ANNALES D'ÉCONOMIE ET DE STATISTIQUE. – N° 54 – 1999

Taux d'actualisation public, distorsions fiscales et croissance endogène

Christophe HURLIN, Frank PORTIER *

RÉSUMÉ. – Nous proposons dans cette étude la modélisation d'une économie décentralisée en croissance, ainsi que la dérivation analytique des liens taux d'actualisation des projets d'investissement publics – croissance – coin fiscal, dans un modèle d'équilibre général avec offre de travail endogène et capital public. Nous utilisons les résultats théoriques du modèle pour juger de l'optimalité du ratio capital public/PIB en France, et proposer une norme de taux d'actualisation, en présence de distorsions fiscales. Nous proposons enfin une étude de la dynamique de l'économie suite à l'adoption d'une politique optimale de second rang.

Social Discount Rate, Tax Distortions and Growth: A Model with an Application to the French Economy

ABSTRACT. – We propose in this paper an analytical endogenous growth model with public capital and distortionary taxation. We derive what should be the social discount rate that maximizes welfare or growth, with or without constraint on the maximal amount of fiscal revenues that can be raised by lump sum taxation. We are able to derive a growth wedge and a fiscal wedge in the suboptimal level of the social discount rate. A calibrated example for the French economy is then proposed and the dynamics following the adoption of a second best policy is studied.

---

* C. HURLIN : Respectivement CEPREMAP - MAD Paris I. F. PORTIER : CREST - CEPREMAP. Ce travail est la version remaniée d'un rapport préparé pour le Commissariat Général du Plan, que nous remercions pour son financement. Nous remercions également P.Y. HÉNIN, A.T. MOCILNIKAR, les participants à l'ESEM 97 et aux séminaires de l'Université Complutense de Madrid et de l'Université de Toulouse I et enfin deux rapporteurs anonymes de cette revue ainsi que son éditeur J.P. LAFFARGUE pour leurs remarques constructives.

1 Introduction

Dans une économie où le capital public est un facteur de production, la détermination du taux d'actualisation des projets publics n'est pas une question triviale, dès lors que l'on s'éloigne des hypothèses de l'équilibre général walrasien. Lorsque l'impôt n'est plus forfaitaire, lorsque les marchés sont incomplets, lorsqu'il existe des externalités, le taux d'intérêt du marché financier n'est pas un bon indicateur de la rareté sociale des ressources, et ne doit pas être *a priori* appliqué pour évaluer la rentabilité d'un projet public. En France, le Commissariat Général au Plan annonce un taux d'actualisation des projets d'investissement publics qui doit, en théorie, être utilisé dans l'évaluation des projets d'investissement publics.

La détermination du taux d'actualisation des projets d'investissement publics a fait l'objet de recherches théoriques intensives en économie publique (voir par exemple ARROW et KURZ [1970]), recherches dont les avancées récentes sont présentées par HÉNIN [1997]. En parallèle, les travaux de ASCHAUER [1989] ont montré empiriquement l'importance du capital public dans la production de valeur ajoutée au niveau agrégé, ainsi que dans la détermination du taux de croissance lorsque cette littérature est croisée avec celle relative à la croissance endogène (ROMER [1986]). Ainsi, à l'intersection des théories de la croissance et de l'économie publique, la recherche sur la taxation optimale, les dépenses publiques et la croissance est devenue très active (ZHU [1992], GLOMM et RAVIKUMAR [1994], BARRO et SALA-I MARTIN [1992], CASSOU et LANSING [1995], GLOMM et RAVIKUMAR [1997], LANSING [1998]). Cependant, à notre connaissance, aucun travail ne propose une étude des relations taux d'actualisation des projets d'investissement publics – distorsions fiscales dans un modèle de croissance endogène. C'est cette étude qui est proposée ici, dans le cadre d'un modèle précédemment utilisé par CASSOU et LANSING [1995].

Nous proposons une modélisation certes relativement abstraite d'une écono-mie décentralisée en croissance, mais qui permet une dérivation analytique des liens taux d'actualisation des projets d'investissement publics – croissance – coin fiscal, dans un modèle d'équilibre général avec offre de travail endogène et capital public.

Nous obtenons dans ce travail deux résultats théoriques intéressants. Le premier est lié à l'incidence de la fiscalité distorsive dans le modèle. Plaçons nous dans le cas où le gouvernement maximise l'utilité de l'agent représentatif. Au premier rang, il choisira de financer forfaitairement ses dépenses. Lorsqu'il est contraint à ne pas utiliser les impôts forfaitaires, et contrairement à une intuition de calcul économique en équilibre partiel, la présence d'une distorsion fiscale impliquera simultanément une baisse du rendement requis et une hausse du ratio capital public/PIB, via un effet d'éviction de l'activité privée par la dépense publique. Il n'y a ainsi pas de lien négatif univoque entre le niveau du taux d'actualisation et le niveau de l'investissement public.

Le second résultat notable montre que lorsque le gouvernement a comme objectif de maximiser la croissance de l'économie, il va choisir de sur-accumuler le capital public, et va donc réduire le taux d'actualisation qu'il annonce aux décideurs publics d'investissement.

Au-delà de l'analyse théorique, nous proposons une étude quantifiée du modèle, afin de juger de l'optimalité du ratio capital public/PIB en France, et de proposer une norme de taux d'actualisation. Quatre points doivent être soulignés. Premièrement, le modèle révèle, pour une large plage de valeurs des paramètres, un taux d'actualisation effectif en France autour de 10 % par an. Deuxièmement, le taux d'actualisation maximisant le bien être, lorsque seule la fiscalité directe est permise s'avère relativement sensible aux paramètres, mais prend une valeur de 13.5 % environ au point moyen. Troisièmement, le rapport capital public/PIB, qui prend une valeur de 65 % environ en France, devrait être réduit d'une dizaine de point pour respecter un critère d'optimalité de second rang. Cette correction ne doit pas passer par une baisse de l'investissement public, mais par une réduction de la fiscalité directe qui, en réduisant les effets d'éviction sur l'activité privée, augmente plus l'activité que le stock de capital public, de sorte que le rapport capital public/PIB se trouve réduit. Quatrièmement, dès lors que l'objectif est de maximiser le taux de croissance, une analyse au point moyen révèle des taux d'actualisation bien plus faibles, entre 5 et 8 %, le capital public étant un moteur de la croissance.

Ces résultats étant par nature conditionnels à l'étalonnage du modèle, une étude de sensibilité est proposée. Dans l'ensemble, nous n'obtenons pas de conclusions extrêmes en terme de sur-accumulation de capital public.

Enfin, nous étudions la dynamique de transition de l'économie suite à une modification des décisions publiques (fiscalité et taux d'investissement), celles-ci passant des valeurs observées à celles identifiées comme optimale sous la contrainte de ne pas utiliser l'imposition forfaitaire. Nous montrons que ce changement structurel de la politique économique conduit à augmenter progressivement, mais lentement, le taux d'actualisation des projets publics.

L'étude est organisée de la manière suivante. La section 2 présente le modèle, la section 3 le cas où le gouvernement maximise le bien-être, la section 4 le cas où le gouvernement maximise la croissance et la section 5 propose une quantification des effets pour l'économie française.

2 Le modèle

Nous présentons d'abord le modèle, avant de calculer l'équilibre et les règles de décision des agents privés pour une trajectoire donnée de décisions publiques.

2.1. Technologie et préférences

On considère une économie composée d'un ménage représentatif et d'une entreprise représentative. Le ménage offre son travail, consomme, paie des impôts et accumule le capital privé qu'il loue à l'entreprise. L'entreprise produit un bien unique à l'aide de capital public, de capital privé et de services de travail. Ce bien peut être utilisé pour la consommation, l'investissement en capital public et pour l'investissement en capital privé.

La technologie de la firme représentative est décrite par la fonction COBB-DOUGLAS :

$$y_t = A_0 k_t^{\alpha} (l_t h_t)^{\mu} k_{g,t}^{1-\alpha-\mu} \tag{1}$$

où y_t, k_t et $k_{g,t}$ désignent respectivement la production, le stock de capital privé et le stock de capital public considéré comme exogène par la firme. Le capital public est assimilé ici à un bien public pur au sens de SAMUELSON [1954]. On suppose que les paramètres α et μ vérifient $\alpha + \mu \leqslant 1$. L'emploi efficace correspond au travail augmenté d'un terme de progrès technique h_t correspondant à l'équilibre au niveau moyen de capital privé utilisé dans l'économie k_t. On suppose ainsi que toutes les externalités de production à l'exception de celle liée aux services des infrastructures à disposition de l'entreprise privée représentative, sont proportionnelles au stock de capital privé. Notons que les rendements sont constants par rapport aux facteurs accumulables. La croissance est endogène et repose uniquement sur les processus d'accumulation du capital privé et du capital public [1]. Dans ce papier, nous ne testons pas la validité de l'hypothèse de rendements constants dans les facteurs accumulables. Lors de la phase d'étalonnage du modèle, cette constance des rendements sera une hypothèse de travail qui nous servira à observer l'économie, et non une restriction testable d'un modèle englobant les congigurations de croissance endogène et exogène.

Dans les modèles de croissance endogène, on retient souvent l'hypothèse simplificatrice de dépréciation complète des infrastructures (voir BARRO [1990], BARRO et SALA-I MARTIN [1992] et GLOMM et RAVIKUMAR [1994]), et l'on assimile $k_{g,t}$ à un flux de dépenses publiques productives. Si cette simplification n'est pas réellement limitative sur le plan théorique tant que l'on considère des régimes permanents, elle s'avère en revanche difficilement compatible avec un exercice d'étalonnage axé sur une problématique de taux d'actualisation. C'est pourquoi nous supposerons que les stocks de capital privé et public se déprécient respectivement aux taux δ et δ_g.

$$k_{t+1} = A_1 i_t^{\delta} k_t^{1-\delta} \tag{2}$$

$$k_{g,t+1} = A_2 i_{g,t}^{\delta_g} k_{g,t}^{1-\delta_g} \tag{3}$$

Notons la spécification log-linéaire des équations d'accumulation. Une telle spécification, qui peut être rationalisée comme l'approximation d'un modèle avec coûts d'ajustement sur le capital, permet une résolution analytique du modèle.

