CHAPITRE TROIS.
DYNAMIQUE DE L'ENDETTEMENT EXTERNE ET CROISSANCE DANS UN MODELE DE CROISSSANCE ENDOGENE

INTRODUCTION

Nous nous proposons, dans ce chapitre, d'étudier, dans un cadre d'équilibre économique général (EEG), la relation dynamique entre la croissance et l'endettement externe et d'examiner, ensuite, les conséquences sur ces variables, ainsi que sur l'accumulation du capital et sur le taux de change réel, de chocs sur l'environnement international.

Rappelons que dans les approches développées dans le premier chapitre, l'offre de crédits externes était exogène, ce qui, ajouté à l'exogènéité des exportations, pouvait contraindre les importations et, partant, la croissance que l'épargne interne des agents aurait permise. De même, le comportement d'épargne des agents ne dérivait pas, dans ces modèles, d'un programme d'optimisation mais restait spécifié de façon ad-hoc, généralement sous forme linéaire. Or, il est évident que la contrainte externe peut être plus ou moins relâchée par le recours à l'endettement externe et celui-ci, ainsi que la décision d'épargne, ne peuvent être correctement appréhendés que dans une perspective inter-temporelle. C'est donc dans un tel cadre, où nous supposerons que les prévisions sont parfaites, que nous nous situerons. En outre, plutôt que de faire l'hypothèse d'une offre d'emprunts externes limitée, nous supposerons que celle-ci est illimitée mais qu'il existe des coûts d'ajustement que nous relierons, par exemple, au risque de défaut de paiement croissant avec le volume d'emprunt par unité de capital.

D'un autre côté, nous situerons expressément l'analyse dans un cadre d'EEG, ce qui nous permettra de dépasser l'analyse en termes d'équilibre partiel du deuxième chapitre.

Dans la première section, nous rappelons la problématique de la croissance à travers deux prototypes de modèles de croissance: le modèle néoclassique de Ramsey-Cass[46] à un secteur et le modèle de croissance endogène de Sergio Rebello[47] à deux secteurs. C'est ce dernier modèle qui est à la base des constructions qui suivent.

La deuxième section développe un modèle d'une économie ouverte à deux secteurs, faiblement développée, et dont les exportations se réduisent à un bien (pétrole) dont le coût de production est négligeable et dont tant le prix que les quantités exportées par unité de capital sont exogènes. Nous résolvons le modèle en déterminant sa dynamique transitoire et de long terme.

Dans la troisième section, nous étudions les effets macroéconomiques d'un choc pétrolier. Pour cela, nous examinons les conséquences de la variation de la rente pétrolière d'abord dans le cas simple mais important d'une économie important intégralement ses équipements. Nous réservons ensuite un traitement par simulations au cas général d'une économie à deux secteurs.

SECTION 1: LA PROBLEMATIQUE DE LA CROISSANCE A TRAVERS DEUX MODELES DE BASE: RAPPELS

Avant d'aborder la dynamique de l'endettement dans sa relation avec la croissance d'un pays en développement (PVD), il serait utile de rappeler la problématique de la croissance dans l'approche néoclassique et dont le référent demeure encore le modèle de R,M Solow[48] et T,W Swann[49] ou sa version Ramsey endogènéisant le taux d'épargne. Comme la croissance, dans de tels modèles, est, au mieux, exogène, nous présentons, ensuite, un modèle canonique, développé par S,Rebello, endogènéisant le taux de croissance de l'économie.

[46] Cf. F,P Ramsey (1928) ; D,Cass (1965)

[47] S,Rebello (1991)

[48] Cf. R,M Solow (1956)

[49] T,W Swan (1956)

1) LE MODELE CANONIQUE DE CROISSANCE NEO-CLASSIQUE :

Dans ce modèle centralisé, l'économie ne produit qu'un seul bien "à tout faire" qui peut être à la fois consommé ou investi. Le ménage représentatif a un horizon temporel infini et une fonction d'utilité inter-temporelle séparable additivement :

$$U(C_t) = \int_0^{\infty} \exp(-\delta t) u(C_t).dt$$

où δ est le taux d'escompte psychologique et $u(C_t)$ la fonction d'utilité instantanée supposée vérifier les conditions d'Inada:

$$u'(C_t) > 0 \quad ; \quad u''(C_t) < 0 \quad ; \; u'(+\infty) = 0 \quad ; u'(0) = +\infty$$

La production se fait à l'aide de deux facteurs qui sont le capital K et le travail L et selon la technologie:

$$Y_t = F(K_t, L_t)$$

Nous supposons que la fonction de production est à rendements d'échelle constants par rapport à ses deux arguments mais à rendements décroissants par rapport à chacun des deux facteurs.

Nous faisons l'hypothèse que le travail L_t croit au taux exogène n ou encore que l'emploi est constant mais qu'évalué en unité d'efficience il croit à ce taux n

Comme le modèle ne détermine que les grandeurs par tête, posons:

$$k_t = \frac{K_t}{L_t} \quad ; \; y_t = \frac{Y_t}{L_t} \quad ; \; c_t = \frac{C_t}{L_t}$$

de sorte que:

$$y_t = F(k_t, 1) = f(k_t)$$

Si μ est le taux de dépréciation du capital, l'évolution du capital par tête sera donnée par:

$$\dot{k} = f(k_t) - c_t - (\mu + n) k_t$$

En supposant que le critère d'optimalité du Plan est la maximisation de l'utilité de la consommation par tête (utilité sociale), le programme du Plan s'écrit:

$$\underset{c}{Max}\, U(c_t) = \int_0^{\infty} \exp(-\delta t) u(c_t).dt$$

sous la contrainte $\dot{k} = f(k_t) - c_t - (\mu + n)k_t$ **(1)**

$k(0) = k_0$

Sur une trajectoire optimale $\{c_t^*\}$, le Plan doit être à tout instant indifférent du point de vue de l'utilité sociale entre l'affectation d'une unité supplémentaire de bien à la consommation ou à l'investissement. Si q_t désigne le prix dual du capital, nous aurons suivant cet arbitrage intra-temporel:

