.

Ainsi, de façon générale, la statistique de test de racine unitaire de Levin et Lin s'écrit comme une statistique de student modifiée :

$$T^*_{P=0} = \frac{1}{\sigma^*_{m,T}} (T_{p=0} - N T \frac{\hat{\sigma}^2_{\square}}{\sigma^2_{\varepsilon}} U^*_{m,T}) \quad \forall m = 1, 2, 3 \dots \dots \dots (3.23)$$

1-2 : les tests d'Im, Pesaran et Shin

Comme nous l'avons évoqué, une des principales limites du test de Levin et Lin réside dans le caractère homogène de la racine autorégressive sous l'hypothèse alternative. Il est peu probable en effet qu'en cas de rejet de l'hypothèse de racine unitaire on puisse accepter l'hypothèse d'une racine autorégressive ρ commune à tous les individus si l'on applique des tests usuels de spécification.

Les tests proposés par Im, Pesaran et Shin dans une série de contributions (1997, 2002 et 2003) permettent de répondre à cette critique. En effet, ces auteurs furent les premiers à développer un test autorisant sous l'hypothèse alternative non seulement une hétérogénéité de la racine autorégressive ($\rho_i \neq \rho_j$), mais aussi une hétérogénéité quant à la présence d'une racine unitaire dans le panel.

Im, Pesaran et Shin (IPS par la suite) considèrent un modèle avec effets individuels et sans tendance déterministe (équivalent du modèle 2 chez Levin et Lin). En l'absence d'autocorrélation des résidus, ce modèle s'écrit :

$$\text{Modèle IPS : } \Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t} \dots \dots \dots (3.24)$$

où l'effet individuel α_i est défini par $\alpha_i = \rho_i y_i$ avec $y_i \in \mathbb{R}$ et où $\varepsilon_{i,t} \sim N(i:d(0, \sigma^2_{\square i,t}))$
 Le test d'IPS, tout comme le test de Levin et Lin est un test joint de l'hypothèse nulle de racine unitaire ($\alpha_i = 0$) et de l'absence d'effets individuels puisque sous l'hypothèse nulle $\alpha_i = 0$:

- Test IPS : **H0** : $\rho_i = 0$; $\forall i = 1, \dots, N$
H1 : $\rho_i < 0$; $\forall i = 1, 2, \dots, N$
 $\rho_i = 0$; $\forall i = N1 + 1; N1 + 2, \dots, N$

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Sous l'hypothèse alternative peuvent exister deux types d'individus : des individus indicés $i = 1, \dots, N_1$ pour lesquels la variable $y_{i,t}$ est stationnaire et des individus indicés $i = N_1 + 1, \dots, N$, pour lesquels la dynamique de la variable $y_{i,t}$ admet une racine unitaire. La taille N_1 de l'ensemble des individus stationnaires est a priori inconnue, mais vérifie $0 < N_1 \leq N$, puisque si $N_1 = 0$ on retrouve alors l'hypothèse nulle. On admet en outre que le ratio N_1/N vérifie $\lim_{N \rightarrow \infty} N_1/N = \delta$ avec $0 < \delta \leq 1$.

Ainsi, le premier avantage de l'approche d'IPS par rapport à Levin et Lin tient à la prise en compte de l'hétérogénéité de la racine autorégressive sous l'alternative. Mais ce n'est pas le seul avantage. Comme nous allons le voir, les auteurs proposent une statistique de test très simple fondée sur la moyenne des statistiques de Dickey-Fuller ou de Dickey-Fuller augmentés.

Sous l'hypothèse d'absence d'autocorrélation des résidus, IPS dérive la loi asymptotique de leur statistique moyenne (lorsque T et N convergent vers l'infini), mais aussi la loi semi-asymptotique lorsque T est fixe et N converge vers l'infini. Dans ce cas, il est en effet possible de dériver la loi exacte de la statistique de test de racine unitaire pour une taille T quelconque, contrairement à la statistique de Levin et Lin. IPS proposent même dans ce cas des approximations des seuils de rejet à distance finie pour T et N fixes.

En revanche, sous l'hypothèse d'autocorrélation des résidus, on ne peut plus caractériser la loi exacte de la statistique moyenne pour une taille T donnée : IPS dérivent dans ce cas les lois asymptotiques pour T et N tendant vers l'infini (soit de façon séquentielle, soit le long d'une diagonale) et proposent deux statistiques moyennes standardisées. On retrouve encore une fois une distribution normale.