La somme actualisée des flux d'utilité que maximise le ménage est donnée par

$$\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \log(c_t - B h_t l_t^{\gamma})$$

1. Une spécification plus générale de la fonction de production permet d'envisager conjointement les cas de croissance endogène et exogène. La version croissance exogène du modèle, qui ne présente pas de résultats particulièrement nouveaux, est étudiée dans HURLIN et PORTIER [1997].

où $0 < \beta < 1$ représente le paramètre d'escompte psychologique, B et γ sont des constantes positives, c_t représente la consommation et l_t le travail. Le paramètre γ régit l'élasticité de l'offre de travail. Cette spécification de l'utilité assure une offre de travail ne dépendant que du salaire réel, et indépendante de la richesse de l'agent. Elle a le double avantage de permettre une résolution explicite, et de ne pas faire reposer les résultats du modèle sur des effets richesse difficiles à observer dans l'offre de travail. Nous supposons en outre qu'une variable de progrès technique h_t affecte également la production domestique, et donc l'utilité marginale du loisir. Une telle hypothèse est nécessaire à l'obtention d'un sentier de croissance équilibrée, étant donnée la forme particulière des préférences. La variable h_t est considérée comme donnée par le ménage, mais sera déterminée de façon endogène à l'équilibre comme une externalité liée au capital ($h_t = k_t$ *ex-post*).

Enfin, on suppose que le gouvernement finance ses dépenses d'investissement $i_{g,t}$ et ses dépenses improductives [2] G_t par un impôt proportionnel à la production, noté τ_t et par une taxe forfaitaire T_t. Les dépenses de consommations publiques sont considérées comme exogènes par le gouvernement, et sont à l'équilibre proportionnelles au revenu ($G_t = \psi y_t$). L'équilibre budgétaire est défini par

$$\tau_t y_t + T_t = i_{g,t} + G_t$$

2.2. Equilibre concurrentiel

Dans cette sous-section, nous déterminons une trajectoire d'équilibre concurrentiel conditionnellement à une trajectoire de décisions publiques $\{\tau_t, T_t, k_{g,t}; t > 0\}$. Les allocations concurrentielles peuvent être obtenues comme solutions de la maximisation de l'utilité du ménage représentatif sous contrainte technologique privée, celui-ci étant l'unique propriétaire de l'entreprise représentative.

Le programme de l'agent représentatif consiste donc à déterminer les processus $\{c_t, i_t, y_t, k_{t+1}, l_t, t \geqslant 0\}$ qui maximisent son utilité intertemporelle sous sa contrainte budgétaire et sa contrainte technologique.

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \log(c_t - B h_t l_t^{\gamma}) \tag{4}$$

sous

$$c_t + i_t = (1 - \tau_t) y_t - T_t \tag{5}$$

$$y_t = A_0 k_t^{\alpha} (l_t h_t)^{\mu} k_{g,t}^{1-\alpha-\mu} \tag{6}$$

$$k_{t+1} = A_1 i_t^{\delta} k_t^{1-\delta} \tag{7}$$

2. Il est possible d'introduire ces dépenses dans la fonction de production ou d'utilité, sans changer fondamentalement les mécanismes du modèle. Nous sommes ici principalement intéressés par les dépenses d'investissement du gouvernement, et supposons pour simplifier que le autres dépenses sont improductives et non valorisées par les ménages.

En résolvant le problème par une méthode de coefficients indéterminées, nous obtenons après calculs (voir annexe A) les règles de décisions privées suivantes:

$$i_t = a_t^0(1-\tau_t)y_t \tag{8}$$

$$\frac{1}{\lambda_t} = b_t^0(1-\tau_t)y_t \tag{9}$$

$$\frac{\beta\alpha}{b_{t+1}^0} - \frac{1}{\delta}\frac{a_t^0}{b_t^0} - \beta\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)\frac{a_{t+1}^0}{b_{t+1}^0} = 0 \tag{10}$$

$$b_t^0 = \frac{\gamma-\mu}{\gamma} - a_t^0 - \frac{T_t}{y_t(1-\tau_t)} \tag{11}$$

où λ est le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte emploi-ressource. Les suites de coefficients indéterminés $\{a^0\}$ et $\{b^0\}$ représentent respectivement le taux d'investissement public en pourcentage du PIB après impôts directs et l'utilité indirecte du revenu après impôts directs. Notons le caractère inhabituel de la forme de la solution dans ce cas. Dans la mesure où il existe des impôts forfaitaires, les coefficients des règles de décisions privées sont non constants, et sont données par les suites (10) et (11).

3 Taux d'actualisation et maximisation du bien-être

Compte tenu des fonctions de comportement des agents à l'équilibre, nous calculons la valeur du rendement requis des investissements publics lorsque le gouvernement admet pour objectif la maximisation de l'utilité intertemporelle. Afin d'étudier l'impact de la distorsion fiscale sur le taux d'actualisation, nous envisagerons successivement le cas non contraint et un cas contraint où le montant des recettes forfaitaires est fixé de manière exogène.

3.1. Politique optimale avec fiscalité forfaitaire

Il est clair que l'impôt forfaitaire n'est pas en réalité un outil à la disposition des gouvernements, mais cette situation nous servira de référence lorsque nous étudierons les cas plus réalistes ou seule la fiscalité distorsive est disponible.

Programme du gouvernement : Le gouvernement agit comme un leader de STACKELBERG dans un jeu avec le secteur privé : il détermine les trajectoires du taux d'imposition direct, du niveau de taxation forfaitaire et du niveau de capital public maximisant l'utilité intertemporelle de l'agent représentatif sous les contraintes des fonctions de comportement des agents à l'équilibre et sous sa contrainte budgétaire

$$\max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \log(c_t - Bh_t l_t^{\gamma}) \tag{12}$$

sous les contraintes

$$y_t = A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu(1-\tau_t)}{B\gamma}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} k_t^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)-\mu}{\gamma-\mu}} k_{g,t}^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \tag{13}$$

$$k_{t+1} = A_1 i_t^{\delta} k_t^{1-\delta} \tag{14}$$

$$i_t = a_t^0 (1-\tau_t)\, y_t \tag{15}$$

$$k_{g,t+1} = A_2 i_{g,t}^{\delta_g} k_{g,t}^{1-\delta_g} \tag{16}$$

$$i_{g,t} + G_t = \tau_t\, y_t + T_t \tag{17}$$

$$c_t - Bh_t l_t^{\gamma} = b_t^0\,(1-\tau_t)\, y_t \tag{18}$$

$$\frac{\beta\alpha}{b_{t+1}^0} - \frac{1}{\delta}\frac{a_t^0}{b_t^0} - \beta\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)\frac{a_{t+1}^0}{b_{t+1}^0} = 0 \tag{19}$$

$$b_t^0 = \frac{\gamma-\mu}{\gamma} - a_t^0 - \frac{T_t}{y_t(1-\tau_t)} \tag{20}$$

La résolution de ce programme est détaillée en annexe B. On en déduit en particulier le taux d'investissement public a_1 :

$$\frac{i_g}{y} = a_1 = \frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}$$

Notons que pour $\delta_g = 1$, le stock de capital se ramène au flux d'investissement public i_g, et l'on retrouve un taux d'investissement optimal égal à la valeur de l'élasticité de la production au capital public, comme dans Barro [1990] (au facteur d'escompte près, puisqu'il existe ici un décalage de une période entre investissement et production).

Taux d'actualisation et rendement requis des projets d'investissement publics : Le rendement requis des projets d'investissement publics est défini par la productivité marginale du capital public :

$$R_t = \frac{\partial y_t}{\partial k_{g,t}} = (1-\alpha-\mu)\frac{y_t}{k_{g,t}} \tag{21}$$

La productivité moyenne du capital public s'écrit :

$$\frac{y_t}{k_{g,t}} = \frac{1}{A_2^{1/\delta_g} a_1}\left(\frac{k_{g,t+1}}{k_{g,t}}\right)^{1/\delta_g}$$

Le long d'un sentier de croissance équilibrée, le rendement requis ne dépend donc que du facteur de croissance, de l'élasticité de la production par rapport au capital public et du taux d'investissement public optimal a_1.

D'après les équations d'accumulation du capital privé et du capital public (14) et (16), les équations de comportements d'investissement, on obtient :

$$\frac{k_g}{k} = \frac{A_2^{1/\delta_g}}{A_1^{1/\delta}} \frac{a_1}{a_0(1-\tau)} (g)^{\frac{\delta_g-\delta}{\delta\delta_g}}$$

Le taux de croissance g, se déduit alors de la fonction de production, de la contrainte d'accumulation du capital privé (14) et de l'équation de comportement d'investissement. Le long d'un sentier de croissance équilibrée, on obtient :

(22)

$$g^* = \left\{ A_1^{1/\delta} a_0(1-\tau)^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu}{\gamma B}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} \left[\frac{A_2^{1/\delta_g}}{A_1^{1/\delta}} \frac{a_1}{a_0(1-\tau)}\right]^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \right\}^{\delta_g\sigma}$$

avec

$$\sigma = \frac{\delta(\gamma-\mu)}{\delta_g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]+\delta\gamma(1-\alpha-\mu)}$$

On peut alors exprimer le rendement requis comme suit :

$$(23)\ R_u^* = \left[\frac{1-\beta(1-\delta_g)}{\beta\delta_g A_2^{1/\delta_g}}\right]$$

$$\left\{ A_1^{1/\delta} A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu}{\gamma B}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} \left[\frac{A_2^{1/\delta_g}}{A_1^{1/\delta}} \frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}\right]^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \left[\frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)}\right]^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)-\mu}{\gamma-\mu}} \right\}^{\sigma}$$

Il est malheureusement difficile de donner un commentaire synthétique de cette équation. Elle nous servira cependant de référence dans le calcul des coins fiscaux, ainsi que dans la partie quantitative de l'étude.