$$U'(c_t) = q_t \qquad \textbf{(2)}$$

D'un autre côté, et d'un point de vue inter-temporel, le Plan, sur la trajectoire optimale, doit être indifférent entre consommer à l'instant t une quantité supplémentaire $dc(t)$ ou y renoncer pour accroître l'accumulation et consommer en t_1 $dc(t+1)$. Toutes choses égales d'ailleurs, la perte d'utilité en t sera:

$$dU(c(t)) = U'(c^*(t)).dc(t) \qquad \textbf{(3)}$$

tandis que le surcroît de consommation disponible en $t+1$ sera:

$$dc(t+1) = \frac{1}{(1+n)(1+\mu)} dc(t).(1 + f'(k^*(t)) \qquad \textbf{(4)}$$

soit un surcroît d'utilité actualisée :

$$dU(c(t+1)) = \frac{1}{(1+\delta)} U'(c^*(t+1)).dc(t+1)$$

ce qui, en reportant dans (3) donne:

$$dU(c(t+1)) = \frac{1}{(1+n)(1+\mu)(1+\delta)} U'(c^*(t+1)).dc(t).(1 + f'(k^*(t))$$

En égalisant (3) et (5), nous obtenons:

$$\frac{U'(c^*(t+1))}{U'(c(t))} = \frac{1+n)(1+\mu)(1+\delta)}{1 + f'(k^*(t))}$$

soit, en utilisant (2), en approximant le membre de droite par $\delta + \mu + n - f'(k(t))$ et en passant en temps continu:

$$\frac{\dot{q}_t}{q_t} = \delta + \mu + n - f'(k(t)) \qquad \textbf{(6)}$$

Il reste à écrire la condition de transversalité qui indique, dans ce cas, que l'évaluation actualisée du capital à long terme doit être nulle (puisqu'il suffirait, dans le cas contraire, de "manger" le capital résiduel pour augmenter l'utilité sociale). D'où:

$$\lim_{t\to\infty} \exp(-\delta t).q(t).k(t) = 0 \qquad \textbf{(7)}$$

Les conditions (1), (2),(6) et (7) sont les conditions nécessaires et suffisantes d'existence d'une solution optimale au programme du Plan.

Nous allons, dans un premier temps, ignorer la condition initiale $k(0) = k_0$ et déterminer une solution régulière (k^*, q^*, c^*) où les variables par tête sont constantes[50]. Celle-ci constituera, par définition, la solution stationnaire. Les équations différentielles décrivant l'évolution des variables dynamiques sont:

$$\dot{k} = f(k_t) - U'^{-1}(q_t) - (\mu + n)k_t$$

$$\dot{q} = q_t.\{\delta + \mu + n - f'(k_t)\}$$

avec la condition terminale:

$$\lim_{t\to\infty} \exp(-\delta t).q(t).k(t) = 0$$

Dans le plan (k , q), $\dot{k} = 0$ est une courbe d'équation:

$$q = U'^{-1}\{f(k) - (\mu + n).k\}$$

tandis que $\dot{q} = 0$ est une droite verticale :

$$k = f'^{-1}(\delta + \mu + n) .$$

Ainsi, la solution donnée par:

$$k(t) = k^* = k = f'^{-1}(\delta + \mu + n)$$

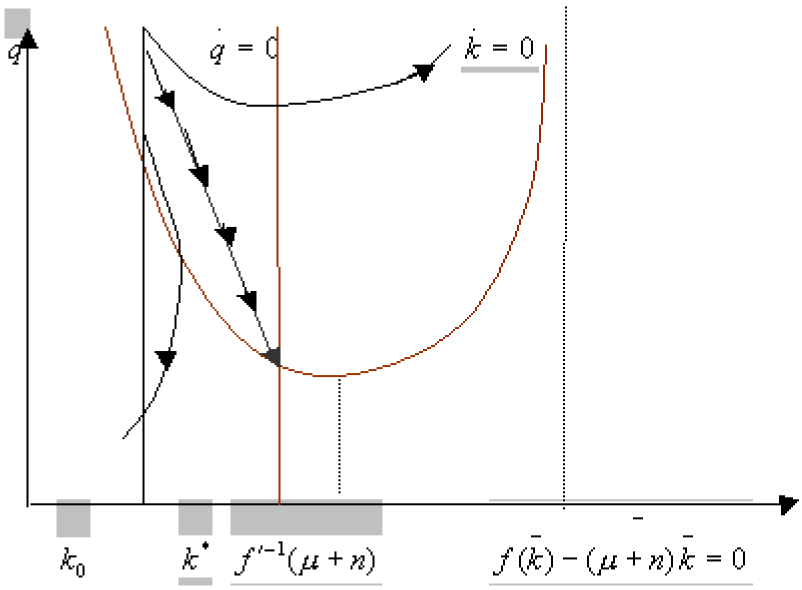
$$q(t) = q^* = U'^{-1}\{f(k^*) - (\mu + n).k^*\}$$

définit une trajectoire de croissance nulle pour les variables par tête. Lorsque nous passons aux variables en niveau, le capital, la production, la consommation et l'investissement, sur cette trajectoire, croissent de façon permanente au taux constant exogène n.

[50] Comme les rendements sont décroissant par rapport au capital, on montre que la seule croissance à taux constant réalisable est à taux nul.

Il convient maintenant de prendre en compte la condition initiale de l'économie $k(0) = k_0$ pour montrer que cette trajectoire de croissance peut être réalisable au sens où elle peut être atteinte (asymptotiquement) à partir de conditions initiales prédéterminées. Il faut donc pouvoir déterminer, lorsque le capital initial est différent de k^* , une phase de transition au cours de laquelle le capital évolue de sa valeur initiale vers la valeur d'équilibre k^*[51].

