

A.1
G
611

Centre de Documentation
Dép. de sciences économiques
Université de Montréal
C. P. 6128, Succ. "A"
Montréal, Qué., Canada, H3C 3J7

Université de Montréal

Le secteur public dans les modèles de croissance endogène: une revue et une extension.

par

Marc Duhamel

Département de sciences économiques

Faculté des arts et sciences

Rapport de recherche présenté à la faculté des études supérieures

en vue de l'obtention du grade de

Maître ès sciences (M.Sc.)

en sciences économiques

août 1992

© Marc Duhamel, 1992

SOMMAIRE

L'histoire a montré l'importance de l'interaction entre l'État et les marchés. L'État peut affecter le fonctionnement des marchés par des politiques macro-économiques ou des réglementations diverses. Un bon exemple d'intervention de l'État est l'imposition d'un tarif sur les importations et le financement de la recherche et du développement. Avec ces politiques, un gouvernement affecte les prix relatifs des biens entre les marchés modifiant ainsi le comportement des consommateurs et des producteurs.

L'État peut donc influencer les décisions d'investissements en capital physique et humain des ménages. De ce fait, il existe une relation étroite entre les politiques gouvernementales et la croissance économique. Cependant, il n'existe pas de règle d'intervention universelle. L'histoire comporte d'innombrables exemples d'intervention de l'État qui ont influencé la croissance économique autant positivement que négativement. Si l'on était en mesure de déterminer le type d'intervention qui stimule la croissance, l'État serait en mesure d'établir des règles d'intervention qui encourageraient l'augmentation du revenu et de la consommation.

La question examinée dans ce rapport de recherche est: est-ce que les dépenses publiques en infrastructures affectent le taux de croissance de l'économie? Pour répondre à cette question, on utilise un modèle convexe de croissance endogène légèrement inspiré de Rebelo (1991) et de Jones & Manuelli (1988). On choisit de formuler une fonction de production qui permet une substitution parfaite entre le capital privé et le capital public.

Les résultats obtenus suggèrent une réponse affirmative à la question ci-dessus. Cependant, le taux de croissance de l'économie sera différent selon l'ampleur des investissements de l'État et la productivité marginale des deux capitaux. Ce taux de croissance suggère que l'accumulation de capital public stimulera le taux de

croissance de l'économie. Les gouvernements doivent, s'il veulent stimuler la croissance, consacrer une grande partie de leur revenus à l'accroissement du stock de capital public.

Mots clefs: croissance endogène, infrastructure publique, dépenses publiques, taxation, convexité.

TABLE DES MATIÈRES

SOMMAIRE	i
TABLE DES MATIÈRES	iii
LISTE DES FIGURES	iv
REMERCIEMENTS	v
I. INTRODUCTION	1
II. UNE REVUE DE LA LITTÉRATURE	8
1. Modèles simples de croissance: Solow (1956) vs Rebelo (1991). . . .	8
1.1 Modèle simple de croissance exogène: Solow (1956)	8
1.2 Modèle simple de croissance endogène: Rebelo (1991)	13
2. Modèle simple de croissance endogène avec secteur public	18
2.1 L'impact des dépenses publiques: Barro (1990)	18
2.2 L'impact de la taxation et de la redistribution de revenu. Alesina & Rodrik (1991)	24
III. UNE EXTENSION	30
1. Modèle de croissance endogène avec secteur public: l'effet des infrastructures publiques	30
IV. CONCLUSION	41
FIGURES	viii
BIBLIOGRAPHIE	xii

LISTE DES FIGURES

Figure	Légende	Page
Figure 1	Modèle néoclassique traditionnel: Solow (1956)	viii
Figure 2	Taux de croissance équilibré de long terme: Rebelo (1990)	ix
Figure 3	Taxation optimale et taux de croissance: Barro (1990)	x
Figure 4	Taxation optimale et taux de croissance: Alesina & Rodrick (1991)	xi

REMERCIEMENTS

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance envers ma directrice de recherche, Emanuela Cardia, pour ses encouragements continus, ses conseils, son appui technologique et son soutien financier. Elle a été celle qui a su, par son esprit critique aviver le mien. Et par son *regard qui en dit très long*, elle m'a amené à remettre en question mes positions sur le rôle de l'État dans l'économie ainsi que sur plusieurs autres sujets. Certaines discussions resteront gravées dans ma mémoire à tout jamais. Sans elle, ce projet n'aurait peut-être jamais vu le jour et n'aurait pas été aussi plaisant à réaliser.

Je tiens également à remercier toutes les personnes qui m'ont inspiré tant sur le sujet de ce rapport qu'à l'extérieur de la théorie économique. Je remercie particulièrement: Jean-Louis Arcand, Camille Bronsard, Leonard Dudley, Serge Éthier, Patrick González, Robert Guérard, Claude Montmarquette et Danyang Xie. Je remercie spécialement Marcel Dagenais et Paul Gomme pour leurs commentaires sur une version préliminaire de ce rapport.

Enfin, je remercie ma mère, Monique, pour ses conseils qui m'ont toujours bien guidé à travers la vie; ainsi que mon père, Jean, pour ses encouragements et son aide.

À Marie-Hélène, ma plus grande source de motivation, avec amour

« Plus on sait, plus on doute »

Pie II (1405 - 1464)

I. INTRODUCTION

Dans la pléthore de modèle de croissance qui ont émergé dans la littérature depuis quelques 40 ans, tous se sont interrogés sur une question fondamentale. Quelles sont les variables qui déterminent les taux de croissance du revenu par habitant observés dans le monde?

Depuis Smith, Malthus et Ricardo, les économistes s'interrogent sur les causes et les conséquences de la croissance économique. Ils cherchent à expliquer les forces principales qui expliquent le comportement dynamique des économies mondiales. Puisque le processus de croissance est très complexe, la plupart des articles écrits sur le sujet ne se sont intéressés qu'à une partie de la question.

Depuis la parution de l'article de Robert M. Solow en 1956, la majorité des modèles économiques de croissance ont été construits sur les bases de ce modèle, maintenant communément appelé *modèle de croissance néoclassique*. Ce modèle était très attrayant car il se basait sur deux hypothèses économiques vénérables. La première étant que la productivité marginale des inputs de production est décroissante. Et la seconde qui suppose l'existence de marchés en concurrence parfaite qui respectent toutes les conditions du théorème de bien-être. Il est amusant de noter que ce modèle dit « *néoclassique* » se base également sur l'hypothèse **keynésienne** du multiplicateur que l'épargne est une fraction constante du revenu par habitant. Et cette épargne sera totalement absorbée par les firmes qui investissent.

Malgré le succès de ce modèle, il n'était pas parfait. Solow (1956) prédisait la stagnation des revenus par habitant sur la planète. Ce qui n'est pas confirmé par les faits empiriques. Il laissait, néanmoins, la possibilité que ce revenu croisse dans le temps en permettant à des changements technologiques importants (inexpliqués par la science économique) d'affecter l'ensemble des possibilités de production. À long

terme, les économies caractérisées par Solow (1956) afficheront des taux de croissance du revenu, de la consommation et du capital par habitant égaux au taux de croissance du progrès technologique. Ce qui a été surnommé *le progrès technologique exogène* parce qu'il n'était pas expliqué par le modèle. Par contre, Solow se devait de faire cette hypothèse pour permettre à son modèle d'expliquer l'observation de taux de croissance du revenu par habitant non nuls soutenus.

Cela implique qu'à long terme deux économies tout à fait différentes quant à leurs paramètres structurels auront le même taux de croissance en autant que le progrès technologique les affecte de la même façon. Par contre, si l'on accepte que le progrès technologique est accessible à tous les pays, on ne peut expliquer la grande variance de taux de croissance observée dans le monde (Kaldor (1961); Baumol & Wolff (1988); De Long (1988); Romer (1990)). L'histoire d'après-guerre nous montre comment des pays avec des niveaux de développement comparables peuvent connaître des taux de croissance totalement différents (ex. Argentine et le Canada; Allemagne de l'Ouest et le Japon).

Depuis ce temps, toutes les publications sur la croissance économique ont tenté de critiquer cette hypothèse de progrès technologique exogène d'une manière ou d'une autre. Romer (1990) "*endogénéise*" le progrès technologique en permettant l'existence d'une activité de recherche et de développement (R&D). Mais, l'existence de ce type d'activité dans une économie implique qu'il n'y a pas de concurrence parfaite sur les marchés.

Puisque les dépenses en R&D ne contribuent pas au coût marginal de production du bien, elles sont considérées comme des coûts fixes. Mais une entreprise en concurrence parfaite n'a pas assez de profits pour rémunérer ces activités de R&D (le profit est nul). Pour "*endogénéiser*" ce progrès technologique, Romer permet à des externalités marshalliennes, qui créent des rendements croissants du capital, de rémunérer par des quasi-rentes ces activités de R&D. Ses résultats sont d'ailleurs plus

prometteurs. Il est possible, avec des rendements croissants, d'avoir des taux de croissance croissants. Ce que Romer semble observer dans les données.

De plus, les économistes acceptaient mal que certaines caractéristiques structurelles n'aient pas un rôle déterminant dans le modèle de croissance exogène. Son modèle était en quelque sorte *contre-intuitif*. Puisque la croissance économique obéit à des lois très complexes, de nombreuses variables peuvent affecter significativement la croissance économique.

Il y a depuis longtemps un léger consensus auprès des économistes sur les facteurs qui peuvent affecter la croissance économique. La preuve de l'influence de ces facteurs n'ayant jamais été faite, les économistes cherchent encore la fonction qui déterminera la croissance des économies. À part l'importance de l'accumulation de capital, chaque économiste y va de son ingrédient spécial pour cuisiner son civet de croissance économique.

Abramovitz (1989), une republication d'un article de 1952, répertorie cinq facteurs qui sont intuitivement déterminants pour la croissance. Ce sont:

- l'offre des facteurs de production: le travail, le capital et les ressources naturelles (la terre);
- les attributs qualitatifs et psychologiques de la population;
- l'organisation industrielle, commerciale et financière de l'économie;
- le système légal et politique de la vie économique;
- la découverte, la production et l'exploitation du savoir.

Comme on peut le constater, ces facteurs sont encore sources de nombreuses recherches quarante ans plus tard.

Ce qui distingue le plus la recherche en croissance économique depuis 1982, c'est l'attention particulière que portent les économistes aux cinq facteurs énumérés ci-

dessus. Ces paramètres structurels sont toujours mis en évidence dans les modèles de croissance endogène.

Levine et Renelt (1990) ont effectué une étude empirique exhaustive des variables déterminantes pour la croissance économique. Ils ont adopté une analyse d'une version des tests de borne extrême de Leamer (1983) pour tester la robustesse d'un grand nombre de variables macro-économiques. Ils ont trouvé une corrélation positive et robuste entre le taux de croissance du revenu par habitant et la proportion moyenne d'investissement par rapport au revenu. Ils ont également trouvé le même résultat avec des indicateurs de commerce international.

Ils ont trouvé une corrélation négative et robuste entre le niveau initial de revenu et le taux de croissance si l'on incluait dans la spécification la part d'investissement dans le PNB et le niveau initial de capital humain. Ce résultat confirmerait l'hypothèse de convergence néoclassique des taux de croissance vers le meneur.

Cependant plusieurs autres indicateurs n'étaient pas robustes. On compte parmi ceux-ci, des indicateurs politiques tels que le taux d'inflation, le taux de change sur le marché noir, des mesures de libertés civiles et le type d'économie. De plus, tous les indicateurs fiscaux ne se sont pas révélés robustes. Ces indicateurs comprennent la part de dépenses publiques, agrégées et désagrégées, sur le PNB; la part d'investissement public sur le PNB; la part de dépenses en éducation sur le PNB et la part de dépenses en défense nationale sur le PNB. Tous ont échoué le test de robustesse de Levine et Renelt (1991).

Finalement, d'autres chercheurs ont tenté par diverses approches d'expliquer la croissance observée. Becker, Murphy et Tamura (1990) ont tenté de démontrer l'importance de la mortalité infantile et de la croissance de la population. Grossman et Helpman (1989) ont analysé l'impact de l'introduction de nouveaux biens pour la croissance économique.