Le taux d'actualisation des projets publics est défini comme le rendement requis net de la dépréciation et des coûts d'ajustement. Dans un modèle sans coût d'ajustement et où l'accumulation serait linéaire ($k_{g,t+1} = (1-\delta_g)k_{g,t} + i_{g,t}$), ce taux serait donné par $R - \delta_g$. Dans notre économie, le taux d'actualisation est égal au rendement requis net de la dépréciation et des coûts d'ajustements :

$$TA_t = R_t + \frac{\partial(k_{g,t+1} - k_{g,t})}{\partial k_{g,t}} \tag{24}$$

$$= R_t - 1 + (1-\delta_g)\frac{k_{g,t+1}}{k_{g,t}} \tag{25}$$

Le long d'un sentier de croissance équilibré, nous aurons

$$TA = R - 1 + (1-\delta_g)g$$

Remarquons que à partir de (25), nous retrouvons $TA_t = R_t - \delta_g$ dans le cas d'une accumulation linéaire sans croissance.

3.2. **Politique optimale avec fiscalité distorsive**

On suppose maintenant que le gouvernement considère comme exogène le montant des recettes fiscales forfaitaires T_t. A l'équilibre, on supposera ces recettes forfaitaires proportionnelles au revenu $T_t = \tau_c^f(1-\tau_t)y_t$ [3].

3.2.1. **Programme contraint du gouvernement**

Les fonctions de comportement des agents à l'équilibre sont identiques au cas précédent. Le gouvernement à pour objectif de maximiser l'utilité de l'agent représentatif en choisissant les trajectoires du capital public et du taux d'impôt direct, connaissant les règles de décisions des agents privés. Comme dans le cas non contraint, nous résolvons ce problème par une méthode de coefficients indéterminés. Cette résolution est présentée en annexe C.

Le premier résultat notable est que le taux d'investissement optimal est identique au cas non contraint : la distorsion fiscale n'a pas d'impact sur le taux d'investissement public optimal, qui dépend uniquement de la technologie et des préférences. Ce résultat d'invariance du taux d'investissement public ne présente pas un caractère général. Dans ce modèle où la désutilité du travail s'exprime en termes de biens, où la fiscalité ne distord pas l'allocation loisir/consommation et où les règles de décision sont log-linéaires, le résultat prévaut, mais n'est pas robuste au relâchement de l'une de ces hypothèses. Il reste néanmoins que la détermination du taux d'actualisation public n'est ni triviale, ni sans intérêt. Premièrement, pour un même taux d'investissement public, le taux d'actualisation optimal sera modifié lorsque la contrainte fiscale se modifie. Deuxièmement, il faut comprendre l'annonce du taux d'actualisation comme le moyen pour une agence centrale de décentraliser les décisions effectives d'investissement en annonçant simplement la rareté du capital public au niveau global. Sa valeur, en complément de celle du taux d'investissement, apporte alors une information.

D'après la contrainte budgétaire du gouvernement, on montre que le taux d'imposition distorsif optimal est égal à :

$$\tau_c = \frac{a_1 + \psi - \tau_c^f}{1-\tau_c^f} = \frac{\left[\frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}\right] + \psi - \tau_c^f}{1-\tau_c^f} \tag{26}$$

Il est alors possible de dériver le rendement requis et de le comparer au cas non contraint.

Impact de la distorsion fiscale sur le rendement requis des projets d'investissement publics : Le rendement requis ne dépend que du taux d'investissement public optimal et du facteur de croissance. La distorsion fiscale affecte le régime permanent et en particulier le rendement requis R_u^c, qui peut se réécrire en fonction de R_u^* et d'un coin fiscal :

$$R_u^c = R_u^* \left\{ \frac{\left[\frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}\right] + \psi - \tau_c^f}{1-\tau_c^f} \right\}^{\frac{\delta\gamma(\alpha+\mu)}{\delta_g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]+\delta\gamma(1-\alpha-\mu)}} \tag{27}$$

3. La contrainte est ici écrite de manière à faciliter les calculs, et correspond à limiter les revenus forfaitaires du gouvernement à une fraction $\tau_c^f(1-\tau)/(\tau+\tau_c^f(1-\tau))$ des dépenses totales.

RÉSULTAT 1: La présence de distorsions fiscales conduit toujours à réduire le rendement requis des projets d'investissement publics.

Le résultat 1 est relativement différent de celui d'équilibre partiel, et il convient d'en donner l'intuition. L'introduction d'une distorsion fiscale (augmentation de τ) entraîne une réduction de l'offre de travail et de la production, c'est-à-dire un effet d'éviction de l'activité privée. L'effort relatif d'investissement public étant constant dans notre spécification, le niveau de l'investissement public diminue lorsque la distorsion est augmentée.

On retrouve le résultat classique selon lequel l'impossibilité de pouvoir financer les projets publics exclusivement sous forme forfaitaire, conduit à l'optimum contraint à une réduction du niveau des dépenses publiques (relativement à la situation non contrainte).

La diminution du rythme d'accumulation du capital privé et public réduit la croissance et engendre une baisse du rendement requis et du taux d'actualisation des projets d'investissement publics.

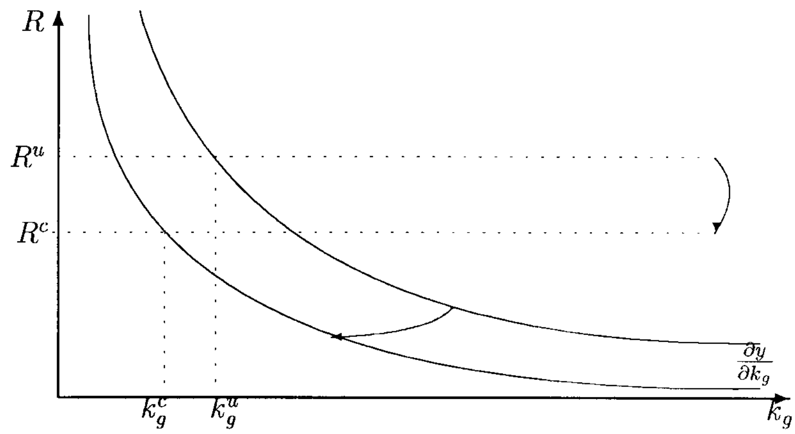
Le résultat selon lequel la baisse du taux d'actualisation coïncide avec une diminution du volume des investissements publics peut paraître contradictoire à ceux obtenus dans une logique de calcul économique mené en équilibre partiel. En effet, dans ce cas la diminution du taux de rendement requis des projets devrait conduire, toutes choses égales par ailleurs à une augmentation du volume des investissements.

Cependant dans notre modèle d'équilibre général, la diminution du taux de rendement requis est plus que compensée par la baisse de la productivité des investissements publics liée à la réduction de la croissance.

Dans le cas où le taux distorsif τ augmente, la courbe de productivité marginale des investissements publics se déplace vers le bas en raison de la réduction de la croissance (voir figure 1). Dès lors la diminution du rendement requis peut parfaitement coïncider avec une réduction du volume des investissements si l'effet récessif de la baisse de la productivité marginale domine l'effet positif lié à la baisse du rendement requis.

FIGURE 1

Effet de la distorsion fiscale sur le rendement requis et le niveau du capital public



4 Taux d'actualisation et maximisation de la croissance

On suppose maintenant que le gouvernement adopte un objectif de maximisation de la croissance. Tout comme pour la maximisation de l'utilité, nous supposerons que le gouvernement considère le montant des dépenses publiques improductives G_t comme exogène. Si le gouvernement se restreint à une politique constante dans le temps, il considérera alors le facteur de croissance équilibrée défini précédemment par:

(28)
$$g = \left\{ A_1^{1/\delta} a_0 (1-\tau)^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu}{\gamma B}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} \left[\frac{A_2^{1/\delta g}}{A_1^{1/\delta}} \frac{\frac{i_g}{y}}{a_0(1-\tau)} \right]^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \right\}^{\delta_g \sigma}$$

avec

$$a_0 = \frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)}$$

Le programme du gouvernement consiste à déterminer les taux d'imposition constants $\{\tau, \tau^f\}$ qui maximisent le facteur de croissance équilibrée (28) sous sa contrainte budgétaire:

$$\tau + \tau^f(1-\tau) = \frac{i_g}{y} + \psi$$

En l'absence de contrainte sur les taux d'imposition, on montre aisément que le taux d'investissement public optimal est à une proportion $(1-\psi)$ de l'élasticité de la production par rapport au capital public, ce qui correspond aux résultats de BARRO [1990] et FUTAGAMI, MORITA, et SHIBARA [1993].

(30)
$$\frac{i_g}{y} = (1-\alpha-\mu)(1-\psi)$$

Cependant, cette solution est obtenue pour une structure fiscale dégénérée, sans grand intérêt pratique : pour maximiser la croissance, dont l'un des moteurs est l'accumulation de capital privé, le gouvernement subventionne les revenus. Par le biais d'une subvention infinie ($\tau < 0$), la productivité des facteurs privés tend vers l'infini, ce qui suscite l'accumulation et la croissance. Cette possibilité offerte au gouvernement d'effectuer des transferts conduit à un facteur de croissance et à un taux d'actualisation infinis.

Cette solution n'a qu'un intérêt théorique, et nous envisageons deux cas contraints plus pertinents d'un point de vue appliqué. La politique contrainte I correspond à une contrainte de non négativité du taux d'impôt distorsif. Nous interdisons ainsi au gouvernement de subventionner les agents privés. Cette contrainte impose un taux d'impôt direct nul, comme dans la solution non contrainte de maximisation du bien-être. La politique contrainte II correspondra à une limite sur le montant d'impôt forfaitaire possible.