La trajectoire optimale convergente vers l'état stationnaire peut être mise en évidence sur un diagramme de phases:



Si $k_0 < k^*$ (respectivement $k_0 > k^*$), le capital par tête augmente (diminue) durant la phase de transition. A long terme, il est constant, et cette limite est indépendante de sa valeur initiale qui n'influe que sur la durée de la transition. Il en est de même pour la production et la consommation .

Ainsi, sur cette trajectoire, il n'y a de croissance que dans le régime transitoire et, à long terme, la croissance par tête s'annule indépendamment de l'état initial de l'économie. De ce fait, ce modèle néoclassique n'arrive pas à engendrer une croissance auto entretenue. Certes, en présence d'une croissance d'un facteur non accumulable (L), une croissance de l'économie peut être obtenue (les variables en niveau croissent au taux n) mais la source de cette croissance est

[51] Lorsque initialement le capital est égal à sa valeur stationnaire k^* , il n'y a pas de phase de transition, l'économie évoluant, dès l'instant initial, sur la trajectoire d'équilibre. Si le capital terminal doit être différent du niveau stationnaire k^*, le système évoluera suivant la propriété du 'turnpike'.

alors exogène puisque la croissance de la population ou celle du niveau technologique ne sont expliquées, dans ce paradigme, que par une tendance temporelle.

2) UN MODELE DE BASE DE CROISSANCE ENDOGENE :

Considérons tout d'abord le cas d'une économie à un seul bien et un seul facteur. Afin de générer, à long terme, une croissance auto entretenue il suffit, dans le cas de fonctions d'utilité isoélastiques généralement considérées, que la fonction de production soit à rendements d'échelle constants par rapport au capital:

$$Y = f(K) = B.K$$

Dans ce cas, en effet, la croissance de la consommation est donnée par:

$$g_c = \frac{\dot{C}}{C} = \frac{1}{\sigma}(B - \delta) \qquad .$$

et celle du capital par:

$$g_k = \frac{f(K) - C}{K} = B - \frac{C}{K}$$

Pour que le taux de croissance du capital soit constant, il faut que $\frac{C}{K}$ soit constant et donc que :

$$g_k = g_c = \frac{1}{\sigma}(B - \delta)$$

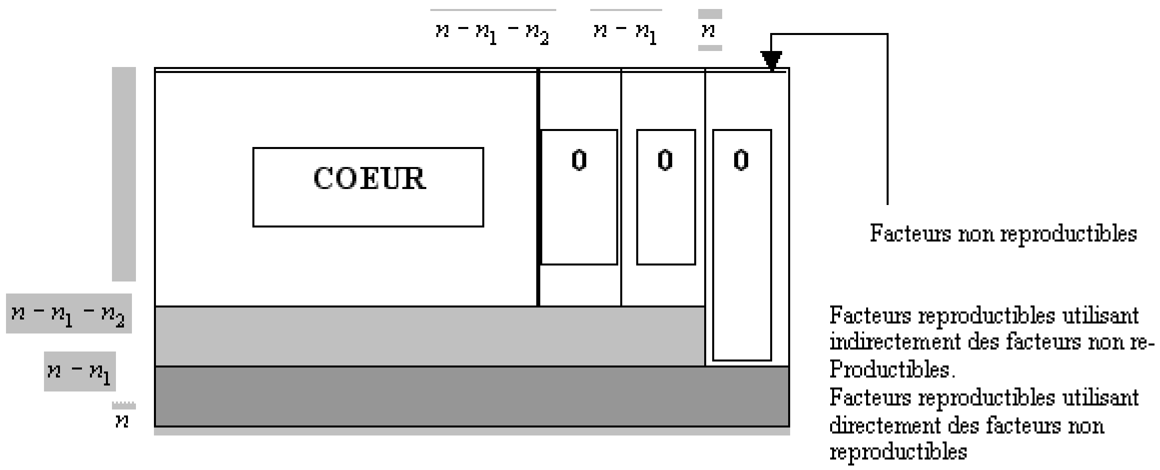
Ainsi, cette forme particulière de la fonction de production permet une spécification de la dynamique du capital en taux de croissance et non plus en niveau ($\frac{\dot{K}}{K} = B - \frac{C_0}{K_0}$) ainsi qu'une élasticité unitaire de la production par rapport au capital. La consommation, la production et le capital croissent alors dans cette économie dès l'instant initial à un taux constant non nul[52] . Cependant, si nous introduisons dans la production, à côté du capital, un facteur essentiel non reproductible L, de sorte que $Y = f(K, L)$, l'hypothèse de constance des rendements d'échelle globaux sera incompatible avec une croissance endogène entretenue. Dans ce cas, en effet, les

[52] Ce modèle auquel BARRO a donné le nom de modèle 'AK' a été initialement développé par REBELLO (1991) puis par BARRO (1990).

rendements seront décroissants par rapport au facteur accumulable K, et ce fait annulera la croissance à long terme.

En l'absence de toute externalité, nous voyons qu'une croissance entretenue nécessite, dans ce cas, une production à rendements d'échelle globaux croissants. Une conséquence essentielle de cette conclusion est que la croissance des rendements risque d'être, dans ce cas, incompatible avec l'existence d'un équilibre concurrentiel[53]. Aussi convient il de préciser davantage le rôle des rendements d'échelle dans la faisabilité d'une croissance endogène.

Considérons une économie à plusieurs secteurs dont les facteurs de production reproductibles sont en nombre n et comprennent n_1 facteurs reproductibles utilisant directement dans leur production des facteurs non reproductibles et n_2 facteurs n'utilisant qu'indirectement les facteurs non reproductibles. Nous supposons que toutes les fonctions de production sont log-linéaires. Le résultat de Sergio REBELLO (1991) selon lequel une croissance endogène est réalisable s'il existe un "coeur" de biens capitaux dont la production ne nécessite ni directement ni indirectement de facteurs non reproductibles signifie précisément que la "matrice technologique" doit pouvoir se décomposer ainsi:



Les facteurs de production fondamentaux formant le "coeur" sont ceux situés dans le bloc supérieur non nul.