Ce rapport de recherche se concentrera sur l'impact du secteur public pour la croissance du revenu par habitant. L'histoire montre l'importance des institutions et des politiques macro-économiques sur la croissance. Citons à titre d'exemple d'intervention négative, l'atrophie de l'économie chinoise lors de la dynastie des Mings. Entre autres, le décret impérial de 1433 interdisant la construction de navire allant à la mer alors que la Chine était une puissance maritime; l'intervention de la bureaucratie mandarine pour restreindre l'**accumulation de capital et de propriété privés**. Le commerce était également mal vu par la bourgeoisie confucéenne. Le gouvernement laissa se décomposer la plupart des infrastructures privées et publiques (l'industrie chinoise de l'acier était à l'époque plus importante que celle de l'Angleterre quatre siècles plus tard). Toutes sortes de "*désincitations*" à la croissance économique.

Probablement que l'exemple le plus remarquable d'intervention positive de l'État est celui du Japon de l'après-guerre. Le Japon ayant un taux de croissance économique de 13,5% (1955-1975) alors que l'Allemagne atteignait pour la même période un taux de 5,6%.

Le Plan d'austérité japonais de 1949 assurait que **60%** des investissements seraient faits par le secteur public. Depuis ce temps, le gouvernement japonais est fortement impliqué dans les structures de l'économie. Le MITI (Ministry of International Trade and Industry) définit les grandes lignes de la politique industrielle et de recherche. Par exemple, le plan de 1951 élaborait une politique d'aide financière aux entreprises qui accorde du financement seulement si l'entreprise respecte des norme de modernisation draconienne. L'État finance presque toutes les activités de recherche et développement du Japon. Les investissements de l'État dans les infrastructures portuaires et ferroviaires dépassent les sommes consacrées aux programmes sociaux. Ce Plan donne comme résultat que l'on devance toujours les objectifs fixés de croissance pour la période de 1949 à 1975.

L'interaction entre l'État et le marché est donc très importante. Il ne faut pas interpréter cette interaction comme une confrontation entre l'intervention étatique et le laisser-faire. Les marchés compétitifs sont ce que la civilisation a trouvé de mieux jusqu'ici pour organiser efficacement la production et la distribution des biens et services.

Cependant ces marchés ne peuvent bien fonctionner dans le néant. Il est nécessaire d'avoir un cadre juridique et réglementaire que seuls les pouvoirs publics sont en mesure de fournir. C'est pourquoi les gouvernements doivent, par exemple, investir dans l'infrastructure et assurer aux pauvres les services de première nécessité. Le *Rapport sur le développement dans le monde 1991* de la Banque Mondiale (1991) examine les divers éléments d'intervention publique et tente de mettre en évidence ceux qui stimulent la croissance du revenu.

Le *Rapport sur le développement dans le monde 1991* suggère trois règles qu'un gouvernement doit respecter s'il veut affecter positivement la croissance. Les interventions publiques auront un effet positif si:

- les interventions ne sont effectuées qu'en dernier ressort. Le gouvernement doit laisser le marché oeuvrer là où il fait, ou peut faire, relativement bien les choses. L'État doit se concentrer sur les biens publics comme l'éducation de base, les infrastructures, la régulation de la population, la protection de l'environnement et la lutte contre la pauvreté;
- le gouvernement doit réviser **continuellement** son action. S'il s'aperçoit que son intervention ne génère pas les résultats escomptés, il devra la corriger;
- le gouvernement doit intervenir ouvertement et adopter des règles strictes d'intervention et non des règles arbitraires.

Ces règles peuvent sembler simplistes. Mais un gouvernement peut avoir beaucoup de difficultés à les implanter.

Ce rapport de recherche veut analyser l'importance de l'investissement public dans les infrastructures sur la croissance du revenu par habitant. Est-ce que l'investissement de l'État dans les routes, les écoles, les hôpitaux et les aqueducs sont déterminants pour la croissance? Comme la théorie néoclassique traditionnelle invalide la capacité des autorités publiques d'affecter le taux de croissance d'une économie, l'approche choisie sera celle du modèle de croissance endogène. Comme nous allons le voir, le modèle de croissance endogène permet au pouvoir public d'influencer le taux de croissance d'une économie.

Ce rapport de recherche comporte deux parties. La première partie passe en revue les modèles convexes de croissance de Solow (1956) et Rebelo (1991). Ce dernier modèle sert souvent de base pour les modèles de croissance endogène. Ensuite, on traite de deux modèles répertoriés dans l'abondante littérature pour introduire dans un modèle convexe de croissance le secteur public. Ces deux modèles ont été retenus à cause de l'originalité et de la simplicité dont ils ont su faire preuve afin d'intégrer le secteur public dans un modèle de croissance endogène. Le premier est le modèle de Barro (1990) où les dépenses publiques sont une externalité marshallienne sur la fonction de production de l'économie. Puis, Alesina et Rodrick (1991) est un modèle basé sur celui de Barro où ils introduisent deux classes sociales et analysent l'impact de redistribution de revenu des capitalistes aux travailleurs sur la croissance économique. Puis à la deuxième partie, on développe un modèle s'inspirant légèrement de Barro (1990) et de Jones & Manuelli (1988). On modélise l'effet de l'accumulation de capital public sur le taux de croissance de long terme de l'économie. Les commentaires finals sont énoncés à la dernière section.

II. UNE REVUE DE LA LITTÉRATURE

1. Modèles simples de croissance: Solow (1956) vs Rebelo (1991).

De toute la littérature portant sur la croissance économique, le modèle de croissance le plus cité et le plus célèbre est sans contredit celui de Solow (1956). Cet article ainsi que ceux qui lui sont intimement reliés (Swan(1964), Cass (1965) et Koopmans (1965)), ont marqué la théorie néoclassique de la croissance. Cette catégorie de modèle est surnommée: *modèles néoclassiques de croissance exogène*.

Afin de mieux exposer l'importance du modèle de Rebelo (1991), on présente ici une brève revue du modèle de Solow (1956) ainsi que ses implications. Puis l'on montre en quoi le modèle simple de croissance endogène de Rebelo (1991), le *modèle Ak*, permet de répondre à certaines critiques du modèle de Solow.

1.1 Modèle simple de croissance exogène: Solow (1956)

Le modèle de Solow (1956) se base principalement sur deux hypothèses consacrées en économie depuis Smith, Malthus et Ricardo: la productivité marginale décroissante des facteurs de production et l'existence des marchés en concurrence parfaite qui respecte les conditions du théorème de bien-être. En détail, ces hypothèses peuvent être exposées comme suit:

- 1) les agents épargnent une fraction constante du revenu, $Y: S=sY$, "s" est une constante;
- 2) un seul actif peut être accumulé, K_t ;
- 3) le travail, L_t , ne peut être accumulé;
- 4) le processus d'accumulation est entièrement déterminé par dK/dt ;
- 5) la fonction de production, invariante par rapport au temps, exhibe des rendements décroissants en chacun des deux facteurs de production et des rendements constants à l'échelle. F est homogène de degré 1 en K_t et L_t . La

forme fonctionnelle est Cobb-Douglas: $Y=Q=F(K_t, L_t)=AK_t^\beta L_t^\alpha$, $\alpha+\beta=1$ et A est une constante;

6) le capital se dépréciant au taux δ , il est accumulé de la façon suivante:

$dK/dt=sAK_t^\beta L_t^\alpha - \delta K_t$. En terme par habitant¹, $\dot{k}/k=sAk_t^{\beta-1}L_t^{\alpha+\beta-1} - (n+\delta)$ où n est le taux de croissance de la population. Cette équation est celle qui nous intéresse. Notons qu'en terme par habitant $f(0)=0$, $f'(k)>0$, $f''(k)<0$ et que $f'(0)=+\infty$, $f'(+\infty)=0$;

7) à l'état stationnaire, $\dot{k}/k \equiv \gamma_k$, une constante à long terme.

Par quelques manipulations algébriques simples on trouve que les taux de croissance de long terme de la consommation, de la production et du capital sont égaux entre eux. Des hypothèses 6) et 7), on trouve qu'à long terme:

$$Ak_t^{\beta-1}L_t^{\alpha+\beta-1} = (\delta+n+\gamma_k)/s, \text{ une constante.}$$

Le côté gauche de cette équation représente une fraction de la productivité marginale du capital, $f'(k)/\beta$. À long terme, la productivité marginale du capital, $P_m k$, sera égale à une constante déterminée par le membre de droite de l'équation ci-haut. Deux économies ayant les mêmes paramètres structurels δ , n et s , et le même taux de croissance de long terme auront la même $P_m k$.

Pour trouver le taux de croissance de long terme du capital, prenons le log de chaque côté, puis en dérivant par rapport au temps on obtient l'équation fondamentale suivante:

$$\dot{A}/A + (\beta-1)\gamma_k + (\alpha+\beta-1)n = 0 \quad (\text{A})$$

Dans ce modèle, si l'on a des rendements constants dans les deux facteurs de production ($\alpha+\beta=1$), $\gamma_k = 0$ à long terme à moins que $\dot{A}/A \neq 0$ (comme dans le modèle de croissance exogène de Solow). Dans les modèles de croissance exogène,

¹ les minuscules représentent des variables *par habitant*. La fonction de production *par habitant* est définie par:
 $Y = F(K_t, L_t)/L_t = F(K_t/L_t, 1) \equiv f(k_t) = y$.

la seule façon d'avoir un taux de croissance de l'économie non nul ($\gamma \neq 0$) est d'avoir un progrès technologique exogène ($\dot{A}/A \neq 0$). Ce résultat provient de l'hypothèse 5).

Puisque $f_{kk}(k) < 0$, l'accumulation de capital causera une baisse de la productivité marginale du capital, réduisant le rendement du capital pour la production. Et à long terme, le rendement du capital sera à peine suffisant pour assurer un niveau de consommation et de capital à la population, à moins qu'un progrès technologique exogène ne vienne affecter la productivité effective du capital existant. Dans ce cas, le progrès technologique permet au rendement du capital de ne pas décroître trop rapidement pour assurer un taux de croissance soutenu de l'économie à long terme

De (A) on remarque qu'il est également possible d'avoir un $\gamma_k \neq 0$ si $\beta = 1$ et ce sans avoir recours à l'hypothèse $\dot{A}/A \neq 0$. Si $\beta = 1$, $f(k)$ a des rendements constants dans le facteur de production reproductible. Et ainsi, $f_{kk}(k) = 0$ assurant que la productivité marginale du capital soit constante. Il est possible de justifier cette hypothèse en percevant le capital, k , comme un agrégat de capital de *haute-technologie*, de *basse-technologie* (comme le suggère Aghion & Howitt (1989)) ou comme un agrégat de capital physique et humain (comme le suggère Rebelo (1991)). Le capital de haute-technologie et le capital humain ont une productivité marginale très élevée comparativement à celui de basse-technologie. Les entrepreneurs voyant le rendement de leur capital de *basse-technologie* décroître, ils investiront dans le capital de *haute-technologie* ou le capital humain pour remplacer l'ancien capital peu productif. Aghion & Howitt (1989) développent un modèle de croissance endogène qui se base sur ce genre de "*destruction créative*" (destruction du vieux capital peu productif et création du nouveau capital très productif) pour obtenir une productivité marginale constante du capital. Ainsi dans l'ensemble, le capital a une productivité marginale constante et suffisamment grande pour permettre un taux de croissance positif et soutenu.

Comme nous le verrons à la section II.1.2, Rebelo (1991) développe un modèle où les rendements constants du facteur de production reproductible sont suffisants pour générer un taux de croissance de l'économie soutenu. Pour Rebelo (1991) $\beta=1$, $\alpha=0$ et $\dot{A}/A=0$. Alors γ_k peut être différent de zéro à long terme (voir équation (A)). D'ailleurs, Romer (1986; 1990) explore aussi cette alternative que $(\alpha+\beta)>1$, $\beta=1$ et $\dot{A}/A=0$ permettant que γ_k soit possiblement différent de zéro et croissant (à cause des rendements croissants à l'échelle). Cette approche de générer un $\gamma_k \neq 0$ à long terme sans imposer un $\dot{A}/A \neq 0$ a donné naissance à la littérature des *modèles de croissance endogène*.