4.1. **Politique de croissance maximale contrainte I : le cas sans subvention**

Nous envisageons le cas où l'on impose au gouvernement de ne pas subventionner les agents privés ($\tau \geqslant 0$). La maximisation de la croissance sous une telle contrainte conduit à retenir un financement exclusivement forfaitaire, avec $\tau^{f*} = a_2^* = (1-\alpha-\mu)(1-\psi)$ et $\tau^* = 0$. Le rendement requis des projets d'investissement publics est alors fini et donné par

$$(30)\quad R_g^* = \frac{A_2^{-1/\delta_g}}{(1-\psi)} \left\{ A_1^{1/\delta} A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu}{\gamma B}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} \left[\frac{A_2^{1/\delta_g}}{A_1^{1/\delta}}(1-\alpha-\mu)\right]^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \left[\frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)}\right]^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)-\mu}{\gamma-\mu}} (1-\psi)^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \right\}^{\sigma}$$

où σ est défini par l'équation (3.1). On peut alors montrer que

$$R_u^* = R_g^* \left\{ \left[\frac{1-\beta(1-\delta_g)}{\beta\delta_g}\right](1-\psi) \right\}^{\frac{\delta_g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]}{\delta_g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]+\delta\gamma(1-\alpha-\mu)}}$$

> RÉSULTAT 2 : Lorsque le gouvernement n'engage pas de dépenses improductives ($\psi = 0$), la maximisation de la croissance sous contrainte $\tau \geqslant 0$ conduit toujours à annoncer un rendement requis des projets d'investissement publics plus faible que celui qui résulterait de la maximisation de l'utilité.

Le résultat 2 est totalement intuitif. Le capital public étant un moteur de la croissance, on acceptera un rendement plus faible de celui-ci lorsque l'on souhaite augmenter la croissance, relativement à un objectif de bien-être.

Lorsque $\psi \neq 0$, ce résultat ne prévaut que lorsque le montant des dépenses improductives est inférieur à un seuil $\overline{\psi}^*$.

$$(31)\qquad R_u^* > R_g^* \Longleftrightarrow \psi < \overline{\psi}^* = \frac{1-\beta}{1-\beta(1-\delta_g)}$$

Notons que cette valeur maximale de dépenses improductive est 100 % lorsque la dépréciation du capital public est totale, et est supérieure à 50 % pour des valeurs réalistes des paramètres.

> RÉSULTAT 3 : Il existe un seuil $\overline{\psi}$ de dépenses improductives tel que :
> – si $\psi < \overline{\psi}$, la maximisation de la croissance sous contrainte $\tau \geqslant 0$ conduit à réduire le rendement requis relativement au cas de maximisation de l'utilité. Dans ce cas, il y a sur-accumulation de capital public.
> – au delà de seuil $\overline{\psi}$, le résultat inverse prévaut.
> – pour des valeurs réalistes des paramètres, on a $\psi < \overline{\psi}$

4.2. **Politique de croissance maximale contrainte II : le cas sans prélèvement forfaitaire**

Envisageons à présent le cas où le montant des prélèvements forfaitaires est contraint ($\tau^f \leqslant \tau_c$). La maximisation du facteur de croissance équilibrée conduit ici également à retenir un taux d'investissement public contraint identique à celui obtenu lorsque le gouvernement n'a pas la possibilité de subventionner les agents privés.

$$\frac{ig}{y} = (1-\alpha-\mu)(1-\psi) \tag{32}$$

Le taux d'imposition distorsif est alors celui qui permet le respect de la contrainte budgétaire:

$$\tau_c = \frac{(1-\alpha-\mu) - \tau_c^f + \psi(\alpha+\mu)}{1-\tau_c^f} \tag{33}$$

Le rendement requis contraint est égal :

$$R_g^c = \frac{A_2^{-1/\delta g}}{(1-\psi)} \left\{ A_1^{1/\delta} A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu}{\gamma B}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} \left[\frac{A_2^{1/\delta g}}{A_1^{1/\delta}}(1-\alpha-\mu)\right]^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \left[\frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)}\right]^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)-\mu}{\gamma-\mu}} (1-\psi)^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} (1-\tau_c)^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)}{\gamma-\mu}} \right\}^{\sigma} \tag{34}$$

Comme dans le cas de la maximisation de l'utilité, le taux d'investissement public optimal étant indépendant du taux d'imposition, tout l'effet de la distorsion fiscale passe par le facteur de croissance. L'effet de la distorsion fiscale sur le rendement requis des projets d'investissement publics est donné par la relation :

$$R_g^c = R_g^* [1-\tau_c]^{\frac{\delta\gamma(\alpha+\mu)}{\delta g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]+\delta\gamma(1-\alpha-\mu)}} \tag{35}$$

En substituant τ_c par son expression on obtient :

$$R_g^c = R_g^* \left[\frac{(1-\alpha-\mu) - \tau_c^f + \psi(\alpha+\mu)}{1-\tau_c^f}\right]^{\frac{\delta\gamma(\alpha+\mu)}{\delta g[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]+\delta\gamma(1-\alpha-\mu)}} \tag{36}$$

RÉSULTAT 4 : L'introduction d'une fiscalité distorsive ($\tau_c^f < \tau^{f*} = (1-\alpha-\mu)(1-\psi)$) conduit à réduire le rendement requis lorsque la croissance est maximisée.

5 Une application à l'économie française

Nous nous proposons dans cette section de prendre comme hypothèse que notre modèle est une représentation satisfaisante de l'économie française, afin d'en tirer des implications normatives en terme de taux d'actualisation optimal que le gouvernement devrait annoncer aux Administrations et Entreprises Publiques, par exemple par l'intermédiaire du Commissariat Général au Plan.

Dans un premier temps, nous utilisons le modèle pour révéler la valeur des paramètres structurels de l'économie française. Dans un second temps, nous évaluons les taux d'actualisation révélé et optimal au point moyen de cette économie. Dans un troisième temps nous étudions la sensibilité des résultats au choix de deux paramètres-clé du modèle, le taux de dépréciation du capital public et l'élasticité de la production au capital public. Dans un troisième temps, nous étudierons la dynamique de transition de la situation française observée à la situation optimale contrainte correspondante.

5.1. Etalonnage sur données françaises

Pour déterminer la valeur des paramètres structurels du modèle, nous nous calons sur les parts respectives de l'investissement public, de l'investissement privé, du stock de capital public et du stock de capital privé dans la production calculées sur la période 1965-1995 à partir des séries tirées de la base Perspectives Economiques de l'OCDE [4]. Le taux d'imposition de référence correspond à la part moyenne des dépenses publiques dans la production sur la même période. Nous faisons l'hypothèse que la part des impôts forfaitaires dans le PNB est nulle. Le taux d'intérêt réel r et la part des salaires dans la valeur ajoutée (qui est différente de α en raison de la croissance des rendements au niveau agrégé) sont repris de LAFFARGUE, MALGRANGE, et PUJOL [1990]. L'unité de temps du modèle est l'année. Les paramètres du modèle sont alors déterminés en utilisant les conditions définissant l'équilibre concurrentiel de l'économie, à décisions publiques données. Ainsi, aucune hypothèse n'est faite sur le caractère optimal ou non de la structure fiscale et du niveau du capital public.

TABLEAU 1

Valeurs observées, France, 1965-1995

$\frac{i_g}{y}$	$\frac{k_g}{y}$	$\frac{i}{y}$	$\frac{k}{y}$	τ	τ^F	g	r
.034	.648	.114	1.972	.25	0	1.032	2.692 %

4. Les séries de capital public ont été construites à partir des séries d'investissement public et des taux de dépréciation de la base Flux et Stocks de Capital Fixe de l'OCDE.

Les valeurs retenues pour les élasticités de la production par rapport au stock de capital privé et au stock de capital public ont été estimées sur la période 1970-1990 à partir d'un panel sectoriel de dix pays de l'OCDE [5]. Le taux de dépréciation du capital privé est déduit des conditions de l'équilibre concurrentiel à l'état stationnaire, étant données les observations de r et i/y, τ et α. Nous obtenons une valeur de $\delta = 1.35$ [6].

Deux paramètres-clé du modèle sont donc l'élasticité de la production au capital public, notée $e_g = 1 - \alpha - \mu$ et le taux de dépréciation du capital public δ_g. Pour e_g, nous envisageons une plage de valeurs entre plus et moins 20 % autour de la valeur estimée de 8 %. Concernant δ_g, la plupart des études considère une valeur égale à celle du capital privé δ, soit 1.35 %. Nous envisageons des variations de plus ou moins 20 % autour de ce point. Nous appellerons par la suite point-moyen les valeurs $e_g = 8$ % et $\delta_g = 1.35$ %.

Les paramètres A_1 et A_2 sont déduits des équations d'accumulation du capital privé et du capital public considérées au point moyen observé. La part des dépenses publiques non productives dans la production est définie comme la différence entre les recettes observées et les dépenses d'investissement. L'élasticité de l'offre de travail au salaire réel est supposée égale à deux, ce qui implique une valeur de 1.5 pour γ. Les résultats du modèle sont robustes à la modification de ce paramètre γ.

Enfin, le niveau de contrainte fiscale que nous imposerons sur les impôts forfaitaires sera $\tau_c^f = 0$, c'est-à-dire l'impossibilité de réaliser un financement forfaitaire du capital public.

TABLEAU 2
Valeurs des paramètres du modèle.

α	e_g	γ	B	δ	δ_g	
.455	[.064 , .096]	1.5	1	.0135	[.0108 , .0162]	.216

5.2. **Analyse au point-moyen**

Sous l'hypothèse que notre modèle est vrai, les valeurs données par ce dernier sont présentées dans les tableaux 3 et 4, selon que l'objectif du gouvernement soit la maximisation du bien être ou de la croissance.

Notre modèle révèle au point moyen un taux d'actualisation de 10.5 %, alors que l'optimum est à 20 %, ce qui nécessiterait une réduction de prés de moitié du rapport capital public sur PIB. Cet optimum correspond cependant à un cas assez irréaliste où l'ensemble de la fiscalité serait forfaitaire.

5. Ces estimations ont été menées à partir de séries correspondant à une définition très large du capital public (Source: Perspectives Economiques de l'OCDE). Dans le cas de la définition plus restrictive adoptée notamment par FORD et PORET [1988] (Source: Flux et Stock de Capital Fixe), les estimations conduisent à retenir une élasticité du capital public de 7,4 %. Pour une analyse détaillée, voir HÉNIN et HURLIN [1997].

6. Rappelons que δ n'est pas *stricto sensu* un taux de dépréciation dans la mesure où l'équation d'accumulation du capital est log-linéaire et non linéaire comme en Comptabilité Nationale.