Dans cette représentation multisectorielle de l'économie, la possibilité d'une croissance endogène ne dépend pas de la spécification particulière de la fonction de production des biens de

[53] Une classe de modèles à croissance endogène se donne comme source de croissance une externalité positive. Dans ce cas, si le cadre concurrentiel peut être préservé, par contre, l'équilibre sera sous optimal, les agents tenant compte des rendements privés en ne considérant l'externalité que comme un paramètre.

consommation. Ceci rappelle l'intuition marxiste de la prééminence de la section des moyens de production sur celle des biens de consommation dans la croissance (ou reproduction élargie). Mais bien plus, ici, seuls les facteurs de production produits avec des facteurs reproductibles affectent la faisabilité d'une croissance endogène avec rendements constants.

Un cas particulièrement simple de cette représentation est celui d'une économie à deux secteurs n'utilisant pas, pour la simplification de la présentation, de facteur non reproductible, dans la production des facteurs. Dans ces conditions, des rendements constants sont compatibles avec une croissance endogène et, dans le cas d'un seul facteur de production K, nous obtenons, avec les notations usuelles, le modèle suivant:

$$\underset{c}{Max}\, U(C_t) = \int_0^{\infty} \exp(-\delta t).\frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} dt$$

sous les contraintes :

$$C_t = (x_t K_t)^{\alpha}$$

$$\dot{K}_t = B(1-x_t).K_t$$

$$K(0) = K_0$$

où la constance des rendements est ici équivalente à la linéarité de la fonction de production du capital. (x_t est la part du facteur rival K affectée à la production du bien de consommation C).

Ce modèle étudié par REBELLO (1991) engendre une croissance du capital au taux $g_k = \dfrac{B-\delta}{1-\alpha(1-\sigma)}$ et de la consommation au taux $g_c = \alpha g_k$. Remarquons que ce modèle n'a pas de dynamique transitoire et l'économie évolue dès l'instant initial sur un sentier de croissance équilibrée indépendamment de son état initial K(0). C'est ce modèle qui nous servira de base dans les développements qui suivent.

SECTION 2: L'ENDETTEMENT EXTERNE DANS UN MODELE DE CROISSANCE ENDOGENE:

Nous nous proposons maintenant d'étudier la dynamique de la dette externe, à travers le solde courant, dans sa relation avec la croissance de l'économie en introduisant explicitement la possibilité de l'endettement externe. Cette ouverture de l'économie altérera les propriétés du modèle de Rebello(91) sur des aspects essentiels que nous nous proposons précisément de développer.

Nous étudierons ensuite les propriétés variantielles du modèle lorsque l'économie subit des chocs sur l'environnement international en mettant l'accent sur la dynamique du solde externe et de l'accumulation du capital.

1) DESCRIPTION DU MODELE:

Comme nous nous proposons ultimement de mettre en évidence la réaction de l'économie face à un changement de l'environnement international, nous construisons un modèle décentralisé qui offre plus de transparence quant aux effets variantiels bien qu'il y ait, dans le cadre proposé, équivalence entre équilibre et optimum. Nous décentralisons le modèle en supposant alors un cadre institutionnel dans lequel les ménages sont propriétaires des entreprises et décident de l'investissement et de leur consommation.

L'économie est donc composée de deux secteurs, mais seul le secteur du bien d'investissement est supposé être ouvert et les échanges externes ne portent donc que sur les biens capitaux. Par contre, la consommation porte exclusivement sur le bien produit localement qui sera donc considéré comme non échangeable.

Les ménages, dans cette économie, ont accès au marché international des capitaux. Nous supposons également que cette économie est rentière du fait de l'existence d'une rente (pétrolière) destinée au financement externe. Celle ci est intégralement redistribuée aux ménages. Le niveau de la rente, à travers le quota de production fixé, est supposé être proportionnel à la taille de l'économie mesurée par le stock de capital K. La rente est donc collatérale à K.

Le pays n'a aucune influence sur le prix international du bien d'équipement et considère donc celui ci comme donné. Par contre, le prix du bien local s'ajuste instantanément pour équilibrer le marché de ce bien. Soit p le prix du bien d'investissement importé relativement à celui du bien local supposé égal à 1.

Afin de dériver une fonction d'investissement régulière, nous supposons que l'accumulation du capital importé fait l'objet de coûts d'installation que nous supposons convexes. Plus précisément, nous supposons que pour importer la valeur de I unités de biens d'équipement, la firme doit dépenser $\frac{1}{p} I.(1 + T(\frac{I}{K}))$ unités du bien local. La fonction T(.) de coûts d'ajustement vérifie les propriétés usuelles:

$$T(0) = 0 \quad ; \qquad T'(.) > 0 \qquad ; \qquad \left(jT(j)\right)'' > 0$$

A chaque date, la variation de l'actif externe du ménage, qui représente ici également la contrainte budgétaire intertemporelle de ce ménage, est égale à la charge des intérêts augmentée du montant des profits et de la rente distribués et diminuée des dépenses de consommation. En notant par $b(t).K(t)$ le flux de capitaux externes net du service de la dette (ou solde commercial du deuxième secteur), le problème du consommateur s'écrit:

$$\underset{c,b,x}{Max}\, U(C_t) = \int_0^{\infty} \exp(-\delta t).u(C_t).dt$$

sous les contraintes

$$\dot{K}_t = B(1 - x_t).K_t + b_t K_t$$

$$\dot{D}_t = rD_t - b_t K_t \left\{1 + T(\frac{b_t}{1 - x_t})\right\} - \frac{1}{p_t}(C_t - Y(K_t)) + W_t$$

$$K(0) = K_0$$

$$D(0) = D_0$$

$$0 \le x(t) \le 1$$

où le taux d'intérêt international r, la rente $R = \frac{W}{K}$ par unité de capital distribuée par l'Etat aux ménages et le capital initial K_0 sont des variables supposées exogènes. Le produit Y est exprimé en terme du bien local tandis que l'actif D détenu par les ménages est évalué au prix du bien importé.