Si nous revenons aux conclusions du modèle de Solow (1956), deux économies ayant les mêmes paramètres structurels auront à long terme le même état stationnaire. Cet état stationnaire sera caractérisé par un taux de croissance nul de la consommation, de la production et du capital ainsi qu'un ratio capital-travail identique. À la figure 1, on remarque que deux économies structurellement semblables auront le même état stationnaire mais des taux de croissance différents le long du sentier de transition (c.-à-d. à court et moyen terme). L'économie la moins développée, ratio capital-travail plus bas (par exemple, représentée par k_1 à la figure 1), aura un taux de croissance plus élevé (γ_1) que l'économie la plus développée (représentée par k_3 et un taux de croissance de l'économie γ_3). Ce qui n'est pas confirmé par l'observation empirique (Kaldor (1961); Baumol & Wolff (1988); De Long (1988); Romer (1990)).

À court terme, l'économie la moins développée (k_1) ayant une productivité marginale de son capital plus élevée attire les capitaux étrangers et sollicite l'investissement intérieur, ce qui augmente son ratio capital-travail (k). Mais ce faisant, le rendement du capital diminuera et à long terme, cette économie initialement pauvre convergera à l'état stationnaire et aura le même taux de croissance que les pays plus riches. À l'état stationnaire, tous ces pays auront le même ratio capital-travail et un taux de croissance de la consommation, de la production et du stock de capital nul.

Il est important de souligner que dans ce modèle, toute augmentation du taux d'épargne, s , n'aura qu'un effet de niveau sur le ratio capital-travail. Le taux de croissance des économies à long terme demeurera nul (déplacement de la courbe $sf'(k)/\beta$ vers la droite). Cette prévision du modèle de Solow est celle qui est la plus à contre-courant de l'intuition qu'avait des économistes sur le rôle de l'épargne dans la croissance économique. Depuis Adam Smith, l'on pensait qu'une augmentation du taux d'épargne stimulerait l'accroissement des investissements en capital en abaissant le taux d'intérêt réel et de ce fait stimulerait la croissance de la production et de la consommation. Il va sans dire que toute intervention de l'État dans ce cadre de modélisation pour accroître le taux d'épargne est superfétatoire et proscrite.

Dans une version d'optimisation dynamique de Solow (1956), le modèle de Ramsey-Cass-Koopmans aboutit aux mêmes conclusions. Le taux de croissance de la consommation est déterminé par $\dot{c}/c = (f'(k) - \rho)/\sigma = \gamma$ où ρ est le taux d'escompte intertemporel des ménages et σ est l'élasticité de substitution intertemporelle des ménages. La production et le stock de capital croissent également au même taux γ , une constante quelconque. Comme $f'(k)$ est décroissante, k augmentant $f'(k)$ tendra vers ρ à long terme et $\gamma=0$. Le modèle néoclassique traditionnel a cette prévision contre-intuitive et contre-factuelle qu'à long terme, toutes les économies auront un taux de croissance de la consommation, de la production et du capital nul.

C'est pourquoi Solow décida d'introduire un progrès technologique qui ne serait pas expliqué par son modèle et qui permettrait la dilatation de l'ensemble des possibilités de production. $Q=F(K_t, L_t)=A_t K_t^\beta L_t^{1-\beta}$ où $A_t=A_0 e^{gt}$ ($\dot{A}/A=g$) serait la fonction de production utilisée pour permettre des taux de croissance non nuls à long terme. Dans ce cas, la consommation, la production et le stock de capital augmentera au taux $\gamma=g$. Il y a deux principales critiques à ce modèle:

- comme les activités de recherche et développement sont des décisions économiques des firmes, des gouvernements et des ménages, pourquoi le

progrès technologique serait-il considéré comme exogène alors qu'il est la seule et unique source de croissance des économies? (voir Romer 1986, 1990);

- si l'on accepte que ce progrès technologique *exogène* est accessible à tous les pays, comment se fait-il que l'on n'observe pas une convergence des taux de croissance? (voir De Long 1988; Baumol & Wolff 1988; Barro 1991).

Les modèles de croissance endogène sont en quelque sorte une réplique à ces critiques. Ces modèles endogènes tentent de générer des taux de croissance soutenus déterminés entièrement par les paramètres structurels des modèles. L'attention des chercheurs s'est concentrée sur les cinq déterminants intuitifs pour construire leurs modèles. Tous génèrent des taux de croissance soutenu et permettent une variance des taux de croissance. La version la plus simple du modèle de croissance endogène ayant été proposée par Rebelo (1991).

1.2 Modèle simple de croissance endogène: Rebelo (1991).

Ce modèle a l'avantage de ne pas avoir recours à des *rendements croissants à l'échelle* (*RCrÉ*) (Romer (1986)) dans la fonction de production pour générer une croissance de manière endogène (voir équation (A)). Les fonctions de production avec *RCrÉ* ont le problème qu'elles ne peuvent garantir un ensemble de prix qui permettrait à l'économie d'être en équilibre général compétitif sous les hypothèses usuelles de la théorie néoclassique du producteur et du consommateur. À moins d'utiliser des externalités marshalliennes qui permettent aux producteurs et aux consommateurs de faire face à un problème concave de maximisation.

Dans le cas où $F(K,L)$ n'est pas une fonction concave, l'ensemble Y des fonctions de production possibles n'est pas convexe. Ce qui ne garantit pas un équilibre général. Si l'ensemble des fonctions de production n'est pas convexe alors il peut ne pas exister un hyperplan qui permet de séparer l'ensemble convexe de consommation de

l'ensemble de production, ce qui déterminerait un vecteur de prix unique et ainsi un équilibre unique et stable.

Kurz (1968) montra que la seule différence mathématique entre un modèle de croissance exogène et endogène était que, dans le modèle à progrès technologique exogène, la productivité marginale du facteur de production reproductible était décroissante (c.-à-d. $f'(k) = 0$ quand $k \rightarrow \infty$). L'équation (A) illustre bien cette propriété appliquée au modèle de Solow (1956).

Puisque la $P_m k$ est décroissante, F doit être de degré inférieur à un en K . Ce qui se traduit par un $\beta < 1$ dans la forme fonctionnelle Cobb-Douglas. Mais si dans l'équation (A) $\beta \geq 1$, alors γ_k ne serait pas nécessairement nul. Donc, si l'on accepte l'idée de rendements constants ou croissants à l'échelle dans le facteur de production reproductible, il ne sera pas nécessaire d'ajouter de la croissance technologique *exogène* au modèle pour permettre un $\gamma \neq 0$. Les rendements constants ou croissants du facteur de production reproductible empêchent le rendement du facteur de production de décroître lors de son accumulation. De ce fait, il est possible d'avoir un rendement de la production supérieur au rendement requis aux fins de consommation ce qui permet un taux de croissance de la production, de la consommation et du stock de capital positif.

Comme on pourra le remarquer dans les sections qui vont suivre, l'utilisation d'une fonction de production à rendements constants à l'échelle dans le facteur de production reproductible sera l'approche choisie par plusieurs chercheurs. L'utilisation de rendements croissants à l'échelle n'est pas répandue à cause des problèmes cités plus haut et aussi à cause de la difficulté technique liée à l'utilisation de telles fonctions de production. Dans cette section, on présente l'approche la plus simple pour générer des taux de croissance non nuls, soit celle du *modèle Ak de Rebelo (1991)*.

Rebelo (1991) développe un modèle de croissance endogène où F , la fonction de production, est concave puisque F a des *rendements constants à l'échelle (RCoÉ)* par rapport à son unique input, Z_t . Ce qui semble raisonnable puisque Rebelo définit Z_t comme une forme agrégée de capital qui peut être accumulé. Donc Z_t peut être désagrégé en capital physique, K_t et en capital humain, H_t puisque les deux peuvent être accumulés, comme le suggère Lucas (1988). Revoyons brièvement les résultats de ce modèle.

Soit une économie fermée représentée par un nombre très grand de ménages identiques qui ont un horizon infini. Chaque ménage maximise sa fonction d'utilité intertemporelle qui reflète une *élasticité de substitution intertemporelle constante (ÉSIC)*. La taille de la population reste constante et toute la population participe à la production (il n'y a pas de chômage). Z peut être soit consommé, soit épargné pour être consommé plus tard i.e. $Y = I + C$, où I est l'investissement et C la consommation². La fonction de production est linéaire par rapport à Z : $Y=F(Z)=AZ$ et en terme par habitant $y =Az$. F est homogène de degré un et $dF/dZ > 0$, F est concave. Le point le plus important dans ce modèle est que, contrairement au modèle néoclassique traditionnel de croissance, $F'(0)=F'(+\infty)=A$.

Le problème des ménages est donc de maximiser leur utilité actuelle (i.e. au temps $t=0$) compte tenu de la contrainte d'accumulation de z soit $dz/dt=\dot{z}=Az-c$:

$$\text{Max}_{\{c\}} U(0) = \int_0^{+\infty} e^{-\rho t} \frac{c_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} dt, \quad \sigma > 0 \quad (1)$$

² Les indices temporelles, X_t , ne seront plus utilisés afin d'alléger la notation du texte.

sous contrainte de:

$$\dot{z}_t = Az_t - c_t, \quad z_0 \text{ donné} \quad (2)$$

Puisque la fonction d'utilité est concave en c et que la fonction d'accumulation est linéaire en z , les conditions de premier ordre du hamiltonien sont nécessaires et suffisantes pour déterminer le maximum de ce problème d'optimisation dynamique (Mangasarian, 1966). Définissons l'hamiltonien de ce problème:

$$H(c, z, \lambda; t) = e^{-\rho t} \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \lambda(Az - c) \quad (3)$$

et l'hamiltonien en valeur courante est (où $\lambda = \theta e^{\rho t}$):

$$H(c, z, \lambda; t) = e^{-\rho t} \left[\frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \theta(Az - c) \right] \quad (4)$$

Les conditions nécessaires et suffisantes de premier ordre de ce problème sont:

$$\frac{\partial H}{\partial c} = 0 \rightarrow e^{-\rho t} \left[\frac{(1-\sigma)c^{-\sigma}}{(1-\sigma)} - \theta \right] = 0 \rightarrow \theta = c^{-\sigma} \quad (5)$$

- le prix implicite d'une unité de capital de plus sera égale à l'utilité marginale de la consommation;

$$\frac{\partial H}{\partial z} = -\dot{\lambda} = e^{-\rho t} \theta A = e^{-\rho t} (\rho \theta - \dot{\theta}) \rightarrow \frac{\dot{\theta}}{\theta} = \rho - A = -\sigma \frac{\dot{c}}{c} \quad (6)$$

- le taux de croissance du prix implicite du capital sera constant;

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda z = 0 \quad (7)$$

- la condition de transversalité: comme à l'infini $z_{\infty} > 0$ alors dans ce cas λ sera égal à zéro. L'utilité marginale de la consommation à l'infini est nulle.

Sur le sentier de croissance équilibrée, il faut que $\dot{c}/c = \gamma_c$ une constante, en utilisant les équations (5) et (6) on trouve que $\gamma_c = \sigma^{-1}(A-\rho) = \dot{c}/c$ ou bien $A = \rho + \sigma\gamma_c$.