Lorsque l'on impose la nullité de la fiscalité forfaitaire, le taux d'actualisation redescend à une valeur proche de celle révélée, soit 13.6 %. Dans ce cas, une légère réduction du rapport k_g/y est nécessaire, d'un peu plus de 10 points par rapport à la situation observée.

Pour atteindre l'optimum contraint, le gouvernement doit réduire le taux d'imposition direct. Cette baisse de τ implique une hausse des heures travaillées et de l'activité y. L'ajustement à la baisse du ratio k_g/y se fait donc par une hausse de l'activité et non par une baisse du capital public. Nous reviendrons plus tard sur cette transition.

TABLEAU 3

Résultats au point moyen, maximisation du bien être.

	Rendement requis	
révélé	optimal	contraint
12.35 %	22.41 %	15.47 %
	Taux d'actualisation	
révélé	optimal	contraint
10.48 %	20.06 %	13.63 %
	k_g/y	
observé	optimal	contraint
64.8 %	35.69 %	51.71 %
	Impôts forfaitaires /PIB	
observé	optimal	contraint
0 %	24.27 % %	0 %
	Impôts proportionnels/PIB	
observé	optimal	contraint
25 %	0 %	24.27 %
	Croissance	
observée	optimale	contrainte
3.26 %	3.76 %	3.24 %

TABLEAU 4

Résultats au point moyen, maximisation de la croissance.

	Rendement requis	
révélé	contraint I	contraint II
12.35 %	10.54 %	6.82 %
	Taux d'actualisation	
révélé	contraint I	contraint II
10.48 %	8.05 %	4.93 %
	k_g/y	
observé	contraint I	contraint II
64.8 %	75.87 %	117.3 %
	Impôts forfaitaires/PIB	
observé	contraint I	contraint II
0	27.87 %	0 %
	Impôts proportionnels/PIB	
observé	contraint I	contraint II
0	0 %	27.87 %
	Croissance	
observée	contrainte I	contrainte II
3.26 %	3.90 %	3.29 %

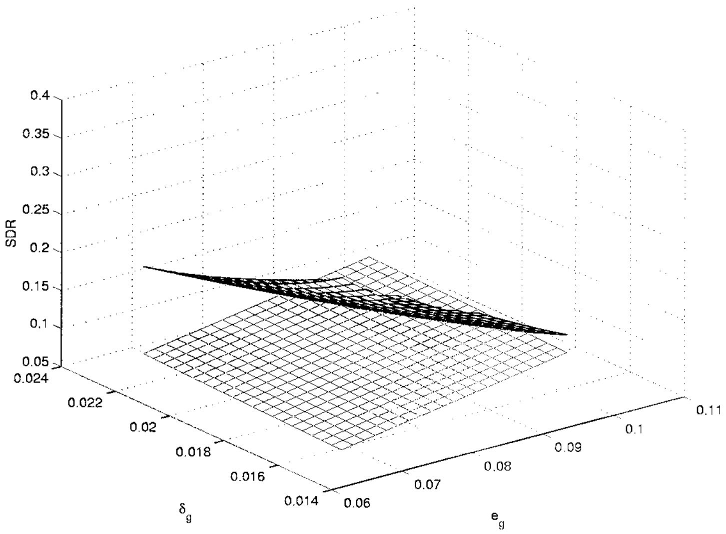
Lorsque l'objectif du gouvernement est de maximiser la croissance, (tableau 4), les taux d'actualisation optimal et contraint sont nettement plus faibles, de l'ordre de 8 % et 5 % selon la contrainte fiscale qui est imposée. La hausse du rapport k_g/y se fait alors en augmentant le taux d'imposition direct, donc en évinçant une partie de l'activité privée.

5.3. Sensibilité à e_g et δ_g

Nous considérons uniquement le cas de maximisation du bien être, les déformations étant du même type dans le cas de la maximisation de la croissance. La figure 2 présente les taux d'actualisation révélé et optimal lorsque δ_g et e_g varient. Le taux d'actualisation révélé varie entre 7.7 % et 13.2 %. On constate que le taux d'actualisation optimal est en général au dessus du taux révélé lorsque le financement forfaitaire est permis. Cependant, pour les valeurs maximales de e_g et δ_g, les deux taux coïncident. Néanmoins, une telle proximité des taux d'actualisation n'est pas un gage d'optimalité, puisque la fiscalité est forfaitaire dans un cas, distorsive dans l'autre.

FIGURE 2

Taux d'actualisation révélé et optimal (Maximisation du bien être).



La figure 3 compare le taux révélé à une situation plus réaliste où le gouvernement maximiserait l'utilité de l'agent représentatif sous la contrainte d'un financement uniquement proportionnel de ses dépenses. Dans un tel cas, il est intéressant de constater qu'il existe toute une région du plan $(e_g,\ \delta_g)$ pour laquelle le taux révélé est optimal. Cette région correspond à des valeurs relativement élevées de la productivité du capital public (e_g de l'ordre de 10 %).

Les figures 4 et 5 traduisent les résultats précédents en terme de rapport capital public sur PIB. La figure 5 montre bien la zone pour laquelle la situa-

FIGURE 3
Taux d'actualisation révélé et contraint (Maximisation du bien être).

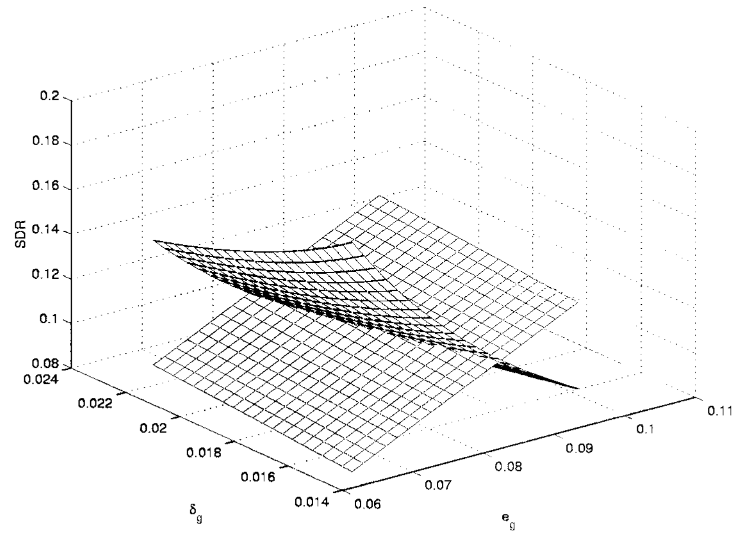
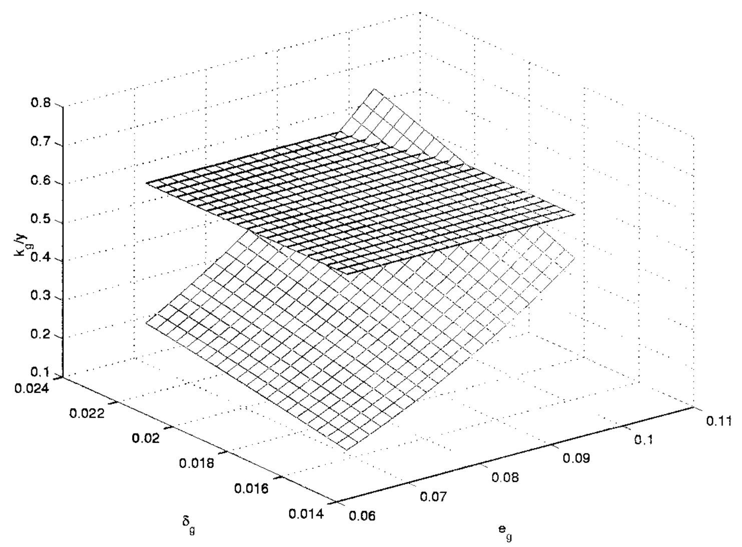


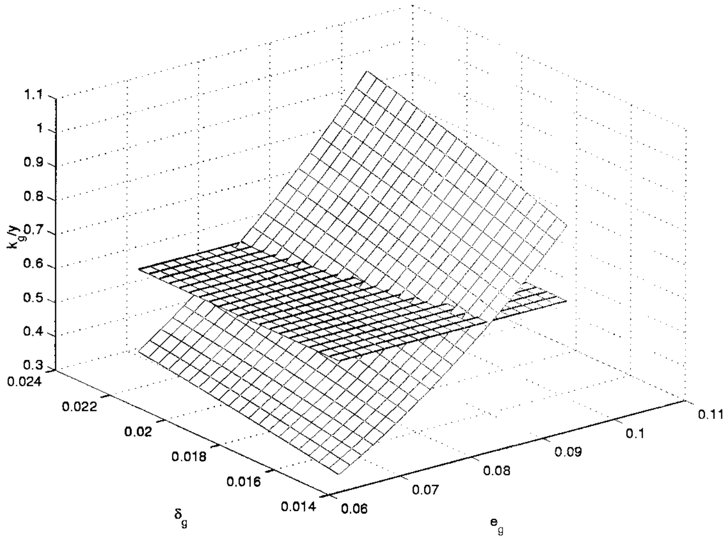
FIGURE 4
Rapport k_g/y observé et optimal (Maximisation du bien être).



tion française peut être considérée comme un optimum de second rang. Il convient ici de noter la sensibilité de ces conclusions à la valeur des paramètres : pour une valeur de e_g de 9.6 % et pour une valeur de δ_g de 1.62 %, le rapport k_g/y optimal contraint est de 89.74 %, alors que l'observé est quelques 20 points au-dessous, à 64.80 % ; à l'autre extrémité de la fourchette ($e_g = 6.4$ % et $\delta_g = 1.08$ %), la proportion optimale contrainte n'est que de 25.17 %.

FIGURE 5

Rapport k_g/y observé et contraint (Maximisation du bien-être).