Le hamiltonien courant de ce programme s'écrit:

$$H_t = U(C_t) + \lambda_t \left[rD_t - b_t K_t \left\{ 1 + T(\frac{b_t}{1 - x_t}) \right\} - \frac{1}{p_t}(C_t - Y(K_t)) + R.K_t \right] + \mu_t \left[B(1 - x_t).K_t + b_t K \right]$$

où λ_t et μ_t sont les variables adjointes associées à la contrainte budgétaire et à celle de l'accumulation du capital respectivement.

En posant

$$j_t = \frac{b_t}{1 - x_t}$$

la part de l'investissement importé dans le capital total du deuxième secteur et

$$\Phi(j_t) = 1 + T(j_t) + j_t T'(j_t)$$

l'augmentation des coûts d'ajustement par unité de capital résultant d'une augmentation marginale de b, les conditions nécessaires et suffisantes de maximisation, pour une solution intérieure, sont constituées des conditions initiales portant sur D et K, des équations d'évolution de ces deux variables ainsi que:

$$U'(C_t) = \frac{\lambda_t}{p_t}$$

$$\mu_t = \lambda_t.\Phi(j_t)$$

$$\lambda_t \left[- j_t^2 K_t T'(j_t) + \frac{Y_x'(K, x)}{p_t} \right] = \mu_t.B$$

$$\dot{\lambda}_t = (\delta - r).\lambda_t$$

$$\dot{\mu}_t = \delta\mu_t + \lambda_t \left[b_t.(1 + T(j_t)) - \frac{Y_K'(K, x)}{p_t} - R \right] - \mu_t \left[B(1 - x_t). + b_t \right]$$

$$\lim_{t \to \infty} \exp(-\delta t).\mu_t.K_t = 0 \quad ; \quad \lim_{t \to \infty} \exp(-\delta t).\lambda_t.D_t = 0$$

Rappelons, ainsi que cela a été longuement développé au deuxième chapitre, que la condition de transversalité:

$$\lim_{t \to \infty} \exp(-rt).D_t = 0$$

indique que le stock de la dette actualisé au taux d'intérêt international s'annule à long terme. Elle est donc équivalente à la condition de solvabilité du ménage.

Du côté de l'offre des biens de consommation, la production se fait suivant une technologie croissante $Y_t = f(K_t, x_t)$ et à rendements constants.

L'équilibre du marché du bien de consommation non échangeable est supposé se réaliser instantanément à chaque date. Pour une fonction de production de type Cobb-Douglas, $Y_t = (x_t K_t)^{\alpha}$, il s'écrit :

$$C_t = (x_t K_t)^{\alpha}$$

En supposant une fonction d'utilité à élasticité de substitution intertemporelle constante:

$$U(C_t) = \frac{C_t^{1-\sigma}}{1-\sigma}$$

et en posant $q_t = \frac{\mu_t}{\lambda_t}$, l'équilibre macro économique peut, après manipulations, se résumer alors par le système suivant:

$$C_t^{-\sigma} = \frac{\lambda_t}{p_t} \qquad \textbf{(8a)}$$

$$q_t = \Phi(j_t) \qquad \textbf{(8b)}$$

$$\frac{\alpha}{p_t}.(x_t K_t)^{\alpha-1} - j_t^2.T'(j_t) = q_t B \qquad \textbf{(8c)}$$

$$C_t = (x_t K_t)^{\alpha} \qquad \textbf{(8d)}$$

$$\dot{\lambda}_t = (\delta - r).\lambda_t \qquad \textbf{(8e)}$$

$$\dot{q}_t = r.q_t - q_t.B - j_t^2.T'(j_t) - R \qquad \textbf{(8f)}$$

$$\dot{K}_t = K_t(1 - x_t).(B + j_t) \qquad \textbf{(8g)}$$

$$\dot{D}_t = rD_t - b_t K_t \{1 + T(j_t)\} + RK_t \qquad \textbf{(8h)}$$

$$K(0) = K_0 \qquad \textbf{(8i)}$$

$$D(0) = D_0 \qquad \textbf{(8j)}$$

$$\lim_{t\to\infty} \exp(-\delta t).\mu_t.K_t = 0 \quad ; \quad \lim_{t\to\infty} \exp(-\delta t).\lambda_t.D_t = 0 \quad \textbf{(8k)}$$

1a) Les équations (8a)-(8d) sont des équations statiques et déterminent, pour des valeurs fixées des variables dynamiques q, K et D l'équilibre macro économique de court terme. L'équation (8b) établit l'égalité entre le coût marginal de l'investissement $\Phi(j)$ et le prix dual du capital, ce qui permet de définir une fonction d'investissement régulière $j = \Phi^{-1}(q)$.

Les équations (8a)

et (8e) impliquent que $-\sigma \dfrac{\dot{C}_t}{C_t} = \delta - r - \dfrac{\dot{p}_t}{p_t}$.

L'équation (8c) représente l'arbitrage dans l'allocation sectoriel du capital. Elle implique le résultat familier d'égalité entre les productivités marginales dans les deux secteurs.

Les équations (8e)-(8h) sont des équations dynamiques. (8e) montre que le taux de croissance de λ est constant: $\lambda_t = \lambda_0 \exp(\delta - r)t$ alors que dans le modèle néoclassique sans croissance exogène, c'était, par contre, le niveau de λ qui était invariant.