Comme le long du sentier de croissance équilibrée toutes les variables croissent à un taux constant (qui peut être égal ou différent entre eux ou égal à zéro) alors on aura $\dot{z}/z = \gamma_z$. Donc, de la contrainte d'accumulation : $\dot{z}/z = A - c/z = \gamma_z$. En prenant le logarithme naturel de cette expression, puis en prenant la dérivée par rapport au temps de l'expression au complet, on obtient $\gamma_c = \gamma_z$. De la fonction de production on trouve:

$$\ln y = \ln A + \ln z$$

et en prenant la dérivée par rapport au temps on a:

$$\gamma_y = \gamma_z$$

Tous ces résultats nous donnent:

$$\gamma_y = \gamma_z = \gamma_c = \frac{(A-\rho)}{\sigma} \quad (8)$$

L'attrait de ce modèle est qu'il ne nécessite pas une fonction de production non convexe (c.-à-d. $\alpha+\beta>1$) afin de générer une croissance économique soutenue, ni de progrès technologique exogène tel que Solow (1956) le suggérait. Le taux de croissance de l'économie sera déterminé par le productivité marginale constante du capital (A), du taux de préférence intertemporel (ρ) et de l'élasticité du substitution intertemporelle (σ). Toutes ces variables étant des paramètres structurels des

économies. Ce modèle permet d'avoir une croissance endogène sans avoir recours à des rendements croissants à l'échelle ($\alpha+\beta>1$).

De plus, il est plus cohérent avec les faits stylisés empiriques de la croissance soutenue à long terme de la consommation, de la production et du capital (Kaldor (1961); Baumol & Wolf (1988); De Long (1988)). γ n'étant pas nul à long terme puisque A est une constante qui peut être suffisamment grande pour générer un taux de croissance positif ($A>\rho$). Intuitivement, cela veut dire que le rendement productif du capital (A) excède le rendement nécessaire à la satisfaction de consommation intertemporelle des ménages (ρ). Ce modèle simple de croissance endogène semble mieux représenter la réalité que le modèle néo-classique de croissance exogène. Après avoir exploré très brièvement le modèle le plus simple de croissance endogène, nous allons nous intéresser à l'introduction du secteur public dans ce type de modèle.

2. Modèle simple de croissance endogène avec secteur public.

Il existe dans ce champ d'étude deux approches de modélisation souvent abordées dans la littérature. La première, adoptée par Barro (1990) et Ram (1986), traite surtout de l'effet du flux des dépenses publiques sur la croissance. La seconde, adoptée notamment par Rebelo (1991) et Alesina & Rodrik (1991), aborde principalement l'effet de la taxation (du revenu ou de la consommation). Dans un premier temps, nous allons survoler le modèle simple de croissance endogène avec dépenses publiques de Barro. Puis, nous aborderons très brièvement l'article de Alesina & Rodrik (1991).

2.1 L'impact des dépenses publiques: Barro (1990)

Barro (1990) modifie légèrement le *modèle Ak* de Rebelo pour y introduire un secteur gouvernemental qui finance ses dépenses par l'imposition d'une taxation moyenne sur le revenu, τ . Barro considère les dépenses publiques comme des inputs de production

nécessaires au secteur privé. C'est cette action positive des dépenses gouvernementales qui risque d'avoir un effet productif sur la croissance. La production de cette économie démontre des *rendements constants à l'échelle* en k et g . Néanmoins, ce modèle respecte l'hypothèse de rendements décroissants à l'échelle du **capital privé**.

Soit g la quantité de services publics disponible à chaque ménage-producteur. Ces services publics sont gratuits et il n'y a aucune rivalité dans la consommation de ces services. Barro (1990) considère que les services publics ne génèrent aucune externalité liée à l'utilisation des services publics. Ce ne sont que des inputs pour le producteur privé et cet input (g) est un pauvre substitut pour l'autre input k , le capital privé. La fonction de production a des RCoÉ par rapport aux deux inputs utilisés ensemble mais des *rendements décroissants à l'échelle* (RDÉ) par rapport aux inputs pris séparément. g est le niveau de service public par habitant et k est le niveau par habitant du stock de capital agrégé. Le gouvernement équilibre également toujours son budget soit $\tau y = g$.

Définissons la fonction de production du ménage-producteur comme:

$$y = \Phi(k, g) = A k^{1-\alpha} g^{\alpha} \quad , \Phi' > 0 \text{ et } \Phi'' < 0 \quad (9)$$

Afin de simplifier son analyse, Barro (1990) suppose qu'il n'y a pas de dépréciation de capital ni de croissance de population; que tous les ménages-producteurs sont identiques et qu'ils ont un horizon infini. Le problème de ces ménages est donc de maximiser leur utilité en valeur courante en prenant le niveau de service public, g , comme donnée et sous contrainte de la fonction d'accumulation usuelle où il n'y a qu'un seul bien qui peut être accumulé ou consommé, k .

Avec une fonction d'utilité du type ÉSIC, le problème se pose ainsi:

$$\text{Max}_{\{c\}} U(0) = \int_0^{+\infty} e^{-\rho t} \frac{c_t^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} dt, \sigma > 0 \quad (10)$$

sous contrainte de:

$$\dot{k}_t = (1-\tau)Ak_t^{1-\alpha}g_t^\alpha - c_t, k_0 \text{ donné} \quad (11a)$$

$$g = \tau y = \tau Ak^{1-\alpha}g^\alpha \quad (11b)$$

Il est important ici de remarquer la formulation des dépenses gouvernementales par habitant, g . On remarque qu'une caractéristique de (11b) est que le ratio dépenses publiques-capital est une constante ($g/k=(\tau A)^{1/1-\alpha}$). Ce résultat est très important. On peut montrer que l'effet des dépenses publiques sur la fonction de production sera de rendre la productivité marginale du capital constante. Puisque $f_k(k,g) = (1-\alpha)A(g/k)^\alpha$ et que de (11b) $g/k=(\tau A)^{1/1-\alpha}$ est une constante, si l'on substitue le ratio dépenses publiques-capital dans $f_k(k,g)$, on obtient une productivité marginale du capital privé constante ($f_k(k,g) = (1-\alpha)A^{1/(1-\alpha)}\tau^{\alpha/(1-\alpha)}$). De plus, si l'on exprime (11a) par ($y=Ak(g/k)^\alpha$) et que l'on substitue le rapport (g/k) par la constante $(\tau A)^{1/1-\alpha}$, on obtient la fonction de production suivante: $y = A^{1/(1-\alpha)}\tau^{\alpha/(1-\alpha)}k$. Le terme $A^{1/(1-\alpha)}\tau^{\alpha/(1-\alpha)}$ étant une constante, cette fonction de production peut se ramener à la forme Ak de Rebelo (1991). Qui comme nous l'avons mentionné ci-haut, nous assure l'obtention d'un modèle de croissance endogène convexe.

Réolvons ce problème en posant l'hamiltonien en valeur courante suivant:

$$H(c,k,\lambda;t) = e^{-\rho t} \left[\frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \mu((1-\tau)Ak^{1-\alpha}g^\alpha - c) \right] \text{ où } \mu e^{-\rho t} = \lambda \quad (12)$$

Et les conditions nécessaires et suffisantes de premier ordre sont:

$$\frac{\partial H}{\partial c} = 0 \rightarrow e^{-\rho t} \left[\frac{(1-\sigma)c^{-\sigma}}{(1-\sigma)} - \mu \right] = 0 \rightarrow \mu = c^{-\sigma} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial H}{\partial k} &= -\dot{\lambda} - e^{-\rho t} \mu (1-\tau)(1-\alpha) A \left(\frac{g}{k} \right)^\alpha = e^{-\rho t} (\rho \mu - \dot{\mu}) \\ \frac{\dot{\mu}}{\mu} &= \rho - A(1-\tau)(1-\alpha) \left(\frac{g}{k} \right)^\alpha = -\sigma \frac{\dot{c}}{c} \end{aligned} \quad (14)$$

et la condition de transversalité:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda k = 0 \quad (15)$$

De ces équations et de (11b) on trouve que:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \gamma_c = \sigma^{-1} \left\{ (1-\alpha)(1-\tau) A \frac{1}{1-\alpha} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \rho \right\} \quad (16)$$

On remarque que le taux de croissance de la consommation n'est fonction que des paramètres du modèle. Ce qui fait de ce modèle, un modèle de croissance endogène. Le ratio g/k a disparu de l'équation (14) à cause de l'équation (11b).

La croissance dans ce modèle est générée par l'action gouvernementale: lorsque les ménages décident d'épargner une unité de consommation afin d'obtenir une unité de capital, le gouvernement doit fournir une unité supplémentaire d'input public (g) afin de conserver un taux de taxation τ constant (n'oublions pas que de (11b) on a montré que g/k était une constante). Les dépenses publiques, (11b), permettent à ce modèle d'obtenir une productivité marginale constante à long terme. Ce qui garantit un modèle de croissance endogène.

Si l'on note le terme de gauche à l'intérieur de l'accolade dans l'équation (16), Φ , on trouve γ_c semblable au modèle précédent soit:

$$\gamma_c = (\Phi - \rho) \cdot \sigma^{-1} \quad (16')$$

Puis en utilisant la contrainte d'accumulation du capital, il est aisé de montrer que $\gamma_c = \gamma_k$.

Dans un modèle de croissance avec un secteur public, il est intéressant de s'interroger sur le niveau de taxation, τ , nécessaire pour maximiser la croissance des variables économiques. Il est élémentaire de dériver ce τ^* dans ce modèle. Il suffit de trouver le point τ^* qui maximise γ_c .

Ce point, τ^* , existe là où $d\gamma_c/d\tau=0$ soit:

$$\frac{d\gamma_c}{d\tau} = \frac{d}{d\tau} \left[(1-\alpha)(1-\tau)A \frac{1}{1-\alpha} \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} - \rho \right] = 0 \quad (17)$$

en manipulant quelque peu les termes de cette équation, on obtient:

$$\frac{d\gamma_c}{d\tau} = \alpha \tau^{\frac{2\alpha-1}{1-\alpha}} - \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} = 0 \quad (18)$$

avec comme résultat du taux de taxation optimal:

$$\frac{d\gamma_c}{d\tau} = \tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} [\alpha \tau^{-1} - 1] = 0 \rightarrow \tau^* = \alpha \quad (19)$$

Pour maximiser le taux de croissance de l'économie, le gouvernement fixe sa part de revenu national (de (11b): $\tau=g/y$) égale à la part qu'il obtiendrait si g était un facteur de production compétitif (α).

On peut remarquer dans ce problème, voir équation (11a), que lorsque la production par habitant augmente, les dépenses gouvernementales augmentent, ce qui augmente à son tour la production. Ceci représente l'externalité associée à la présence du secteur public dans ce modèle similaire à celui de Rebelo(1991).

Dans ce problème décentralisé les ménages-producteurs ne perçoivent pas l'externalité causée par le secteur gouvernemental. Donc, l'on pourrait s'attendre à ce que la solution centralisée diffère de la solution décentralisée puisque le planificateur tiendrait compte de cette externalité. C'est ce que l'on obtient. La solution centralisée nous donne un taux de croissance γ_c plus élevé que dans le cas décentralisé, soit:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \gamma_c = \frac{(1-\tau)\tau^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} A^{\frac{1}{1-\alpha}} - \rho}{\sigma} \quad (20)$$

et comme $0 < \alpha < 1$, γ_c centralisé est supérieur à celui décentralisé. On peut montrer que γ_c centralisé est également maximisé en $\tau^* = \alpha$ (Voir Figure 3). Les résultats d'une économie de marché en concurrence parfaite sont les mêmes que dans le cas d'une économie décentralisée où les ménages sont à la fois consommateurs et producteurs.

Empiriquement, Levine & Renelt (1990), trouvent que les dépenses gouvernementales agrégées ont un impact négatif sur la croissance. Cependant, cette variable n'est pas robuste. Des dépenses gouvernementales, ils ont retranché les dépenses en formation de capital, en éducation et de défense nationale pour un échantillon de 119 pays. Ils soulèvent le problème que cette mesure de dépenses fiscales agrégées peut ne pas refléter l'efficacité de ces dépenses mais plutôt le volume de l'intervention gouvernementale.

Bien qu'ils n'obtiennent pas de corrélation robuste entre la formation de capital brut du gouvernement/PNB, les dépenses en éducation/PNB, les dépenses

gouvernementales militaires/PNB et le taux de croissance moyen des économies, ils avouent que la piètre qualité des données utilisées pourrait avoir une influence sur leur test de robustesse. Ces résultats semblent néanmoins suggérer que l'investissement public soit moins productif que l'investissement privé.