5.4. Etude des dynamiques de transition

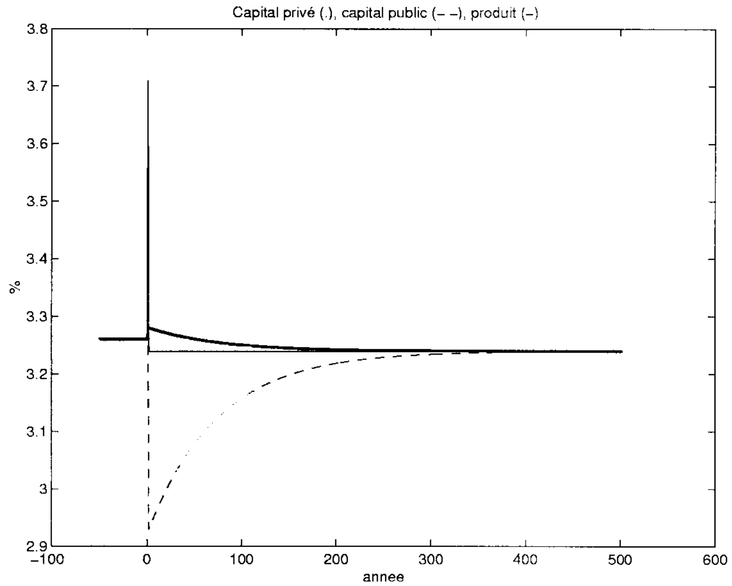
Nous nous proposons d'évaluer dans cette section l'impact dynamique d'un passage de la situation observée à une politique fiscale et d'investissement public maximisant le bien-être sous contrainte d'absence de financement forfaitaire de l'investissement public. La spécification du modèle nous permet en effet de déterminer la politique publique optimale le long de la traverse conduisant au nouveau sentier de croissance équilibrée.

On suppose donc qu'initialement l'économie se situe dans une configuration correspondant à la situation observée sur données françaises au point moyen ($\tau = 0.25,\ \tau^f = 0,\ i_g/y = 0.034$). A la période 0, le gouvernement décide d'appliquer les règles de décisions optimales obtenues dans le cas de la maximisation de l'utilité en présence d'une contrainte de financement exclusivement proportionnel $\tau_c^* = a_1 + \psi,\ \tau_c^f = 0,\ (i_g/y) = a_1$.

A la date du changement de structure fiscale, l'économie se met à croître plus vite (figure 6). Ce saut du revenu est lié à la diminution du taux d'imposition qui suscite une augmentation instantanée de l'offre de travail et donc de la production. Dès la période 1, une fois intervenue la modification du taux d'investissement public, le revenu rejoint sa trajectoire de long terme déterminée par le niveau de croissance optimal d'équilibre. Cette croissance est plus faible que la croissance observée en raison de l'effet négatif sur la croissance lié à la baisse du taux d'investissement public qui compense plus que largement l'effet positif lié à la diminution de la fiscalité directe. Rappelons que même si la croissance est plus faible, cette nouvelle trajectoire est préférée par les agents, puisqu'elle maximise leur utilité intertemporelle [7]. Le

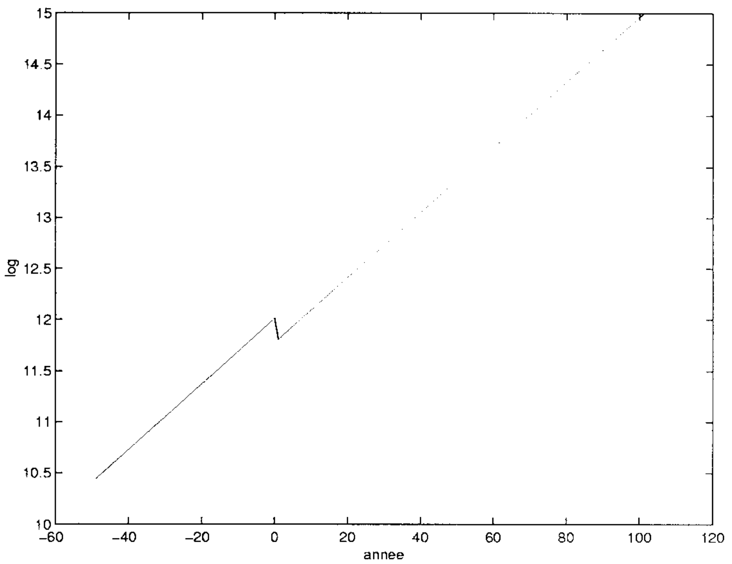
7. Notons que dans cette expérience, l'absence d'ajustement progressif provient de l'hypothèse faite sur l'égalité des taux de dépréciation des stocks de capital public et privé.

FIGURE 6
Taux de croissance du produit et des stocks de capital public et privé.



taux de croissance du capital privé augmente ainsi durant l'ajustement, alors que celui du capital public baisse fortement. Dès lors, le niveau de l'investissement public baisse (figure 7), et retrouve son niveau initial après 8 périodes. Lors de cet ajustement, le stock de capital public continue de croître, puisque le taux de croissance de l'investissement public se réduit, mais demeure positif.

FIGURE 7
Dynamique de l'Investissement Public.

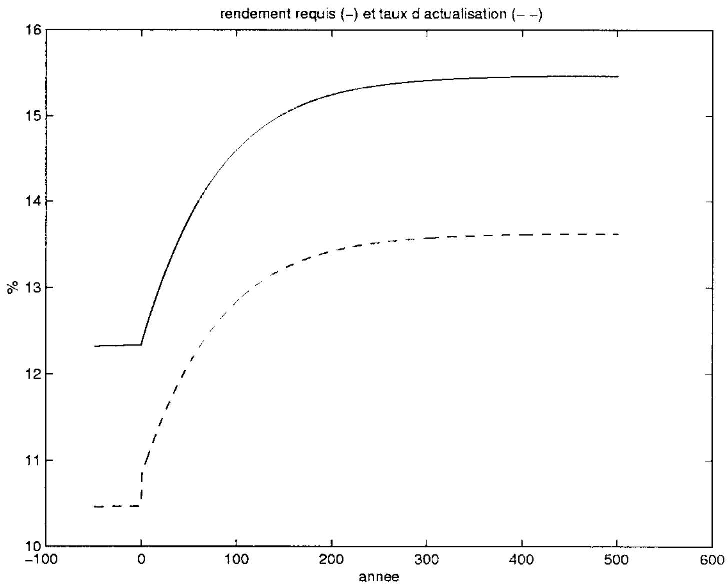


Les dynamiques du rendement requis et du taux d'actualisation des projets d'investissement publics sont représentées sur la figure (8). Le capital public étant prédéterminé, le saut initial du revenu lié à la diminution de la distorsion fiscale entraîne une hausse instantanée du rendement requis.

Cette hausse se répercute sur le taux d'actualisation, et elle est renforcée par la diminution des coûts d'ajustement suscitée par la baisse du rythme d'accumulation du capital public. Par la suite, le rendement requis et le taux d'actualisation convergent de façon monotone vers leurs valeurs de long terme.

FIGURE 8

Dynamique du Taux d'Actualisation des Projets d'Investissement Publics.



6 Conclusion

Nous avons proposé dans cette étude un modèle analytique d'équilibre général en croissance endogène avec investissement public et distorsions fiscales. Nous avons montré théoriquement que l'effet de la distorsion fiscale sur le niveau du taux d'actualisation des projets publics était non intuitif, puisque une augmentation de la distorsion fiscale, donc a priori du coût social de l'investissement public, conduit à l'équilibre à une hausse du rapport investissement public/PIB et à une baisse du taux d'actualisation. Cette hausse de l'accumulation publique vient compenser, en croissance endogène, la baisse de l'accumulation privée consécutive à la hausse de la distorsion, et permet ainsi un relatif maintien de la croissance.

Nous avons utilisé le modèle pour évaluer la situation de l'économie française en termes de niveau de capital public et de norme de taux d'actualisation. Il apparaît que les résultats sont relativement sensibles à deux paramètres pour lesquels il existe une grande incertitude sur la mesure: le taux de dépréciation du capital public et l'élasticité de la production au capital public. Les principaux résultats quantitatifs sont les suivants.

Premièrement, le modèle révèle, pour une large plage de valeurs des paramètres, un taux d'actualisation effectif en France autour de 10 %. Deuxièmement, le taux d'actualisation optimal pour le bien être, lorsque seule la fiscalité directe est permise, s'avère relativement sensible aux paramètres, mais prend une valeur de 13.5 % environ au point moyen. Troisièmement, le rapport capital public/PIB, qui prend une valeur de 65 % environ en France, devrait être réduit d'une dizaine de point pour respecter un critère d'optimalité de second rang. Cette correction ne doit pas passer par une baisse de l'investissement public, mais par une réduction de la fiscalité directe qui, en réduisant les effets d'éviction sur l'activité privée, augmente plus l'activité que le stock de capital public, de sorte que le rapport capital public/PIB se trouve réduit, mais le taux de croissance de l'investissement public augmenté. Quatrièmement, dès lors que l'objectif est de maximiser le taux de croissance, une analyse au point moyen révèle des taux d'actualisation bien plus faibles, entre 5 et 8 %, le capital public étant un moteur de la croissance.

La question demeure de la robustesse de ces mesures chiffrées aux hypothèses du modèle. Premièrement, la structure de la fiscalité est extrêmement stylisée dans le modèle : une fiscalité progressive et différenciée selon la nature des revenus (travail, capital) permettrait de mieux s'approcher de la réalité française, sans pour autant, nous semble-t-il, remettre en cause les mécanismes théoriques que nous avons mis en évidence. Deuxièmement, le mode de financement de l'investissement public est aussi très stylisé, puisqu'uniquement fiscal. On sait qu'une partie du capital public joue pour une part comme une externalité, mais est pour une autre part tarifé aux usagers, comme c'est par exemple le cas du train, des autoroutes ou de l'enseignement supérieur. La prise en compte de cette tarification partielle permettrait de réduire la taille du coin fiscal révélé par le modèle.

Dans ce travail, nous avons souhaité privilégier la tractabilité analytique afin d'isoler les mécanismes en œuvre plutôt que d'utiliser le modèle comme une boîte noire. La recherche d'une plus grande richesse de la description du réel nous semble maintenait devoir passer par un modèle non analytique. Le problème est alors dans la résolution d'un tel modèle, où l'on doit résoudre numériquement le programme des agents privés paramétriquement à des trajectoires d'impôts et de capital public, puis optimiser sur ces trajectoires. La résolution d'un tel modèle est inscrite dans notre programme de recherche.