Finalement, l'équation (8f) se réécrit:

$$r = B + \frac{j_t^2.T'(j_t) + R}{q_t} + \frac{\dot{q}_t}{q_t}$$

Elle représente également une relation d'arbitrage et indique qu'à l'équilibre le taux d'intérêt international est égal à la productivité marginale du capital (B) corrigée de la variation des coûts d'ajustement et du niveau de la rente résultant d'une augmentation marginale de la part du capital affectée au secteur des biens d'équipement $\dfrac{j_t^2.T'(j_t) + R}{q_t}$ et augmentée des plus ou moins values sur le capital $\dfrac{\dot{q}_t}{q_t}$.

1b) La résolution du système (8a)-(8d) définissant l'équilibre de court terme permet d'écrire[54] :

$$\underset{(+)}{j_t = j(q_t)} \quad ; \quad p_t = p(\underset{(+)}{\lambda^*}\ ,\ \underset{(-)}{q_t}) \qquad \textbf{(8')}$$

$$C_t = C(\underset{(-)}{\lambda^*}\ ,\ \underset{(-)}{q_t}) \quad ; \quad x_t = x(\underset{(-)}{\lambda^*}\ ,\ \underset{(-)}{q_t}\ ,\ \underset{(-)}{K_t})$$

[54] La dérivation formelle des signes des relations (8') est reportée dans l'annexe B.

Remarquons que, durant cette phase de transition, la consommation ne dépend que du "prix de la richesse" λ et, par l'intermédiaire du taux de change réel (TCR) p, du prix dual du capital q. Or, lorsqu'une hausse de q améliore la productivité du capital dans le deuxième secteur $q_t B + j_t^2.T'(j_t)$, il s'en suit une augmentation du prix relatif p afin d'égaliser la productivité dans le 1er secteur : $\frac{\alpha}{p_t}.(x_t K_t)^{\alpha-1}$ Donc $p'_q < 0$.

Cette augmentation fait naturellement baisser la consommation du fait de la décroissance de l'utilité marginale par rapport au prix. Ainsi, $C'_q < 0$.

L'équilibre du marché du bien de consommation sera alors restauré par une baisse de l'offre de ce bien qui se réalise par un retrait du capital du secteur des biens de consommation et donc $x'_q < 0$.

Examinons maintenant l'effet direct d'une variation marginale du capital, toutes choses égales d'ailleurs (λ et q constants), sur x et $b = j.(1-x)$, le rapport de l'investissement importé sur le capital total de l'économie. Comme le prix relatif et la demande de consommation ne sont pas directement affectés par cette perturbation, l'équilibre du marché sera restauré par une réduction de x ($x'_k < O$) de façon à maintenir constant le volume de capital dans le secteur du bien de consommation et, par la même, l'offre de ce bien. De la sorte, une augmentation du capital se répercute entièrement dans le secteur des biens d'équipement. Remarquons enfin que ce surcroît de capital entraîne un afflux d'investissement importé préservant ainsi la constance du rapport j de l'investissement importé au stock de capital du secteur des biens d'équipement.

Notons, cependant, qu'il ne s'agit là que des effets directs qui ne tiennent pas compte des interactions entre les variables dynamiques, notamment ici du stock de capital sur le q de Tobin. Ces effets indirects seront examinés dans le troisième paragraphe.

2) DYNAMIQUE DE LONG TERME DU MODELE :

2a) Une première caractérisation de l'état stationnaire:

i) Le modèle a été spécifié de façon à engendrer une croissance endogène. Un état stationnaire de l'économie sera alors défini par K^* , C^* , p^* , λ^* et q^* tels que:

$$\frac{\dot{K}_t^*}{K_t^*} = g_K \;;\; \frac{\dot{C}_t^*}{C_t^*} = g_C \;;\; \frac{\dot{p}_t^*}{p_t^*} = g_p \;;\; \frac{\dot{\lambda}_t^*}{\lambda_t^*} = g_\lambda \;;\; \frac{\dot{q}_t^*}{q_t^*} = g_q$$

En croissance équilibrée, q^* est nécessairement constant et la relation (8b) implique alors que la part de l'investissement importé dans le capital total du deuxième secteur j^* est également constante. Ceci entraîne alors, d'après (8g), que x est, à son tour, constant et égal à x^*. On montre alors, en utilisant (8c) et (8d), que $\frac{\dot{C}_t^*}{C_t^*} = \frac{\alpha}{1-\alpha}\frac{\dot{p}_t^*}{p_t^*}$ ce qui, en reportant dans (8a) et en utilisant (8e), nous permet d'établir que le taux de croissance d'équilibre du capital, de la consommation et du prix relatif est:

$$g_K = \frac{r-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)} \;;\; g_c = \alpha.\frac{r-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)} \;;\; g_p = (\alpha-1)\frac{r-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)}$$

Comme première étape de la résolution de long terme du modèle, déterminons les valeurs stationnaires de x et j, lesquelles doivent être compatibles avec l'existence d'une trajectoire de croissance équilibrée.

A l'équilibre, l'investissement importé j^* rapporté au stock de capital dans le deuxième secteur est donné implicitement par:

$$r - B = \frac{j^{*2}.T'(j^*) + R}{\Phi(j^{*)}} \qquad \textbf{(9)}$$

Cette expression indique qu'à l'équilibre, le taux d'intérêt est égal à la productivité du capital dans le secteur des biens d'équipement ajustée par un terme représentant les coûts d'installation.

A son tour, la part du capital affecté au secteur des biens de consommation est donnée par:

$$(1-x^*).(B+j^*) = g_K = \frac{r-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)} \qquad \textbf{(10)}$$

L'ajustement du taux de croissance à celui de l'état stationnaire peut se réaliser par un appel ou un retrait des capitaux externes (variation de b) et/ou par une modification de la part du capital affectée à chacun des deux secteurs. L'arbitrage entre une base interne ou externe d'accumulation est déterminé par l'évolution du rapport $j_t = \frac{b_t}{1-x_t}$ donné implicitement par l'équation (9) , Cependant, r et B étant donnés, cette équation ne détermine pas j^*, et partant x^*, de façon unique. Sans spécification particulière de la fonction de coûts d'installation T(.), nous ne pouvons déterminer si, à long terme, l'économie bénéficie d'un solde commercial positif ou si, à l'inverse, elle subit un déficit de sa balance commerciale[55].