2.2 L'impact de la taxation et de la redistribution de revenu. Alesina & Rodrik (1991)

Dans cette deuxième catégorie de modèles, les auteurs essaient de vérifier quelles sont les politiques de taxation qui sont optimales pour une économie qui désire croître. Ce genre de modèle correspond bien aux problèmes des pays en voie de développement (PVD) qui tentent d'instaurer des politiques fiscales qui pourraient stimuler la croissance de leur richesse et ainsi les sortir de leur pauvreté chronique. À l'instar de Barro (1990), Alesina & Rodrick (1991) analysent l'importance du type de taxation lorsque la richesse de la population est inégalement distribuée.

Dans une autre section de son article, Rebelo (1991) trouve que l'imposition d'une taxe sur le seul input des firmes abaisse le taux de croissance. Alesina & Rodrik (1991) trouvent le même résultat sauf que leur démarche est plus complète, parce qu'ils "*endogénéisent*" la décision de taxation en utilisant un modèle de croissance avec électeur-médian. Dans une première partie, Alesina & Rodrik modélisent une économie où il existe deux types d'agents. Le premier type est le capitaliste-rentier qui retire le rendement net de son capital et le second type est formé de travailleurs qui consomment tout leur revenu composé du revenu de leur travail et du paiement de transfert reçu par l'imposition d'une taxe sur le capital. Comme Rebelo (1991), ils obtiennent que l'imposition d'une taxe sur le capital réduit le taux de croissance optimal.

Considérons une économie fermée où il existe deux types d'agents, des capitalistes-rentiers et des travailleurs. La fonction de production est la même que celle employée par Barro (1990) bien qu'elle ne soit pas exprimée en terme par habitant, soit:

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} G^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \quad (21)$$

Le gouvernement établit toujours un équilibre budgétaire et impose seulement une taxe sur le capital (τ). Cette taxe est séparée en deux parties: $(1-\lambda)$ va aux dépenses publiques (biens publics purs) et λ va en transfert aux travailleurs, $0 < \lambda < 1$. La décision de répartir les fonds publics de cette façon est exogène et est, par conséquent, considérée comme telle par les deux groupes d'individus. La répartition des taxes prélevées sera déterminée par l'objectif que visera le gouvernement de cette économie. On peut représenter les dépenses gouvernementales par:

$$\lambda \tau K + G = \tau K \quad (22)$$

Le transfert aux travailleurs est $\lambda \tau K$. C'est le gouvernement qui détermine la part des taxes qui seront redistribuées en transferts ainsi que le taux moyen (qui est le même que le taux marginal de taxation). On considère que λ et τ sont exogènes. Comme nous l'avons montré à la section précédente, il est possible de réduire (21) et (22) à une fonction de production Ak telle qu'utilisée par Rebelo (1991).

Puisque l'on a deux types d'individus, pour ne pas dire deux classes sociales, le problème de chaque classe est de maximiser son utilité indépendamment de celle de l'autre classe. Le problème du capitaliste représentatif (on suppose une homogénéité des préférences des capitalistes: il existe un agent représentatif) est:

$$\text{MAX}_{\{C_K\}} U_K(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(C_K^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} dt, \sigma > 0 \quad (23)$$

sous contrainte de:

$$\dot{K} = (r - \tau)K - C_K, K_0 \text{ donné} \quad (24)$$

où r est le rendement du capital³ que l'on suppose égal à sa productivité marginale, C_K est la consommation des capitalistes et K est le stock de capital. On suppose en plus que la fonction d'utilité des capitalistes est du type ÉSIC. Ce problème d'optimisation dynamique peut se résoudre à l'aide du hamiltonien:

$$H(C_K, K, \lambda; t) = e^{-\rho t} \left\{ \frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \mu [(r - \tau)K - C] \right\} \quad (25)$$

Les conditions nécessaires et suffisantes de premier ordre de ce problème d'optimisation dynamique sont:

$$\frac{\partial H}{\partial C} = 0 \rightarrow C^{-\sigma} = \mu \quad (26)$$

$$\frac{\partial H}{\partial K} = -\dot{\lambda} \rightarrow \frac{\dot{\mu}}{\mu} = [\rho - (r - \tau)] \quad (27)$$

et la condition de transversalité:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda \cdot K = 0 \quad (28)$$

Par ces trois conditions et par la contrainte d'accumulation on trouve que:

³ $r = \partial Y / \partial K = \alpha A [G/K]^{(1-\alpha)} = \alpha A [(1-\lambda)\tau]^{(1-\alpha)} \equiv r(\lambda, \tau)$

$$\frac{\dot{C}_K}{C} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{Y}}{Y} \equiv \gamma = (r - \tau - \rho) \quad (29)$$

Le problème d'optimisation des travailleurs est de:

$$\text{MAX}_{\{C_L\}} U_L(0) = \int_0^{\infty} e^{-\delta t} \frac{(C_L^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} dt, \quad c > 0 \quad (30)$$

Notons que les travailleurs n'ont pas le même taux d'escompte intertemporel que les capitalistes. On pourrait s'attendre avec cette modélisation à avoir $\delta > \rho$, par exemple. On suppose que les travailleurs et les capitalistes ont la même élasticité de substitution intertemporelle, σ , et qu'il n'ont accès à aucun crédit.

Les travailleurs ont une offre inélastique de travail qui est normalisée à un, $L \equiv 1$. La contrainte budgétaire des travailleurs est $C_L = w + \lambda \tau K$, K_0 est donné et w est le salaire⁴ des travailleurs.

En utilisant la contrainte budgétaire des travailleurs, en la divisant par K , en sachant que $w = \omega(\lambda, \tau)K$, en prenant le logarithme népérien de cette expression et en prenant en dernier lieu la dérivée par rapport au temps, il résulte que:

$$\gamma \equiv \frac{\dot{C}_K}{C_K} = \frac{\dot{K}}{K} = \frac{\dot{C}_L}{C_L} \quad (31)$$

En joignant tous ces résultats, on obtient le taux de croissance de l'économie le long du sentier de croissance équilibrée:

⁴ $w = \partial Y / \partial L = (1-\alpha)A((1-\lambda)\theta)^{1-\alpha} K = \omega(\lambda, \tau)K$

$$\gamma(\tau, \lambda) = \alpha A [(1-\lambda)\tau]^{(1-\alpha)} - \tau - \rho \quad (32)$$

De cette équation on tire deux résultats intéressants. Premièrement, tout gouvernement qui attache une certaine importance à la redistribution du revenu (i.e $\lambda > 0$) réduira le taux de croissance de son économie ($\partial\gamma/\partial\lambda < 0$). Deuxièmement, le taux de taxation τ affectera le taux de croissance γ :

$$\frac{\partial\gamma}{\partial\tau} = 0 \rightarrow \tau = [\alpha(1-\alpha)A]^{\frac{1}{\alpha}} \equiv \tau^* \quad (33)$$

La relation entre γ et τ est montré à la figure 4.

Quelles seront les valeurs de λ et de τ que le gouvernement choisira sachant les résultats ci-haut? Alesina & Rodrik (1991) montrent que si le gouvernement vise seulement à maximiser γ , il fixera $\lambda^* = 0$ et $\tau^* = (\alpha(1-\alpha)A)^{1/\alpha}$. Donc, c'est comme si le gouvernement maximisait seulement l'utilité des capitalistes. Ce résultat est peu surprenant.

Comme les modèles de croissance se basent essentiellement sur l'accumulation de capital comme source de croissance économique, toute taxation de capital (dans ce cadre de modélisation) réduira effectivement l'accroissement du stock de capital. Mais dans une situation où il y aurait une certaine agitation sociale envers les détenteurs de capital, les capitalistes accepteraient probablement d'être taxés afin d'acheter une *paix social*. Cette redistribution de revenu maximiserait leur utilité. Alors, étant donné toutes les contraintes, le gouvernement maximiserait γ en fixant un $\lambda^* > 0$.

Alesina & Rodrik (1991) montrent également que si le gouvernement attache une certaine importance au bien-être des travailleurs, le niveau de taxation τ sera supérieur

à τ^* défini plus haut. De ce fait, la solution qui maximise le bien-être des deux classes sociales ne coïncide pas avec la solution qui maximise le taux de croissance de l'économie à long terme.

Alesina & Rodrik explorent aussi les conséquences sur le taux de croissance de long terme de l'économie lorsque chaque individu possède une partie de capital. Dans ce cas, ils supposent que le gouvernement n'impose aucune redistribution de revenu ($\lambda^* = 0$). Ils arrivent au résultat attrayant que plus le capital sera distribué inégalement au sein de la population, plus le niveau de taxation (τ^*) sera élevé dans un régime démocratique. Donc, par leur modèle de croissance avec un électeur-médian, ils montrent que le taux de croissance de l'économie à long-terme sera inférieur dans une démocratie avec forte inégalité de revenu que dans une économie centralisée ou dans une économie où tous possèdent la même part de capital. Après une vérification empirique de leur modèle, Alesina & Rodrik (1991) suggèrent que les données corroborent leur conclusion.

III. UNE EXTENSION

1. Modèle de croissance endogène avec secteur public: l'effet des infrastructures publiques.

Dans cette section, on développe un modèle de croissance endogène avec secteur public. On a vu que Barro (1990) supposait les dépenses publiques, g , nécessaires à la production. Alors, une économie comportant très peu de dépenses publiques par rapport à un même niveau de capital privé aurait un niveau de revenu inférieur selon ce modèle. À la limite, on peut penser qu'une économie où le secteur public est infiniment petit par rapport au secteur privé aurait une production nulle. Barro, malgré tout, évite ce problème en supposant que g n'est pas fixe, puisqu'il suppose que g provient d'une taxe moyenne sur le revenu.

Ce scénario de production nulle avec un stock de capital privé positif est possible si l'on permet au secteur privé de remplacer le secteur public dans la plupart des activités productives traditionnellement réservées à l'État telles que la voirie, le transport public, la santé, l'éducation et les parcs nationaux. Ou bien si l'on fixait les dépenses publiques à un niveau précis à toutes les périodes. Pour Barro, les dépenses publiques ne peuvent être remplacées par un secteur privé qui pourrait avoir des incitations à fournir ce bien public en quantité suffisante et à prix raisonnable.

Mais de penser que le secteur public est essentiel à la production d'une économie n'est-il pas trop exagéré? D'ailleurs, n'existe-t-il pas un courant idéologique *antigouvernementaliste* important au sein des économistes? Depuis Adam Smith, un bon nombre d'économistes fustigent les interventions gouvernementales. Alors, il peut paraître aberrant de supposer que l'input de dépenses publiques soit essentiel à la production d'une économie à moins qu'il y ait preuve d'externalité positive de ce secteur.

Le modèle proposé dans cette section tente de répondre à ces arguments en modifiant la modélisation de Barro. Malgré tout, ce modèle s'interroge sur la même question que Barro. Quel est l'importance du secteur public dans l'économie et principalement, quel est son importance pour la croissance du revenu par habitant?

Ce modèle repose sur deux hypothèses fondamentales. La première est que le capital public est un input de production et qu'il sert à accroître la production. La seconde est que ce capital public n'est pas essentiel à la production de l'économie. Je ne considérerai pas que le flux des dépenses courantes publiques peut affecter la production de cette économie. Bien que l'on doit reconnaître l'effet bénéfique que puisse avoir les dépenses publiques dans le système juridique sur la production. Une protection adéquate des droits de propriétés est un exemple de dépenses publiques pouvant affecter positivement la production d'une économie.

Cependant, le but de ce modèle, est de mettre en relief l'effet des dépenses publiques en infrastructures publiques, soit le capital public. Avec la modélisation adoptée ici, il serait particulièrement simple d'introduire l'effet des dépenses publiques dans ce modèle. Ce modèle fait abstraction intentionnellement de cette variable pour être en mesure de bien circonscrire l'effet des dépenses en capital public.