1-2-1 : Mise en œuvre du test d'Im, Pesaran et Shin dans le cas général

À présent, plaçons-nous dans le cas général où il existe une éventuelle autocorrélation des résidus. On considère un modèle de type Dickey-Fuller augmenté (ADF) pour chaque individu $i = 1, \dots, N$ du panel :

$$\text{Modèle IPS : } \Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p_i} \beta_{ij} \Delta y_{i,t-j} + \varepsilon_{i,t} \quad (3.25)$$

où l'effet individuel α_i est défini par $\alpha_i = -\rho_i y_i$ avec $y_i \in \mathbb{R}$ et où $\varepsilon_{i,t}$ est N.i.d. $(0, \sigma_i^2)$

Comme pour tous les tests de première génération, les résidus sont indépendamment distribués dans la dimension individuelle. On remarque que l'IPS autorise la présence d'une autocorrélation des résidus d'ordre différent pour chaque individu du panel. Ceci implique que le nombre de termes ADF diffère a priori suivant les individus $p_i \neq p_j$ comme dans le test de Levin et Lin. Les hypothèses nulles et alternatives du test sont les mêmes que dans le cas précédent.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Section 2 : La Cointégration en panel

2-1 : Introduction

Depuis les travaux pionniers de Levin et Lin (1992), la littérature relative à l'économétrie des données de panel non stationnaires connaît un développement considérable. En plus des développements théoriques, on recense également de très nombreux travaux empiriques sur données de panel ayant recours aux tests de racine unitaire, dans un contexte uni varié, et/ou aux tests de cointégration dans un contexte multi varié. Et l'exemple qui illustre le plus ça est sans conteste celui des travaux empiriques portant sur la vérification de l'hypothèse de parité des pouvoirs d'achat (PPA) dans le domaine des changes.

Les tests de cointégration en panel peuvent tout d'abord être classés en deux catégories : d'une part, les tests de cointégration à la Engle et Granger (1987) dans lesquels le rang de l'espace de cointégration et la forme de la relation de cointégration sont connus (Pedroni, 1995, 1997 ; Kao, 1999 ; Bai et Ng, 2004). Ces tests reviennent alors à tester l'hypothèse de racine unitaire des résidus de cointégration, et sont donc extrêmement proches dans leur structure des tests de racine unitaire en panel de première et de deuxième génération. D'autre part, sont aujourd'hui développés des tests de cointégration multiples à la Johansen (1991) dans lesquels le rang de cointégration est a priori inconnu (Larsson et al. 2001 ; Groen et Kleibergen, 2003 ; Breitung, 2005).

On parlera ainsi des notions de cointégration interindividuelle et de cointégration intra-individuelle n'impliquant que des variables propres à un individu donné et de la question de l'homogénéité / hétérogénéité de la relation de cointégration, ce qui revient à poser la question de l'homogénéité de la situation de long terme des pays ou des individus du panel, car se sont de nouvelles dimensions qui sont importantes qui s'ajoutent aux deux oppositions méthodologiques « traditionnelles ».

2-2 : les notions relatives à la cointégration en panel

Avant de présenter les tests de l'hypothèse de cointégration, il convient de préciser un certain nombre de notions spécifiques à la cointégration en panel qui sont les suivantes :

2-2-1 : Relations de cointégration intra et interindividuelles

Dans une représentation VECM, on peut envisager deux types de relations de cointégration. On peut tout d'abord envisager l'existence de relations de cointégration parmi les variables du vecteur X_{it} , que l'on pourrait qualifier de relations de cointégration intra-individuelles.

Tout comme en séries temporelles, on dit qu'il existe une ou plusieurs relations de cointégration dans le vecteur X_{it} si et seulement si il existe une ou plusieurs combinaisons linéaires des variables X_{it}^j qui soient stationnaires. Ce qui veut dire que pour l'individu i , il existe une relation de cointégration Intra-individuelle si et seulement si :

$$\beta'_{I(ri,ki)} X_{it(ki,1)} = \mu_{it(ri,1)} \sim I(0) \dots \dots \dots (3.26)$$

Où β_i désigne la matrice contenant les vecteurs de cointégration pour l'individu i . Ces r_i relations de cointégration ne font intervenir que des variables propres à l'individu de référence. Par exemple, l'existence d'une telle relation de cointégration intra-individuelle entre le PIB et la consommation dans un panel international implique que pour un pays donné, il existe une combinaison linéaire du PIB et de la consommation qui soit stationnaire.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Comme nous le verrons, la question se pose ensuite de l'homogénéité ou au contraire de l'hétérogénéité des paramètres de cette relation de cointégration pour tous les pays de l'échantillon, c'est-à-dire la question de savoir si $\beta_i = \beta, \forall i = 1, \dots, N$.