Plus que l'unicité, l'existence de j^* et, partant d'un état stationnaire, ne peut être assurée. Un exemple particulièrement simple d'inexistence d'état stationnaire d'une économie sans rente pétrolière (R=0) est celui où le capital ne subit pas de coûts d'ajustement (T(.) = 0) et où la productivité du capital est différente du taux d'intérêt.

Nous nous référerons dans la suite au cas simple d'une fonction de coûts d'installation du capital de type:

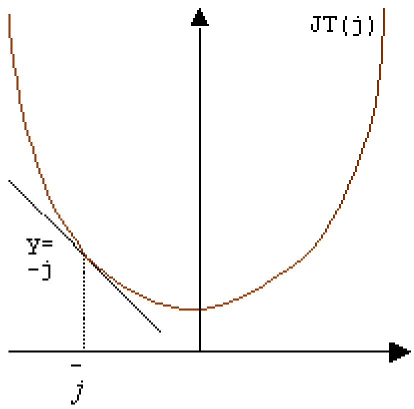
$T(j) = aj$ (a > 0)

L'existence et le signe des solutions de l'équation (9) peuvent alors être discutés à l'aide des figures a) et b).

---

[55] Pour préciser davantage ce point, réécrivons l'équation (9) sous forme: $r - B = \frac{j^{*2}.T'(j^*) + R}{1 + (jT(j))'_{j=j^*}}$

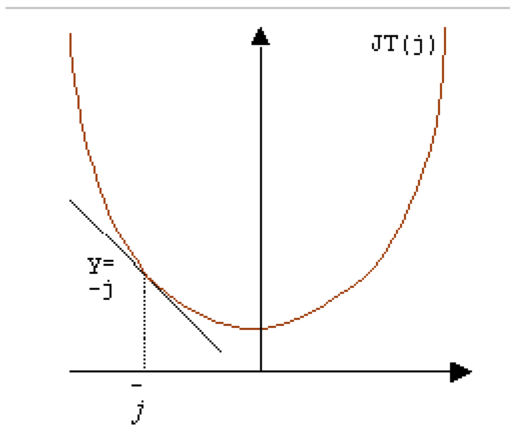
Comme T'(.) > 0, alors 1+(jT)' et r-B ont même signe. Soit $\bar{j}$ tel que $1 + (jT(j))'_{j=\bar{j}} = 0$.



$\bar{j}$ est négatif et sera d'autant plus proche de 0 que les coûts d'ajustement, au voisinage de 0, seront élevés. Or, du fait de la convexité de j.T(.), la fonction 1+(jT)' est croissante. Nous voyons alors que si B > r, j^*, s'il existe, est, sans ambiguïté négatif ($j^* < \bar{j} < 0$ et $b^* < 0$) et l'économie connaîtra un excédent commercial hors hydrocarbure. Par contre, lorsque B < r, le solde commercial de long terme est ambigu. Ce point sera précisé ci dessous pour une spécification particulière de la fonction T(.).

Ainsi, lorsque $0 < R < r - B$, l'équation (9) possède deux solutions j_1^* et j_2^* telles que (voir figure a)):

$$j_1^* \geq 0 \qquad \text{et} \qquad \frac{1}{2a} < j_2^* \leq 0$$



l'économie pouvant ainsi tout aussi bien bénéficier d'un excédent commercial hors hydrocarbures ($j^* < 0$) que connaître un déficit permanent ($j^* > 0$). Par contre, lorsque $0 < r - B < R$ avec R suffisamment petit, les solutions, lorsqu'elles existent, sont positives.

La figure b) illustre le cas où $r - B < 0$. Dans cette situation, les solutions, lorsqu'elles existent, sont toutes deux, négatives et inférieures à -1/2a.

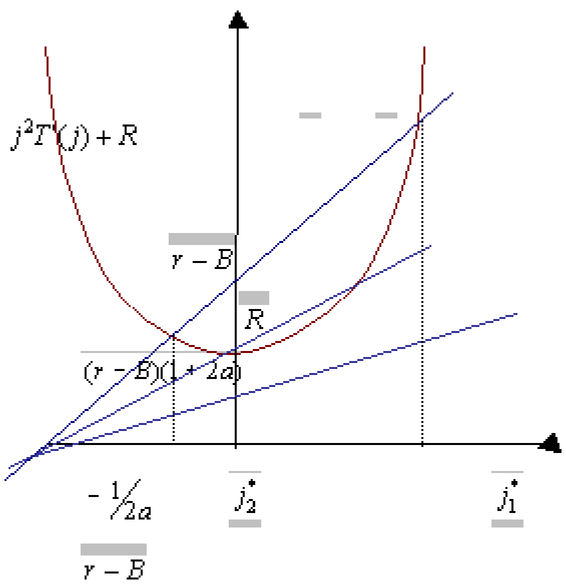


figure a

(cas où r-B>0)

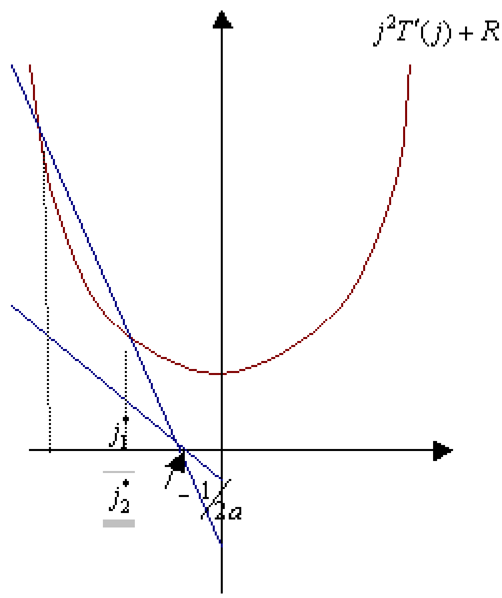


figure b

(cas où r-B<0)