ANNEXE

A. **Règles de décision de l'équilibre concurrentiel**

Le Lagrangien du programme de l'agent représentatif s'écrit

$$L(.) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \log(c_t - Bh_t l_t^{\gamma}) \right.$$

$$\left. + \lambda_t \left[(1-\tau_t) A_0 k_t^{\alpha} (l_t h_t)^{\mu} k_{g,t}^{1-\alpha-\mu} - c_t - A_1^{\frac{-1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} - T_t \right] \right\}$$

Les conditions du premier ordre sont données par

$$\frac{\delta L(.)}{\delta c_t} = \frac{1}{c_t - Bh_t l_t^{\gamma}} - \lambda_t = 0 \tag{37}$$

$$\frac{\delta L(.)}{\delta l_t} = -\frac{\gamma B h_t l_t^{\gamma-1}}{c_t - Bh_t l_t^{\gamma}} + \lambda_t (1-\tau_t) \mu \frac{y_t}{l_t} = 0 \tag{38}$$

(39)
$$\frac{\delta L(.)}{\delta k_{t+1}} = \beta \lambda_{t+1} (1-\tau_{t+1}) \alpha \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} - \lambda_t \frac{1}{\delta} \frac{i_t}{k_{t+1}} - \beta \lambda_{t+1} \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \frac{i_{t+1}}{k_{t+1}} = 0$$

$$\frac{\delta L(.)}{\delta \lambda_t} = (1-\tau_t) y_t - c_t - i_t - T_t = 0 \tag{40}$$

Pour résoudre ce système, nous utiliserons la méthode des coefficients indéterminés, en supposant que les règles de décision des agents sont données par les expressions linéaires suivantes

$$i_t = a_t^0 (1-\tau_t) y_t \tag{8}$$

$$\frac{1}{\lambda_t} = b_t^0 (1-\tau_t) y_t \tag{9}$$

Les processus $\{a_t^0\}_{t=0}^{\infty}$ et $\{b_t^0\}_{t=0}^{\infty}$ étant à déterminer. En substituant les expressions (8) et (9) dans l'équation (39), on obtient

$$\frac{\beta\alpha}{b_{t+1}^0} - \frac{1}{\delta} \frac{a_t^0}{b_t^0} - \beta \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \frac{a_{t+1}^0}{b_{t+1}^0} = 0 \tag{10}$$

Dès lors, d'après l'équation (40) on peut exprimer la fonction de consommation de l'agent sous la forme

$$c_t = (1-a_t^0)(1-\tau_t) y_t - T_t$$

Afin d'exprimer le processus $\{b_t^0\}_{t=0}^{\infty}$ en fonction des paramètres structurels, il suffit de remarquer que d'après l'équation (37), on a

$$c_t - Bh_t l_t^{\gamma} = \frac{1}{\lambda_t} = b_t^0 (1-\tau_t) y_t$$

L’équation (38) nous donne

$$Bh_t l_t^{\gamma} = (1-\tau_t)\frac{\mu}{\gamma} y_t$$

On obtient alors

$$b_t^0 = \frac{\gamma - \mu}{\gamma} - a_t^0 - \frac{T_t}{y_t(1-\tau_t)} \tag{11}$$

D’après l’équation (38), on peut alors déterminer l’expression de l’offre de travail

$$l_t = \left[(1-\tau_t)\frac{\mu}{\gamma B}\frac{y_t}{h_t}\right]^{\frac{1}{\gamma}} \tag{41}$$

La fonction de production peut alors se réécrire sous la forme

$$y_t = A_0^{\frac{\gamma}{\gamma-\mu}} \left(\frac{\mu(1-\tau_t)}{B\gamma}\right)^{\frac{\mu}{\gamma-\mu}} k_t^{\frac{\gamma(\alpha+\mu)-\mu}{\gamma-\mu}} k_{g,t}^{\frac{\gamma(1-\alpha-\mu)}{\gamma-\mu}} \tag{42}$$

B. **Maximisation du bien être sans contrainte fiscale**

En examinant le programme du gouvernement présenté en 3.1, on constate qu’il est possible de substituer le taux d’imposition dans la fonction de production. En effet par substitution des équations (14) et (15) dans l’équation (13), on obtient

$$y_t = A_0 \left(\frac{\mu}{B\gamma}\frac{A_1^{-(1/\delta)}}{a_t^0}\right)^{\frac{\mu}{\gamma}} k_{t+1}^{\frac{\mu}{\delta\gamma}} k_t^{\frac{1}{\gamma}\left[\gamma(\alpha+\mu)-\mu+\mu\left(\frac{\delta-1}{\delta}\right)\right]} k_{g,t}^{1-\alpha-\mu} \tag{43}$$

D’après l’équation (15), on peut écrire

$$\tau_t y_t = y_t - \frac{i_t}{a_t^0}$$

En utilisant les équations (14), (16), (17) et (19), la contrainte budgétaire devient

$$y_t - \frac{1}{a_t^0} A_1^{\frac{-1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} + T_t - A_2^{\frac{-1}{\delta g}} k_{g,t+1}^{\frac{1}{\delta g}} k_{g,t}^{\frac{\delta g-1}{\delta g}} - G_t = 0 \tag{44}$$

D’après les équations (15), (19) et (20) les processus $\left\{b_t^0\right\}_{t=0}^{\infty}$ et $\left\{a_t^0\right\}_{t=0}^{\infty}$ peuvent se réécrire sous la forme

$$b_{t+1}^0 = \left[\beta\alpha\delta - \beta(\delta-1)a_{t+1}^0\right]\frac{b_t^0}{a_t^0} \tag{45}$$

$$b_t^0 = \frac{\gamma-\mu}{\gamma} - a_t^0 - a_t^0 T_t A_1^{\frac{-1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} \tag{46}$$

En outre, d’après les conditions du premier ordre du programme de l’équilibre (18) et les équations (14) et (15), il est possible d’exprimer l’utilité instantanée en fonction du stock de capital privé.

$$c_t - Bh_t l_t^{\gamma} = b_t^0 (1-\tau_t)\, y_t = \frac{b_t^0}{a_t^0} A_1^{\frac{-1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} \tag{47}$$

Finalement, le Lagrangien associé à ce programme peut s'exprimer de la manière suivante

$$\begin{aligned}
L(.) = \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \Bigg\{ & \log \left[\frac{b_t^0}{a_t^0} A_1^{-\frac{1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right] \\
& + \lambda_t \left[A_0 \left(\frac{\mu}{B\gamma} \frac{A_1^{-(1/\delta)}}{a_t^0} \right)^{\frac{\mu}{\gamma}} k_{t+1}^{e_{k1}} k_t^{e_{k2}} k_{g,t}^{e_g} - \frac{1}{a_t^0} A_1^{\frac{-1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} \right. \\
& \left. + T_t - A_2^{\frac{-1}{\delta_g}} k_{g,t+1}^{\frac{1}{\delta_g}} k_{g,t}^{\frac{\delta_g-1}{\delta_g}} - g_t \right] \\
& + \epsilon_t \left[b_{t+1}^0 - \left[\beta\alpha\delta - \beta(\delta-1) a_{t+1}^0 \right] \frac{b_t^0}{a_t^0} \right] \\
& + \xi_t \left[b_t^0 - \frac{\gamma-\mu}{\gamma} + a_t^0 + a_t^0 T_t A_1^{\frac{1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{-1}{\delta}} k_t^{\frac{-\delta-1}{\delta}} \right] \Bigg\}
\end{aligned}$$

avec les notations

$$\begin{aligned}
e_{k1} &= \frac{\mu}{\delta\gamma} \\
e_{k2} &= \frac{1}{\gamma} \left(\gamma(\alpha+\mu) - \mu + \mu \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \right) \\
e_g &= 1 - \alpha - \mu
\end{aligned}$$

Les conditions du premier ordre sont alors les suivantes:

$$\begin{aligned}
\frac{\delta L(.)}{\delta k_{t+1}} = & \frac{1}{\delta} \frac{1}{k_{t+1}} + \beta \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \frac{1}{k_{t+1}} + \lambda_t e_{k1} \frac{y_t}{k_{t+1}} + \beta \lambda_{t+1} e_{k2} \frac{y_{t+1}}{k_{t+1}} \\
& - \frac{\lambda_t}{a_t^0} \frac{1}{\delta} \frac{i_t}{k_{t+1}} - \beta \frac{\lambda_{t+1}}{a_{t+1}^0} \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \frac{i_{t+1}}{k_{t+1}} - \xi_t \frac{1}{\delta} \frac{a_t^0 T_t}{i_t k_{t+1}} \\
& - \beta \xi_{t+1} \left(\frac{\delta-1}{\delta} \right) \frac{a_{t+1}^0 T_{t+1}}{i_{t+1} k_{t+1}} = 0
\end{aligned} \tag{48}$$

(49)

$$\frac{\delta L(.)}{\delta k_{g,t+1}} = \beta \lambda_{t+1} e_g \frac{y_{t+1}}{k_{g,t+1}} - \lambda_t \frac{1}{\delta_g} \frac{i_{g,t}}{k_{g,t+1}} - \beta \lambda_{t+1} \left(\frac{\delta_g - 1}{\delta_g} \right) \frac{i_{g,t+1}}{k_{g,t+1}} = 0$$

$$\frac{\delta L(.)}{\delta T_t} = \lambda_t - \epsilon_t \frac{a_t^0}{i_t} = 0 \tag{50}$$

$$(51)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta b_0^0} = \frac{1}{b_0^0} - \epsilon_0 \left[\frac{\beta\alpha\delta - \beta(\delta-1)a_1^0}{a_0^0} \right] + \xi_0 = 0$$

$$(52)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta a_0^0} = -\frac{1}{a_0^0} - \lambda_0 \frac{\mu}{\gamma}\frac{y_0}{a_0} + \lambda_0 \frac{i_0}{\left(a_0^0\right)^2}$$

$$+\epsilon_0 \frac{b_0^0}{\left(a_0^0\right)^2} \left[\beta\alpha\delta - \beta(\delta-1)a_1^0\right] + \xi_0 + \xi_0 \frac{T_0}{i_o} = 0$$

$$(53)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta \lambda_t} = y_t - \frac{i_t}{a_t^0} + T_t - i_{g,t} - G_t = 0$$

$$(54)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta \epsilon_t} = b_{t+1}^0 - \left[\beta\alpha\delta - \beta(\delta-1)a_{t+1}^0\right] \frac{b_t^0}{a_t^0} = 0$$

$$(55)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta \xi_t} = b_t^0 - \frac{\gamma-\mu}{\gamma} + a_t^0 + a_t^0 T_t A_1^{-\frac{1}{\delta}} k_{t+1}^{\frac{1}{\delta}} k_t^{\frac{\delta-1}{\delta}} = 0$$

Notons que les conditions initiales sur les processus des coefficients des règles de décisions privées $\{a_t^0\}$ et $\{b_t^0\}$ sont libres, et qu'elles sont choisies de manière optimale par le gouvernement.