Mais, on peut parallèlement supposer qu'il existe une ou plusieurs relations de cointégration faisant intervenir les PIB ou les consommations de différents pays. On parle alors de relations de cointégration entre individus ou de relations de cointégration inter-individuelle.

Formellement, si l'on souhaite tester (ou estimer) à la fois des relations de cointégration entre des variables différentes observées pour un même individu et des relations de cointégration faisant intervenir des variables observées sur plusieurs individus, la solution consiste à considérer le vecteur empilé X_t des variables individuelles. Pour simplifier, supposons que l'on considère le même nombre de variables endogènes pour tous les individus, c'est-à-dire $k_i = k$.

On dit qu'il existe au total r relations de cointégration intra et/ou inter individuelles si et seulement si :

$$\beta'_{(r, Nk)} X_{t(Nk, 1)} = \mu_{t(r, 1)} \sim I(0) \dots \dots \dots (3.27)$$

2-2-2 : Test de Hausman (Hétérogénéité / homogénéité des relations de cointégration)

Une autre problématique spécifique à la cointégration en panel est celle de l'homogénéité ou de l'hétérogénéité des paramètres de la relation de long terme et plus généralement de la représentation VECM. Le test de spécification de Hausman (1978) est un test général qui peut être appliqué à de nombreux problèmes de spécification en économétrie. Mais son application la plus répandue est celle des tests de spécification des effets individuels en panel. Il sert à distinguer les effets fixes et les effets aléatoires.

L'hypothèse testée concerne la corrélation des effets individuels aux variables explicatives

H_0 : présence d'effets fixes

H_1 : présence d'effets aléatoires

Sous l'hypothèse nulle, la statistique du test suit asymptotiquement une loi de Khi-Deux à k degrés de liberté. On accepte l'hypothèse nulle si la statistique du test est inférieure à la valeur critique lue sur la table de Khi-Deux.

2-2-3 : Dépendances interindividuelles

Auparavant, dans les premiers tests de cointégration en panel, l'existence de relations de cointégration interindividuelles est exclue (en particulier les tests de Pedroni, 1995, 1997), cette hypothèse d'indépendance entre les individus est peu crédible dans de très nombreuses applications empiriques, et notamment dans le cas de panels de variables macroéconomiques.

On peut ainsi spécifier ces dépendances en essayant d'envisager explicitement des relations de cointégration interindividuelles dans un système complet. Groen et Kleibergen

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

(2003) envisagent ainsi la possibilité d'une corrélation des résidus des relations de cointégration pour différents individus sans spécifier de forme particulière pour cette relation. Dans ce cas, cette dépendance se traduit par une matrice de variance-covariance dans la représentation VECM.

Une autre spécification possible des liens entre individus dans les relations de cointégration consiste à utiliser des représentations à facteurs communs (Bai et Ng, 2001, Dees), di Mauro, Pesaran et Smith, 2005 considèrent ainsi un ensemble de variables macroéconomiques comme le revenu et l'inflation des pays n'appartenant pas à l'ensemble géographique figurant dans le panel, le prix du pétrole, etc.

On peut aussi spécifier la dépendance interindividuelle sous la forme d'un ensemble de tendances stochastiques communes à l'ensemble des N individus du panel. Plus précisément, le lien entre les variables endogènes X_{it} et X_{jt} peut provenir d'un ensemble de $n \leq m$ tendances stochastiques communes parmi les m composantes non stationnaires $\Lambda(1)$ et des facteurs communs inobservables, où $n = \text{rang} [\Lambda(1)]$. Par exemple, ces n tendances stochastiques communes peuvent s'interpréter comme des tendances stochastiques internationales ou régionales indépendantes dans le cas d'un panel macroéconomique.

Enfin, troisièmement, la dépendance entre individus peut être spécifiée tout simplement au travers d'une corrélation des composantes stationnaires des facteurs communs, c.-à-d. $\Lambda^*(L) \varepsilon_t$. Chaque vecteur de variables X_{it} dépendant d'un ensemble de m composantes stationnaires communes, on retrouve une dépendance entre les individus du panel.