En plus, ce modèle veut permettre une production positive de l'économie même si l'État n'investit pas dans le capital public. Cela a deux avantages. Le premier est qu'il permet de substituer l'investissement de l'État dans les autoroutes, les écoles, les hôpitaux par un investissement privé. On observe, d'ailleurs, certains exemples de ceci actuellement dans le monde (le tunnel sous la Manche reliant la France et l'Angleterre). Une autoroute, qu'elle soit construite par des cols bleus de l'État ou par une firme privée ne change pas son utilisation par la population. Le prix peut être perçu différemment (taxation ou prix à l'entrée) mais dans un marché où il y a concurrence parfaite, cela n'affectera pas la production ni la consommation.

Deuxièmement, ceci reflète la possibilité pour un État de ne se consacrer qu'à la protection des droits de propriétés, des relations internationales et de la protection civile. Ce que l'on peut imaginer ne nécessitant que très peu de capital public. Dans ce sens, l'État pourrait n'offrir que des services à la population.

On suppose qu'il n'y a pas de dépréciation de capital et que tous les agents ont un horizon infini. Il n'y a pas de croissance de population, nous normalisons la population à l'unité (i.e. $L = 1$). De ce fait, on peut utiliser les variables agrégés comme variables par habitant⁵.

La firme représentative de cette économie compétitive est décrite par la fonction de production suivante, utilisée par Jones & Manuelli (1988):

$$Y^i = F^i(Z^i, \Gamma) = [AZ^{1\rho} + B\Gamma^\rho]^{\frac{1}{\rho}} \quad (34)$$

F est homogène de degré un, ce qui suppose des rendements constants des deux inputs;

- où
- Z^i est le niveau de **capital physique et humain** employé par la firme i ;
 - Γ est le niveau capital public disponible à toutes les firmes;
 - A et B sont deux constantes exogènes;
 - on fixe $\rho = 1$ pour avoir une élasticité de substitution entre les facteurs de production parfaite.

Le stock de capital public, Γ , comprend les autoroutes, les hôpitaux, les écoles, les réseaux d'aqueduc et toutes les infrastructures payées par le gouvernement. De plus, on suppose que l'accroissement de Γ est financé entièrement par une taxe sur le capital privé. Je n'étudierai que ce mode de taxation, bien qu'on pourrait en considérer plusieurs autres sans modifier les principaux résultats.

⁵ L'utilisation de majuscules dans cette section est équivalente à l'utilisation de minuscules.

Le produit marginal des deux inputs est constant. Puisque l'on considère Z comme un agrégat de capital physique et humain cette hypothèse est raisonnable. De plus, le fait que Γ soit également un agrégat de différentes sortes de capital public cela permet de supposer que sa productivité marginale soit constante.

Maintenant, supposons que le gouvernement ne consacre qu'une fraction, β , de ses revenus à accroître Γ et que l'autre fraction, $(1-\beta)$, est consacrée à la consommation publique, P , qui ne génère aucune externalité. Supposons également que le gouvernement impose un taux de taxation moyen, équivalent dans ce cas-ci au taux marginal de taxation, τ , sur la capital de l'économie, Z . Si l'on suppose que le gouvernement équilibre en tous temps son budget, on a que:

$$\Gamma_t = \int \beta \tau Z(v) dv \quad (35)$$

Si l'on note les taxes récoltées par l'État $T(v)$ et les dépenses gouvernementales totales par $G(v)$, ces taxes seront réparties comme suit: $T(v) = \tau \cdot Z(v) = G(v) = d\Gamma/dt + P(v) = \beta\tau Z(v) + (1-\beta)\tau Z(v)$. Donc, à chaque année, v , le gouvernement investit $d\Gamma/dt = \beta\tau Z(v)$ dans le stock de capital public et $P(v) = (1-\beta)\tau Z(v)$ en dépenses courantes ne générant aucune externalité ou production.

Le consommateur de cette économie maximise sa fonction d'utilité de type ÉSIC:

$$U(C) = \frac{C^{1-\sigma}-1}{1-\sigma}, \quad \sigma > 0 \quad (36)$$

Puisque le seul bien produit par cette économie est homogène, il ne peut qu'être consommé ou accumulé alors,

$$Y = C + \dot{Z} + G \quad (37)$$

comme $Y = AZ + B\Gamma$ et que $G = \tau Z = d\Gamma/dt + P$, on obtient la contrainte d'accumulation du capital privé,

$$\dot{Z} = [AZ + B\Gamma] - C - \tau Z \quad (38)$$

avec Z_0 donné, $Z(t) > 0$ et $C(t) > 0$.

Le consommateur représentatif faisant partie de cette économie en concurrence parfaite, il prend le niveau de τ comme donné. Et puisque cette économie est formée d'un agent représentatif et d'une firme représentative, on peut représenter cette économie comme celle d'un consommateur-producteur. Ce consommateur-producteur maximise son utilité étant donné la contrainte d'accumulation du capital.

Son problème de maximisation intertemporel est donc:

$$\text{MAX}_{\{c\}} U(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(c^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} dt \quad (39)$$

sous contrainte de:

$$\dot{Z} = [AZ + B\Gamma] - C - \tau Z, \quad Z_0 \text{ et } \Gamma_0 \text{ donnés} \quad (40)$$

$$\dot{\Gamma} = \beta \tau Z, \quad Z_0 \text{ donné} \quad (41)$$

Posons l'hamiltonien:

$$H(c, z, \lambda; t) = e^{-\rho t} \left\{ \frac{c^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \theta_1 [AZ + B\Gamma - C - \tau Z] + \theta_2 [\beta \tau Z] \right\}, \quad \theta_{it} = \lambda_{it} e^{\rho t} \quad i=1,2 \quad (42)$$

Les conditions nécessaires et suffisantes (voir Mangasarian (1966)) de premier ordre sont:

$$\frac{\partial H}{\partial C} = 0 \rightarrow C^{-\sigma} = \theta_1 \quad (43)$$

$$\frac{\partial H}{\partial Z} = -\dot{\lambda}_1 \rightarrow \dot{\theta}_1 = \rho\theta_1 - \theta_1(A - \tau) - \theta_2\beta\tau \quad (44)$$

$$\frac{\partial H}{\partial \Gamma} = -\dot{\lambda}_2 \rightarrow \dot{\theta}_2 = \rho\theta_2 - \theta_1 B \quad (45)$$

et les conditions de transversalité,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_1 Z = 0 \quad (46)$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda_2 \Gamma = 0 \quad (47)$$

Pour résoudre ce problème d'optimisation dynamique, nous avons cinq équations, les trois équations de premier ordre du hamiltonien et les deux contraintes dynamiques. Premièrement, nous savons que sur le sentier de croissance équilibrée la consommation croît à un taux constant, χ , i.e. $\dot{c}/c = \chi$. Alors, de (46) et (47), on trouve (51):

$$-\sigma \frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} = \rho + \tau - A - \frac{\theta_2}{\theta_1} \beta \tau \quad (48)$$

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma} [A + \frac{\theta_2}{\theta_1} \beta \tau - \rho - \tau] = \chi \quad (49)$$

Et le taux de croissance à long-terme de la consommation est déterminé par (52):
Également, de la contrainte d'accumulation du capital public, on trouve (53):

$$\frac{\dot{\Gamma}}{\Gamma} = \beta\tau \frac{Z}{\Gamma} \quad (50)$$

Comme à long terme le taux de croissance de Γ est constant, en prenant le Log de l'équation précédente puis en prenant la dérivé de cette expression par rapport au temps on trouve que:

$$\frac{\dot{\Gamma}}{\Gamma} = \frac{\dot{Z}}{Z} \quad (51)$$

On voit de (53) que $\Gamma/Z = \beta\tau(\dot{\Gamma}/\Gamma)^{-1}$ est une constante. Utilisant ce résultat dans la contrainte d'accumulation du capital privé, en isolant les constantes du même côté:

$$\left[\frac{\dot{Z}}{Z} - (A - \tau) - B \frac{\Gamma}{Z} \right] = -\frac{C}{Z} \quad (52)$$

Le côté gauche étant une constante, on prend le Log des deux côtés puis on dérive par rapport au temps, on trouve que:

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{\dot{Z}}{Z} \quad (53)$$

On sait que le taux de croissance de θ_1 est $-\sigma\chi$ et de (52) on trouve que:

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{\sigma\chi + \tau + \rho}{\beta\tau} \quad (54)$$

est une constante à long terme. En prenant la dérivé par rapport au temps de θ_2/θ_1 , on trouve que:

$$\frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} = \frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} \quad (55)$$

En utilisant ce résultat, de (47) et (48), on obtient une équation quadratique qui détermine θ_2/θ_1 de (52) en fonction des paramètres structurels du modèle⁶:

$$\frac{\theta_2}{\theta_1} = \frac{-(A-\tau) \pm \sqrt{(A-\tau)^2 - 4(\beta\tau)(-B)}}{2(\beta\tau)} = \pi(\beta, \tau, A, B) \quad (56)$$

De ce fait, on peut maintenant montrer que (52) n'est fonction que des paramètres du modèle et que l'on a un taux de croissance de l'économie qui est endogène:

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma} [A + (\pi(\beta, \tau)\beta - 1)\tau - \rho] = \chi(\beta, \tau) \quad (52^*)$$

De plus, sachant que

$$\frac{dY}{dt} = \frac{\partial F}{\partial Z} \frac{dZ}{dt} + \frac{\partial F}{\partial \Gamma} \frac{d\Gamma}{dt} \rightarrow \dot{Y} = A\dot{Z} + B\dot{\Gamma} \quad (58)$$

et si l'on divise par Y de chaque côté, que l'on multiplie \dot{Z} par Z/Z et que l'on fait la même chose pour Γ , sachant que $\dot{Z}/Z = \dot{\Gamma}/\Gamma$,

⁶ En mettant (47) et (48) en taux de croissance, on obtient:

$$\begin{aligned} \frac{\dot{\theta}_1}{\theta_1} &= \rho - (A-\tau) - \frac{\theta_2}{\theta_1} \beta \tau = \rho - \frac{\theta_1}{\theta_2} B = \frac{\dot{\theta}_2}{\theta_2} \\ &\rightarrow \left[\frac{\theta_2}{\theta_1} \right]^2 \beta \tau + \frac{\theta_2}{\theta_1} (A-\tau) - B = 0 \end{aligned}$$

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{AZ}{Y} \cdot \frac{\dot{Z}}{Z} + \frac{B\Gamma}{Y} \cdot \frac{\dot{\Gamma}}{\Gamma} = \left(\frac{AZ+B\Gamma}{Y} \right) \frac{\dot{Z}}{Z} = \frac{\dot{Z}}{Z} = \frac{\dot{\Gamma}}{\Gamma} \quad (59)$$

Donc, toutes les variables croissent au même taux $\chi(\beta, \tau)$.

De (52*) on remarque que la taxation du secteur privé affecte négativement et positivement le taux de croissance. Par son effet d'éviction sur le capital privé la taxation diminue le taux de croissance de l'économie. Par son apport à la production, $\pi(\beta, \tau, A, B)\beta\tau$, il affecte positivement la croissance du revenu. θ_2 , représentant le prix implicite du capital public, il reflète la productivité marginale future du capital public. Or, plus le capital public sera productif à long terme, plus le ratio θ_2/θ_1 sera grand et $\pi(\beta, \tau, A, B)$ élevé. Et ainsi plus l'intervention publique en matière d'investissement en infrastructure publique sera souhaitable pour maximiser la croissance du revenu. Et du reste, si le gouvernement consacre une grande partie de ses taxes aux infrastructures publiques, β élevé, $\chi(\beta, \tau)$ sera d'autant plus important. Le gouvernement de cette économie peut grandement influencer la croissance de revenu des ménages.