Nous résolvons à nouveau ce problème en utilisant une méthode des coefficients indéterminés, en supposant une solution de la forme :

$$(56)\qquad \frac{1}{\lambda_t} = b_1 y_t \qquad i_{g,t} = a_1 y_t \qquad \tau_t = \tau$$

$$(57)\qquad \xi_t = \xi \qquad \epsilon_t = \epsilon \qquad T_t = \tau^f (1-\tau)$$

où b_1, a_1, ξ et ε sont des constantes à déterminer. Nous savons en outre par hypothèse que les dépenses de consommations publiques sont à l'équilibre proportionnelles au revenu : $g_t = \quad y_t$. Les processus $\left\{b_t^0\right\}_{t=0}^{\infty}$ et $\left\{a_t^0\right\}_{t=0}^{\infty}$ se ramènent alors à des constantes définies par (équations (54) et (55)) :

$$(58)\qquad a_0 = \frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)}$$

$$(59)\qquad b_0 = \frac{\gamma-\mu}{\gamma} - a_0 - \tau^f$$

Les conditions du premier ordre peuvent se réécrire comme suit

$$(60)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta \tau_t} = \left[\frac{1-\beta(1-\delta)}{\delta}\right]$$

$$+\frac{1}{b_1}\left\{e_{k1} + \beta e_{k2} - \left[\frac{1-\beta(1-\delta)}{\delta}\right](1-\tau)(1-\tau^f)\right\} = 0$$

$$(61)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta k_{g,t+1}} = a_1 - \frac{\beta e_g \delta_g}{1-\beta(1-\delta_g)} = 0$$

$$(62)\qquad \frac{\delta L(.)}{\delta k_{t+1}} = \xi + \frac{(1-\tau)}{b_1} = 0$$

(63) $$\frac{\delta L(.)}{\delta a_0^0} = \epsilon - \frac{1}{b_0} + \frac{(1-\tau)}{b_1} = 0$$

(64) $$\frac{\delta L(.)}{\delta b_0^0} = 1 - \frac{\mu}{\gamma(1-\tau)} - b_0 - a_0 - \tau^f = 0$$

(65) $$\frac{\delta L(.)}{\delta \lambda_t} = \tau + \tau^f(1-\tau) - a_1 - \psi = 0$$

On montre alors d'après les équations (59), (61), (64) et (65) que le critère de maximisation de l'utilité conduit à retenir un système de financement exclusivement forfaitaire.

$$\tau^* = 0$$

$$\tau^{f*} = \frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)} + \psi$$

En utilisant les équations (60) ,(61) et (65), on vérifie que les paramètres a_1 et b_1 sont constants.

(66) $$b_1 = \frac{\gamma-\mu}{\gamma} - \beta\left\{\frac{\delta[\gamma(\alpha+\mu)-\mu]}{\gamma[1-\beta(1-\delta)]} - \frac{\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}\right\} - \psi$$

(67) $$a_1 = \frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}$$

C. **Maximisation du bien être avec contrainte fiscale**

Le Lagrangien du programme est identique au cas précédent. Les conditions du premier ordre correspondent alors aux équations (48), (49), (51), (52), (53), (54) et (55). Pour résoudre le système on utilisera la méthode des coefficients indéterminés et en particulier on supposera que les solutions prennent la forme (56) et (57).

Les conditions du premier ordre peuvent alors se ramener au système suivant:

(68) $$\frac{\delta L(.)}{\delta k_{t+1}} = \frac{1-\beta(1-\delta)}{\delta} + \frac{e_{k1}}{b_1} + \frac{\beta e_{k2}}{b_1} - \frac{(1-\tau_c)}{b_1}\left[\frac{1-\beta(1-\delta)}{\delta}\right] - \xi\tau_c^f\left[\frac{1-\beta(1-\delta)}{\delta}\right] = 0$$

(69) $$\frac{\delta L(.)}{\delta k_{g,t+1}} = \frac{\beta e_g}{b_1} - \frac{a_1}{b_1}\left[\frac{1-\beta(1-\delta_g)}{\delta_g}\right] = 0$$

(70) $$\frac{\delta L(.)}{\delta b_0^0} = \frac{1}{b_0} - \epsilon + \xi = 0$$

(71) $$\frac{\delta L(.)}{\delta a_0^0} = -1 - \frac{\mu}{\gamma b_1} + \frac{1-\tau}{b_1} + \epsilon b_0 + \xi\left(a_0 + \tau_c^f\right) = 0$$

(72) $$\frac{\delta L(.)}{\delta \lambda_t} = \tau + \tau_c^f(1-\tau_c) - a_1 - \psi = 0$$

(73) $$\frac{\delta L(.)}{\delta \epsilon_t} = a_0 - \frac{\beta\alpha\delta}{1-\beta(1-\delta)} = 0$$

(74) $$\frac{\delta L(.)}{\delta \xi_t} = b_t^0 - \frac{\gamma-\mu}{\gamma} + a_t^0 + \tau_c^f = 0$$

On vérifie d'après l'équation (69) que le taux d'investissement optimal est identique au cas non contraint, la constante a_1 étant définie par l'équation (67). D'après la contrainte budgétaire du gouvernement, le taux d'imposition distorsif optimal est donné par

(26) $$\tau_c = \frac{a_1 + \psi - \tau_c^f}{1-\tau_c^f} = \frac{\left[\frac{\beta\delta_g(1-\alpha-\mu)}{1-\beta(1-\delta_g)}\right] + \psi - \tau_c^f}{1-\tau_c^f}$$

D'après les équations (70) et (71), on obtient

$$\varepsilon = \frac{1}{b_0} - \xi$$

$$\xi = \frac{\mu - \gamma(1-\tau_c)}{(\gamma-\mu)b_1}$$

On peut alors vérifier d'après l'équation (68) que le paramètre b_1 est constant :

$$b_1 = 1 - \frac{\beta\delta(\alpha+\mu)}{1-\beta(1-\delta)} - \frac{\mu}{\gamma}\left[1 - \frac{\beta\delta}{1-\beta(1-\delta)}\right] - \tau_c^f - \tau_c\left[1 - \left(\frac{\gamma}{\gamma-\mu}\right)\tau_c^f\right]$$

• Références bibliographiques

ARROW, K., KURZ, M. (1970). – *Public investment, the rate of return, and optimal fiscal policy*. Johns Hopkins Press, Baltimore.

ASCHAUER, D. (1989). – "Is public expenditure productive ?", *Journal of Monetary Economics*, 23, pp. 177-200.

BARRO, R. (1990). – "Gouvernment Spending ina Simple Model of Endogenous Growth", *Journal of Political Economy*, 98(5), pp. 103-125.

BARRO, R., SALA-I MARTIN, X. (1992). – "Public finance in models of economic growth", *Review of Economic Studies*, 89, pp. 645-61.

CASSOU, S., LANSING, K. (1995). – "Optimal Fiscal Policy, Public Capital and the Productivity SLowdown", *Working paper* 9509, Federal Reserve Bank of Cleveland.

FORD, R., PORET, P. (1988). – "Infrastructures et productivité du secteur privé", *Revue Economique*, 17, pp. 69-95.

FUTAGAMI, K., MORITA, Y., SHIBARA, A. (1993). – "Dynamics Analysis of an Endogenous Model with Public Capital", *Scandinavian Journal of Economics*, 4, 607-25.

GLOMM, G., RAVIKUMAR, B. (1994). – "Public investment in infrastructure in a simple growth model", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18, pp. 1173-1187.

GLOMM, G., RAVIKUMAR, B. (1997). – "Productive Government Expenditures et Long Run Growth", *Journal of Economics Dynamics and Control*, 21, pp. 183-204.

HÉNIN, P. (1997). – "Note problématique et bibliographique sur le taux d'actualisation", *mimeo*, CEPREMAP.

HÉNIN, P., HURLIN, C. (1997). – "L'évaluation de la contribution productive des investissements publics", Rapport de contrat finalisé 1996 pour le commissariat général du plan, CEPREMAP.

HURLIN, C., PORTIER, F. (1997). – "Taux d'acualisation public, distorsions fiscales et croissance: Modélisation et application à l'économie française", *Working Paper* 9718, CEPREMAP, Paris.

LAFFARGUE, J., MALGRANGE, P., PUJOL, T. (1990). – "Une maquette trimestrielle de l'économie française avec anticipations rationnelles et concurrence monopolistique", *Working paper*, CEPREMAP, Rapport de contrat pour le Commissariat Général au Plan.

LANSING, K. (1998). – "Optimal Fiscal Policy in a Business Cycle Model with Public Capital", *Canadian Journal of Economics*, 31(2), pp. 337-364.

ROMER, P. (1986). – "Increasing returns and long-run growth", *Journal of Political Economy*, 94, pp. 1002-37.

SAMUELSON, P. (1954). – "The Pure Theory of Public Expenditures", *Review of Economics and Statistics*, 36, pp. 387-89.

ZHU, X. (1992). – "Optimal fiscal policy in a stochastic growth model", *Journal of Economic Theory*, 58, pp. 250-89.