Naturellement, c'est le choix du test de cointégration qui conditionne le schéma de dépendance (ou d'indépendance) interindividuelle retenu même si peu de tests de cointégration, encore aujourd'hui, intègrent les dépendances interindividuelles.

2-2-4 : Notions de Convergence

L'étude des propriétés asymptotiques des estimateurs des paramètres d'une relation de cointégration (ou d'une régression fallacieuse) en panel pose le problème de la notion de convergence utilisée. Rappelons qu'en économétrie de panel, il existe plusieurs concepts de distribution asymptotique (Phillips et Moon, 1999). On distingue tout d'abord la convergence dite séquentielle, pour laquelle on suppose que les dimensions convergent dans un certain ordre.

On raisonne dans un premier temps à N fixe (ou T) et l'on fait tendre T (ou N) vers l'infini, puis l'on fait tendre N (ou T) vers l'infini. C'est souvent l'approche la plus simple pour dériver les lois asymptotiques.

Dans la seconde approche, dite convergence le long d'une diagonale, on fait tendre N et T vers l'infini simultanément sous l'hypothèse que $T = T(N)$ est une fonction monotone de N . Par exemple, on peut supposer que le ratio T/N converge vers une constante c non nulle. Bien évidemment, l'inconvénient de cette approche réside, d'une part, dans le caractère spécifique de la fonction $T(N)$ qui peut conditionner les résultats et, d'autre part, dans le fait que les dimensions (N , T) d'un panel peuvent ne pas correspondre, et de loin, à la relation $T = T(N)$ postulée.

La troisième approche, la plus générale, mais aussi la plus difficile à utiliser, consiste à supposer que N et T tendent vers l'infini sans supposer une quelconque relation entre T et

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

N. Dans les tests que nous présenterons par la suite, la convergence séquentielle considérée est la suivante : $T \rightarrow \infty$ suivi de $N \rightarrow \infty$.

La prise en compte de ces différentes notions spécifiques aux panels nous permet à présent de décrire les conséquences de l'absence de cointégration. C'est-à-dire régression fallacieuse

2-3 : Régressions fallacieuses en panel

La régression fallacieuse apparaît lorsque l'on régresse par les moindres carrés ordinaires (MCO) une variable non stationnaire sur un ensemble de variables non stationnaires et que ces variables sont non cointégrées. La régression fallacieuse, initialement mise en avant par Yule (1926) au travers du concept de « corrélations dénuées de sens », a été illustrée à partir d'expériences de Monte-Carlo par Granger et Newbold (1974), et plus tard expliquée théoriquement par Phillips (1986).

La première conséquence de la régression fallacieuse est que l'estimateur MCO converge vers une variable aléatoire et non vers une constante (qui devrait logiquement être nulle si les variables sont indépendantes).

La seconde conséquence principale est que la distribution de la statistique de Student associée au test de nullité du paramètre du modèle de régression est divergente avec la dimension T . C'est précisément cette seconde propriété qui implique que l'on ait trop souvent tendance, dans une régression fallacieuse, à rejeter à tort la nullité du paramètre liant deux marches aléatoires indépendantes et non cointégrées (Granger et Newbold, 1974). Or, la régression fallacieuse en panel n'implique pas exactement les mêmes conséquences que celles que l'on connaît en séries temporelles.

2-4 : Hypothèse nulle d'absence de cointégration

Les tests d'absence de cointégration sur données de panel proposés par Pedroni (1995, 1997, 1999, 2004), Kao (1999) et Bai et Ng (2001), Larsson et al. (2001) et Groen et Kleibergen (2003).

Pedroni (1995, 1997, 1999, 2004), Kao (1999) et Bai et Ng (2001) sont des tests résiduels analogues aux tests proposés par Engle et Granger (1987) dans le cadre des séries temporelles. Larsson et al. (2001) et Groen et Kleibergen (2003) se sont quant à eux inspirés des travaux de Johansen (1991, 1995) afin de proposer des tests basés sur le rapport de vraisemblance dans un système où a priori le nombre de relations de cointégration n'est pas connu.