Suite à la question que l'on s'est posé au début de cette section, on peut se demander quel est le niveau de taxation optimal, τ^* , qu'un gouvernement devrait imposer pour maximiser la croissance de revenu? Si l'on maximise le taux de croissance du revenu par rapport à τ , la condition de premier ordre est:

$$\begin{aligned} \frac{d\chi(\beta, \tau)}{d\tau} &= \frac{1}{\sigma} [\beta \pi'(\beta, \tau, A, B)\tau + \beta \pi(\beta, \tau, A, B) - 1] \\ \rightarrow \beta \pi'(\beta, \tau^*, A, B)\tau^* + \beta \pi(\beta, \tau^*, A, B) &= 1 \end{aligned} \quad (60)$$

Comme cette économie ne contient pas d'externalité marshallienne, cette solution décentralisée du consommateur-producteur est la même que la solution centralisée.

Un résultat intéressant de ce modèle implique que l'intervention publique, dans la production de capital public, n'est pas nécessaire pour la production à long-terme mais qu'elle est souhaitable. Si on considère un modèle avec taxation à la Rebelo (1990) où les taxes ne génèrent aucune production ou externalité que ce soit ($\beta=0$), de (52*), il est évident que toute taxation du capital privé aura un effet négatif sur la croissance économique. Notez que dans ce modèle, le secteur privé peut aussi se substituer à l'État dans la provision de capital public tel que défini plus haut.

Un autre point intéressant de ce modèle est qu'il permet de distinguer entre la productivité marginale du capital public (B) et privé (A) ainsi que son impact sur le taux de croissance de l'économie (par l'effet de B sur $\pi(\beta,\tau,A,B)$). Notons que, même si le capital public a un impact important sur le taux de croissance de l'économie, (52*) suggère que la productivité marginale du capital privé a un impact plus substantiel sur le taux de croissance de l'économie que la productivité marginale du capital public. Ce qui semble être confirmé par l'analyse de Levine & Renelt (1990).

Solution décentralisée de marché.

Premièrement, les ménages maximisent leur utilité étant donné une contrainte de richesse privée. L'accumulation de richesse est déterminée par la différence entre le revenu que rapporte la richesse et la consommation de cette richesse. Les ménages ne considèrent pas que le capital public leur appartient. Car le capital public ne génère aucun revenu explicite pour eux. La richesse des ménages est composée de capital (physique et humain) privé et d'obligations. Ce modèle en étant une d'économie fermée, l'offre nette d'obligations est nulle. De ce fait, on peut considérer cette richesse comme uniquement composée de capital privé.

La contrainte d'accumulation de richesse des ménages sera représentée par:

qui tient compte de la taxation du capital privé. W est la richesse privée et r est le rendement de cette richesse.

Le problème des ménages est donc de :

$$\text{MAX}_{\{C\}} U(0) = \int_0^{\infty} e^{-\rho t} \frac{(C^{1-\sigma} - 1)}{1-\sigma} dt \quad (62)$$

sous contrainte de:

$$\dot{W} = (r - \tau)W - C, \quad W_0 \text{ donné} \quad (63)$$

Pour le résoudre, posons l'hamiltonien:

$$H(C, W, \lambda; t) = e^{-\rho t} \left\{ \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} + \theta [(r - \tau)W - C] \right\}, \quad \lambda_t = \theta_t e^{-\rho t} \quad (64)$$

Les conditions nécessaires et suffisantes de premier ordre sont:

$$\frac{\partial H}{\partial C} = 0 \rightarrow C^{-\sigma} = \theta_1 \quad (65)$$

$$\frac{\partial H}{\partial W} = -\dot{\lambda} \rightarrow \dot{\theta} = \rho\theta - \theta[(r - \tau)] \quad (66)$$

et la condition de transversalité,

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \lambda W = 0 \quad (67)$$

Si l'on solutionne ces conditions de premier ordre, on a:

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma} [r - \tau - \rho] = \gamma \quad (68)$$

On peut montrer que γ représente aussi le taux de croissance de la richesse et de la production. Sachant que les firmes rémunèrent le capital selon sa productivité marginale en concurrence parfaite, $P_m Z = dY/dZ = A$, $r = A$. Alors (72) devient,

$$\frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma} [A - \tau - \rho] = \gamma \quad (69)$$

Cette solution décentralisée entraîne que pour tout $\tau > 0$, le taux de croissance décentralisé sera inférieur au taux de croissance centralisé (pour $r > \tau$). Dans ce cas, peu importe la valeur du paramètre β . Si le niveau de τ est trop élevé ($\tau > r$) dans ce cas le rendement net de la richesse sera négatif, incitant les ménages à ne plus épargner. Ce qui se traduira par un taux de croissance négatif de la consommation, de la production et de la richesse. Cette solution est nettement inférieure car les agents ne tiennent pas compte du rôle productif des infrastructures publiques.

IV. CONCLUSION

En résumé, nous avons vu que l'intégration du secteur public dans les modèles de croissance endogène permettait à ce genre de modèle de se rapprocher des faits empiriques observés, bien que la robustesse de ces résultats soit contestée par Levine & Renelt (1990).

L'intégration du secteur public dans ces modèles suit deux approches. La première s'intéresse à l'effet du flux de dépenses publiques sur le taux de croissance de long terme de l'économie. Barro (1990) montre que les dépenses publiques ont un effet positif sur la croissance économique puisqu'elles rendent la productivité marginale du capital privé constante.

La deuxième approche s'interroge sur l'effet de la taxation et de la redistribution sur la croissance. Un bon exemple est l'article d'Alesina & Rodrik (1991) qui obtiennent des résultats très intéressants. Ils suggèrent que l'inégalité de la répartition du capital, dans un système démocratique, conduit ces économies à choisir un taux de taxation optimal qui ne maximise pas le taux de croissance de long terme d'une économie.

Le modèle original présenté dans ce rapport de recherche tente de montrer l'importance du stock de capital public pour la croissance économique. Les résultats suggèrent que l'investissement en capital public aura un effet positif sur le taux de croissance d'une économie décentralisée de producteur-consommateur (qui est équivalente à la solution centralisée). D'ailleurs, on suggère que plus un gouvernement consacre une part importante de ses recettes à accroître le stock de capital public, relativement aux dépenses publiques, plus il réduit l'effet négatif de la taxation du capital sur le taux de croissance de l'économie. Dans le cas d'une économie décentralisée, l'investissement public n'influence pas le taux de croissance de l'économie et la taxation du capital privé le réduit.

Il serait intéressant d'étudier dans ce cadre de modèle, l'effet conjoint d'une externalité des dépenses publiques pour l'entretien du système judiciaire et des investissements publics sur la production. Il serait beaucoup plus approprié de concevoir les dépenses courantes du gouvernement comme ayant un effet positif sur le bon fonctionnement des marchés. De plus, il serait intuitivement attrayant de modéliser le capital public comme étant en mesure d'affecter la productivité marginale du capital privé. Du reste, comme on utilise les infrastructures publiques dans ce modèle, il serait intéressant d'avoir une forme d'*effet de congestion* lié à l'utilisation de ces infrastructures. Une vérification empirique rigoureuse de ces résultats serait également souhaitable.

FIGURES

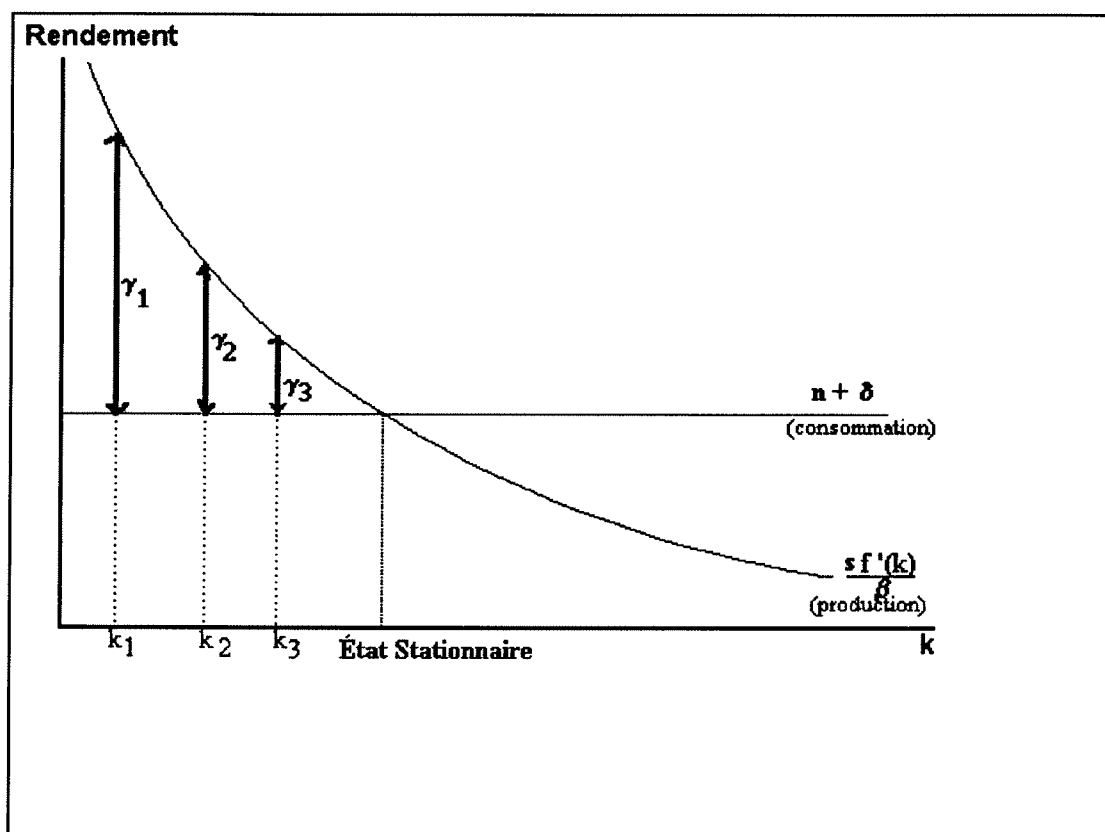


Figure 1 Modèle néoclassique traditionnel: Solow (1956)

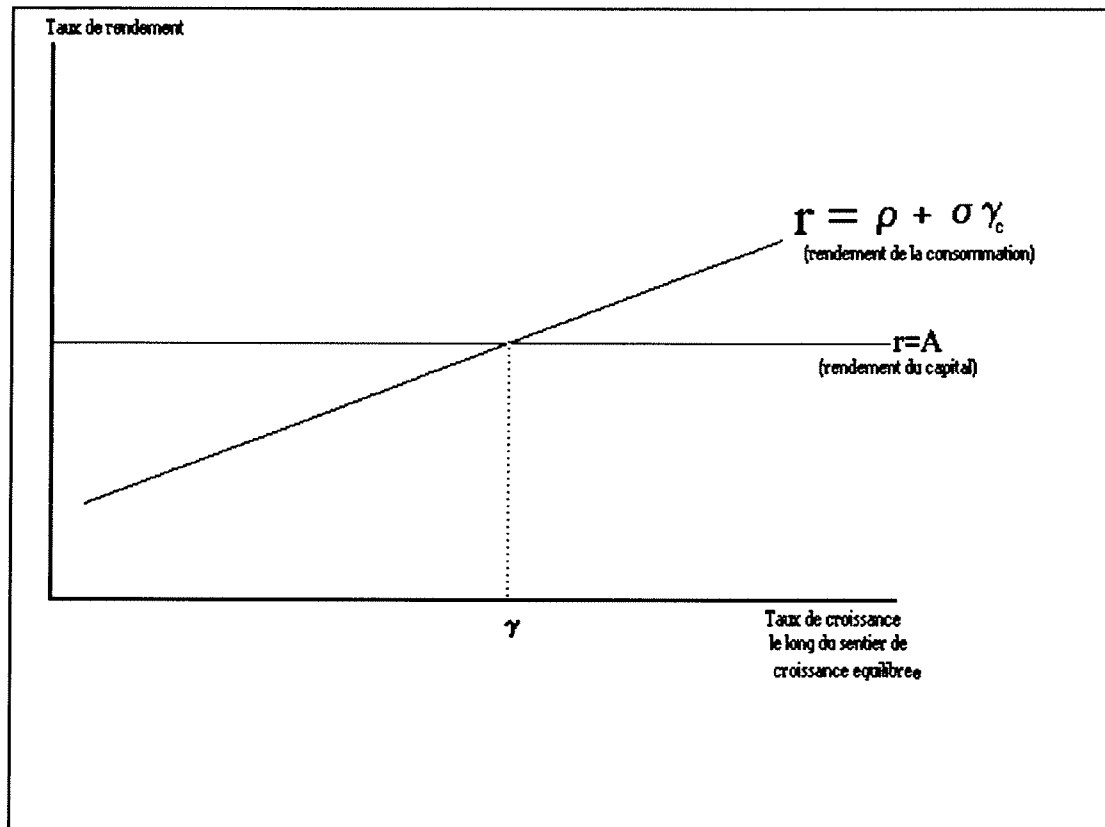


Figure 2 Taux de croissance équilibrée de long terme: Rebelo (1990)