2-4-1 : Les tests de Pedroni

Pedroni (1995, 1997) a proposé divers tests visant à appréhender l'hypothèse nulle d'absence de cointégration intra-individuelle à la fois pour des panels homogènes et hétérogènes. Les valeurs critiques figurant dans ces travaux étant relatives à la présence d'un seul régresseur dans les relations de cointégration, Pedroni (1999, 2004) propose une extension au cas où les relations de cointégration comprennent plus de deux variables. Les tests de Pedroni prennent en compte l'hétérogénéité par le biais de paramètres qui peuvent différer entre les individus.

Ainsi, sous l'hypothèse alternative, il existe une relation de cointégration pour chaque individu, et les paramètres de cette relation ne sont pas nécessairement les mêmes

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

pour chacun des individus du panel. La prise en compte d'une telle hétérogénéité constitue un avantage indéniable puisqu'en pratique, il est rare que les vecteurs de cointégration soient identiques d'un individu à l'autre du panel. Dans ces conditions, imposer de manière erronée une homogénéité des vecteurs de cointégration aurait pour conséquence un non-rejet de l'hypothèse nulle d'absence de cointégration, alors même que les variables sont cointégrées.

Sept tests proposés par Pedroni, quatre sont basés sur la dimension within (intra) et trois sur la dimension between (inter). Les deux catégories de tests reposent sur l'hypothèse nulle d'absence de cointégration.

2-4-2 : Les tests de Kao

Kao (1999) a également proposé des tests de l'hypothèse nulle d'absence de cointégration : test de type Dickey-Fuller et test de type Dickey-Fuller Augmenté. Contrairement aux tests de Pedroni, Kao considère le cas particulier où les vecteurs de cointégration sont supposés homogènes entre les individus. En d'autres termes, ces tests ne permettent pas de tenir compte de l'hétérogénéité sous l'hypothèse alternative et ne sont par ailleurs valables que pour un système bi varié (c'est-à-dire lorsqu'un seul régresseur est présent dans la relation de cointégration).

2-4-3 : Le test de Bai et Ng

Bai et Ng (2004) ont proposé un test de racine unitaire qu'ils ont étendu au cas d'un test résiduel afin de tester l'hypothèse nulle d'absence de cointégration. La méthodologie générale sous-jacente au test repose sur la décomposition de chaque série du panel en la somme d'une composante déterministe, d'une composante commune (ensemble de facteurs communs) et d'une composante individuelle.

La série ainsi définie est alors non stationnaire si un ou plusieurs facteurs communs est non stationnaire, ou si la composante individuelle est non stationnaire, ou encore si les deux composantes sont non stationnaires. C'est précisément la possibilité qu'un ou plusieurs facteurs communs soient intégrés qui permet au test de Bai et Ng de tenir compte de la présence possible de corrélations entre les individus.

2-5 : le test de McCoskey et Kao

McCoskey et Kao (1998) ont quant à eux proposé un test de l'hypothèse nulle de cointégration dans des panels hétérogènes. Il s'agit d'un test résiduel du multiplicateur de Lagrange que l'on peut rapprocher du test de Shin (1994) élaboré dans le cadre des séries temporelles. Les auteurs considèrent l'équation de long terme.

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it} \beta_i + \varepsilon_{it} \dots \dots \dots (3.28)$$

McCoskey et Kao (1999a, 2001) ont effectué des simulations de Monte-Carlo afin de comparer la taille et la puissance de divers tests de cointégration dans le cas de panels hétérogènes. Ils considèrent le test de l'hypothèse nulle de cointégration de McCoskey et Kao (1998) et deux tests de l'hypothèse nulle d'absence de cointégration : un test basé sur une moyenne des statistiques ADF (voir Wu et Yin, 1999) et un test basé sur une moyenne des statistiques de Phillips et Ouliaris (1990). Leurs résultats montrent que le test de McCoskey et Kao (1998) conduit à de meilleurs résultats en termes de taille et de puissance.

Chapitre 3 : présentation de la méthodologie de l'étude

Conclusion

Cette synthèse de la littérature met en évidence une double évolution des tests de racine unitaire en panel depuis les travaux fondateurs de Levin et Lin (1992) ; une évolution vers des modélisations hétérogène avec IPS (1997) et Maddala et Wu (1999) et plus récemment une évolution vers une prise en compte de dépendance inter-individuelles. Cette dernière introduit une dichotomie entre deux générations de tests, la seconde génération est aujourd'hui en pleine construction étant donnée la diversité des formes possible de corrélation inter-individuelles.

Concernant La notion de cointégration en panel, cette revue de littérature est consacrée aux principaux tests de cointégration sur données de panel. Comme dans les tests de racine unitaire. C'est à partir des travaux pionniers de Levin et Lin (1992) comme et fait aujourd'hui l'objet de très nombreuses recherches et de multiples applications au niveau empirique. Dans les séries temporelles non stationnaires l'économétrie des données de panel non stationnaires doit encore résoudre un certain nombre de problèmes, notamment au niveau d'estimation et de l'inférence.

Chapitre 4 : Modélisation en panel de l'impact du capital humain sur la croissance économique

L'évolution de la série log du Produit intérieur brut par habitant réel à l'instant t dépend négativement de ces propres valeurs antérieures retardées d'une période, et dépend positivement du taux de scolarisation secondaire et de l'inflation (les deux retardées d'une période), et négativement du taux de scolarisation primaire, universitaire et du taux de change et de la formation brute de capital fixe retardées d'une période. Pour la série log du taux de scolarisation secondaire, son équation montre qu'à l'instant t . La série dépend positivement de ces valeurs passées retardées d'une période, dépend aussi positivement du taux de scolarisation primaire, du taux de scolarisation universitaire et de la formation brute de capital fixe retardées d'une période. Et elle dépend négativement du produit intérieur brut par habitant réel, du taux de change, de l'inflation et de l'espérance de vie à la naissance retardée d'une période. La croissance de la série log du taux de scolarisation primaire au temps t dépend positivement de ces valeurs passées retardées d'une période, négativement du taux de scolarisation universitaire et du taux de change, de l'inflation et de l'espérance de vie à la naissance retardées d'une période, et elle dépend positivement du produit intérieur brut par habitant réel, du taux de scolarisation secondaire et de la formation brute de capital fixe retardées d'une période. La croissance du taux de scolarisation universitaire au temps t dépend négativement de ces valeurs passées retardées d'une période, dépend toujours négativement de la formation brute de capital fixe et de l'espérance de vie à la naissance retardées d'une période, et positivement du taux de scolarisation primaire, du taux de scolarisation secondaire, du taux de change et de l'inflation retardée d'une période. La fonction logarithmique du taux de change au temps t dépend de ces propres valeurs passées retardées d'une période, positivement de produit intérieur brut par habitant réel retardé d'une période, et du taux de scolarisation universitaire et de la formation brut de capital fixe, et négativement aux taux de scolarisation secondaire et du taux de scolarisation primaire et de l'inflation et l'espérance de vie à la naissance retardé d'une période. La fonction de l'inflation à l'instant t dépend négativement de ces propres valeurs retardées d'une période, toujours positivement, du produit intérieur brut par habitant réel, du taux de scolarisation primaire, du taux de scolarisation universitaire et de l'espérance de vie à la naissance retardées d'une période et dépend positivement du taux de scolarisation secondaire et de la formation brut de capital fixe et du taux de change retardé d'une période. La fonction logarithmique de la formation brut de capital fixe au temps t dépend positivement du produit intérieur brut par habitant réel et du taux de scolarisation universitaire retardé d'une période, de l'inflation et de ces propres valeurs passées retardées d'une période, et dépend négativement du taux de scolarisation secondaire, du taux de scolarisation primaire, du taux de change et de l'espérance de vie à la naissance retardé d'une période. La fonction de l'espérance de vie à la naissance dépend négativement du produit intérieur brut par habitant réel retardé d'une période, du taux de scolarisation primaire, de l'inflation et de formation brut de capital fixe retardé d'une période, et elle dépend positivement du taux de scolarisation secondaire, du taux de scolarisation universitaire, du taux de change et de ces propres valeurs passées retardées d'une période.

Les résultats d'estimations indiquent que la plus part des coefficients sont d'un point de vue statistique non significatif puisque les statistiques de student associées sont < 1.96 au seuil 5%, donc on conclut que le capital humain n'a aucune influence sur la croissance économique à court terme.

2-6 : Test de cointégration de johansen (Annexe 18)

Il y a risque de cointégration ce est-ce qu'on va essayer de vérifier avec le test de trace de johansen :

Les hypothèses : $H_0 : r \geq q$ Il existe au moins (q) relations de cointégration

$H_1 : r < q$ Il existe (q) relation de cointégration

Pour $r = 3$: $TR = 59.21 < CV = 69.81$

On accepte H_0 au seuil de 5 % qui implique l'existence de trois relations de cointégration

L'application de l'approche de Johanssen nous mène à conclure qu'il existe trois relations de cointégration.