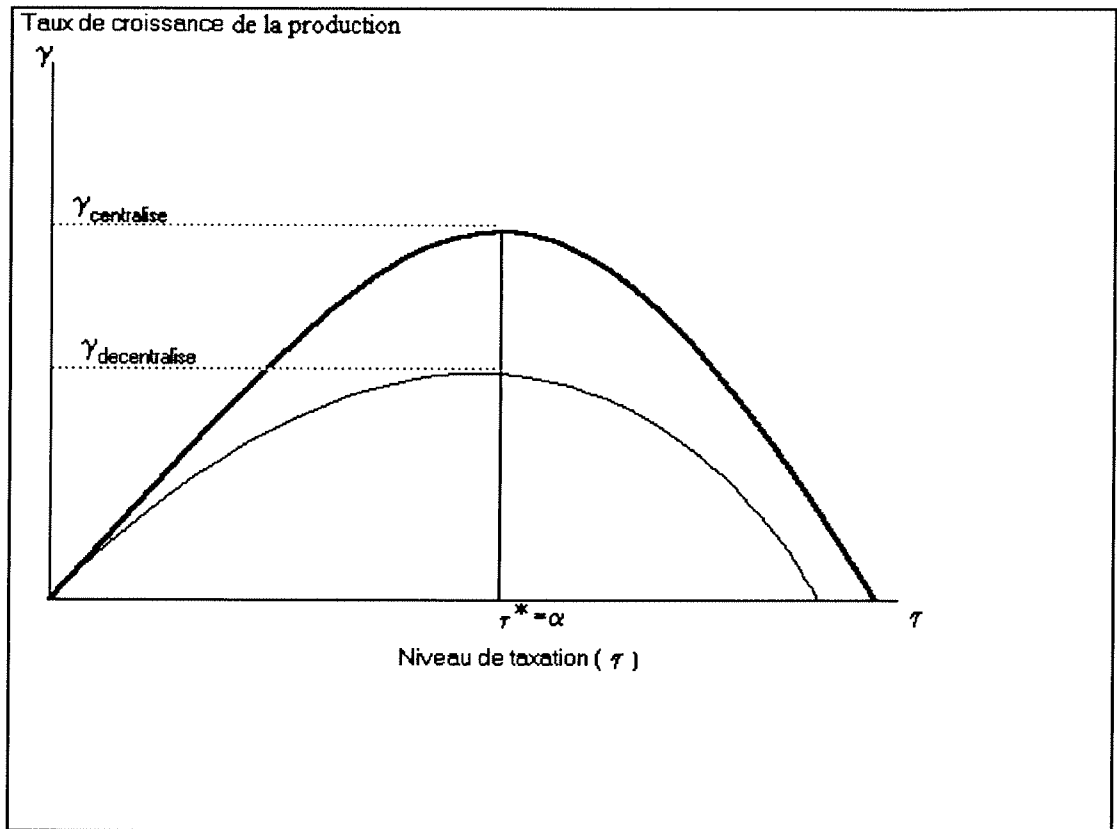


Figure 3 Taux de croissance de long-terme et taxation: Barro (1990)

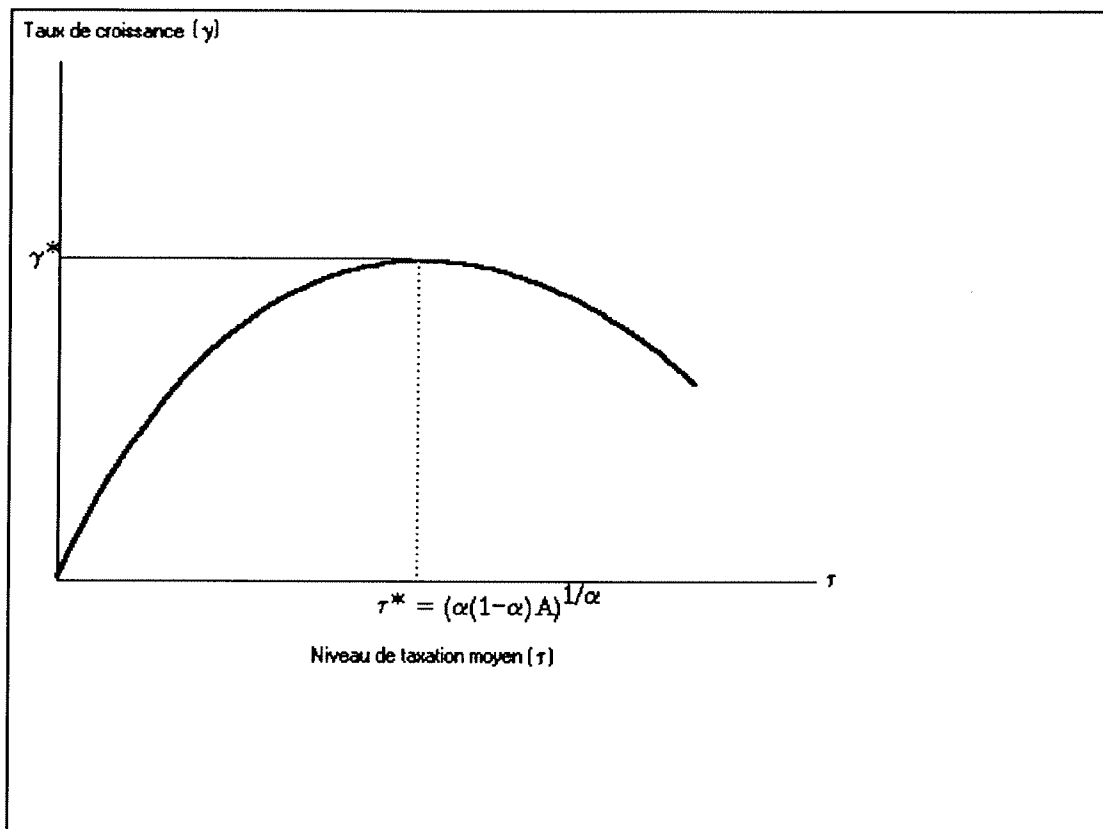


Figure 4 Taxation optimale et taux de croissance: Alesina & Rodrik (1991)

BIBLIOGRAPHIE

ABRAMOVITZ, Moses (1989), Economics of Growth, dans *Thinking about Growth*, Cambridge University Press, Cambridge. Déjà publié dans *A Survey of Contemporary Economics*, Bernard F. Haley éditeur pour l'American Economic Association, Richard D. Irwin Inc., Homewood, Ill., pp.132-174, 1952.

AGHION, P. & HOWITT, P. (1989), A Model of Growth through Creative Destruction., *M.I.T. Working Paper*, no.527.

ALESINA, A. & RODRIK, D. (1991), Distributive Politics and Economic Growth, *NBER Working Paper Series*, no. 3668, mars, 41 pages.

AMBLER, S. & PAQUET, A. (1991), The Government as Engine of Growth and of Cyclical Fluctuations, CERPE miméo, département de sciences économiques, UQAM.

ARROW, Kenneth J. (1962), The Economic Implications of Learning by Doing, *Review of Economic Studies*, vol.29, pp.155-173.

ASCHAUER, David A. (1987), Is Government Spending Stimulative?, *miméo*, *Federal Reserve Bank of Chicago*.

ASCHAUER, David A. (1989), Is Public Expenditure Productive?, *Journal of Monetary Economics*, vol.23, mars, pp.177-200.

Banque Mondiale (1991), Rapport sur le développement dans le monde 1991, Oxford University Press, New York.

BARRO, Robert J. (1990), Government Spending in a Simple Model of Endogenous Growth, *Journal of Political Economy*, vol.98, no.5, pp.S103-S125.

BARRO, Robert J. (1991), Economic Growth in Cross Section of Countries, *Quarterly Journal of Economics*, vol.106, no.2, pp.407-444.

BAUMOL, William J. (1986), Productivity Growth, Convergence, and Welfare: What the Long-Run Data Show, *American Economic Review*, vol.76, décembre, pp.1072-82.

BAUMOL, W.J. & WOLFF, E.N. (1988), Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Reply., *American Economic Review*, vol.78, décembre, pp.1155-59.

BECKER, G.S., MURPHY, K.M. et TAMURA, R. (1990), Human Capital, Fertility, and Economic Growth, *Journal of Political Economy*, vol.98, no. 5, pp.s12-s37.

CASS, David (1965), Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation., *Review of Economic Studies*, vol.32, juillet, pp.223-40.

DE LONG, J. Bradford (1988), Productivity Growth, Convergence, and Welfare: Reply., *American Economic Review*, vol.78, décembre, pp.1138-54.

GROSSMAN, G. & HELPMAN, E. (1989), Quality Ladders in the Theory of Growth, *NBER Working Paper Series*, no.3099.

JONES, L. & MANUELLI, R. (1988), A Model of Optimal Equilibrium Growth, *Working Paper*, Stanford University.

KALDOR, Nicholas. (1961), Capital Accumulation and Economic Growth, dans *The Theory of Capital*, F.A. Lutz et D.C. Hague éditeurs, St.Martins pour l'International Economic Association, New York, NY.

KENNEDY, Paul. (1988), The Rise and Fall of the Great Powers, Fontana Press, London, 898 pages.

KOOPMANS, Tjalling C. (1965), On the Concept of Optimal Economic Growth, dans *The Econometric Approach to Development Planning*, North-Holland, Amsterdam.

KURZ, Mordecai (1968), The General Instability of a Class of Competitive Growth Processes, *Review of Economic Studies*, vol.68, mars, pp.155-74.

LEAMER, Edward E. (1983), Let's Take the Con out of Econometrics, *American Economic Review*, vol.73, mars, p.31-43.

LEVINE, R. & RENELT, D. (1990), A Sensitivity Analysis of Cross-Country Growth Regressions, mimeo, Banque Mondiale & Harvard University, 43 pages.

LUCAS, Robert E. (1988), On the Mechanics of Economic Development, *Journal of Monetary Economics*, no. 22, pp.3-42.

MANGASARIAN, O.L. (1966), Sufficient Conditions for the Optimal Control of Non-linear Systems, *SIAM Control Journal*, vol.4, pp.139-52.

RAM, Rati (1986), Government Size and Economic Growth: A New Framework and Some Evidence from Cross-Section and Time-Series Data, *American Economic Review*, vol. 76, no.1, pp.191-203.

REBELO, Sergio (1991), Long-Run Policy Analysis and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, vol.99, no.3, pp.500-521.

ROMER, Paul M. (1986), Increasing Returns and Long-Run Growth, *Journal of Political Economy*, vol.94, no.5, pp.1002-1037.

ROMER, Paul M. (1989), Increasing Returns and New Developments in the Theory of Growth, *NBER Working Paper Series*, no.3098, septembre, 37 pages.

ROMER, Paul M. (1990), Are Nonconvexities Important for Understanding Growth?, *NBER Working Paper Series*, no.3271, février, 12 pages.

ROMER, Paul M. (1990), Endogenous Technological Change, *Journal of Political Economy*, vol.98, no.5, pp.s71-s102.

SALA-i-MARTIN, Xavier (1990), Lecture Notes on Economic Growth: Parts I & II., *NBER Working Paper Series*, no.3563 & 3564, décembre, 36 et 45 pages respectivement.