L'inexistence de solution et donc de croissance à taux constant pour certaines valeurs des paramètres r, B et R limite la portée de ce modèle. Cette considération explique que nous nous restreignons, dans la suite, au cas d'une économie à faible productivité du capital où B < r. En outre, nous supposons que la rente R par unité de capital est pas suffisante pour combler le 'gap de productivité' $r - B$ entre les conditions locales et internationales de production dans le secteur des biens d'équipement de sorte que $R < r - B$. L'équation (9) admettra alors deux solutions de signe contraire :

$$j_1^* \quad > \quad 0 \quad > \quad j_2^*$$

iii) Il nous reste enfin à nous assurer que l'utilité sociale reste bornée (c'est à dire que $\int_0^{\infty} \exp(-\delta t) U(C_t) dt$ est convergente) et à vérifier que la condition de transversalité (8k) relative au capital est satisfaite. Sur le sentier stationnaire, ces deux conditions se vérifient lorsque:

$$\alpha(1-\sigma).r < \delta$$

c'est à dire pour des valeurs suffisamment élevées du taux de préférence pour le présent qui incitent à privilégier la consommation courante ou encore, de façon équivalente, lorsque $g_k < r$ et donc que le capital ne croit pas plus vite que le taux d'intérêt international. Cette dernière condition est assez habituelle et se retrouve par exemple dans J,P Laffargue[56] dans un modèle simplifié de croissance exogène avec endettement externe.

2b) Effets de l'Ouverture de l'Economie sur la Croissance de Long Terme:

La résolution du modèle montre que le taux de croissance de l'économie ne dépend pas de son état initial K(0). Ainsi la dotation initiale en facteurs ne détermine pas le taux de croissance de long terme de l'économie mais influe seulement, comme nous le montrerons plus loin, sur le "niveau" de long terme du stock de capital et de la consommation. Cependant, ce trait est pas spécifique à ce modèle et se retrouve également en économie fermée.

Par contre, un trait distinctif de ce modèle est que le taux de croissance de long terme du capital est indépendant de la productivité B du capital dans le secteur des biens

[56] [56] Cf J,P Laffargue (1986).

d'investissement. De la sorte, la possibilité d'endettement externe entraîne une convergence en taux de croissance --- mais non en niveau ---- des économies à productivités différentes. Afin de préciser davantage ce point, réécrivons le taux de croissance du capital sous la forme:

$$g_K = \frac{B-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)} + \frac{r-B}{1+\alpha(\sigma-1)} = g_K^f + \frac{r-B}{1+\alpha(\sigma-1)}$$

où g_K^f est le taux de croissance du capital en économie fermée.

Dans le cas particulier où la productivité du capital B est égale au taux d'intérêt $\left(\frac{r-B}{1+\alpha(\sigma-1)} = 0\right)$, le taux de croissance du capital est identique dans les deux types d'économie. En outre, l'équation (9) montre alors que $j^* = 0$ en est solution et donc que la balance commerciale hors hydrocarbure $b^* K^*$ est constamment en équilibre. De la sorte, si le stock initial de la dette est nul, le niveau de la dette sera à son tour constamment nul et la dynamique des deux économies sera alors en tout point identique[57] .

Dans le cas où B < r, l'économie est pas suffisamment productive pour atteindre, sur la base d'une accumulation interne, le taux de croissance g_K de l'état stationnaire $\left(g_K^f < g_K\right)$. L'ouverture de l'économie stimule alors la croissance soit par le recours à l'importation de biens d'investissement (b^*>0) ou (et) par une augmentation de la part (1-x^*) du capital affectée à la production des biens d'investissement. Il en est de même du taux de croissance de la consommation qui augmente.

Inversement, lorsque B > r, si l'économie se restreint à une base d'accumulation interne, le taux de croissance de long terme du capital sera supérieur à celui de l'état stationnaire lorsque ce dernier existe. Dans ce cas, l'ouverture de l'économie aura pour effet de freiner la croissance tant du capital que de la consommation. Ce résultat n'est paradoxal qu'en apparence car l'utilité sociale dépend du niveau, à chaque date, de la consommation et non de son rythme de croissance. Aussi, la réduction du taux de croissance de la consommation par rapport à l'économie fermée devrait s'accompagner d'une augmentation de la consommation initiale qui devrait plus que compenser, en termes d'utilité actualisée, la baisse de son rythme de croissance. L'autarcie ne devrait donc pas améliorer le bien être dans l'économie considérée.

2c) Dynamique de Long Terme de la Dette:

[57] Dans ce cas, le modèle ne possède pas de dynamique transitoire.

La forme récursive du programme permet de déterminer l'évolution du capital et de la consommation indépendamment de celle de la dette externe. Aussi allons-nous maintenant étudier l'évolution du stock de la dette pour montrer que son taux de croissance est nécessairement constant sur le sentier stationnaire et égal au taux de croissance du capital.

En intégrant l'équation d'évolution de la dette (8h), il vient:

$$D(t) = D(0).\exp(rt) + \int_0^\infty \{b(s).(1 + T(j(s)) - R\} K(s).\exp(r(t - s))ds$$

Comme sur la trajectoire stationnaire $K^*(s) = K^*(0).\exp(g_K.s)$, $b(s) = b^*$ et $j(s) = j^*$, l'expression de la dette actualisée sur cette trajectoire sera:

$$D^*(t).\exp(-rt) = D^*(0) + \frac{b^*(1+T(j^*)) - R}{g_K - r}.K^*(0).\{\exp(g_K - r)t - 1\}$$

La condition de transversalité $\lim_{t\to\infty} \exp(-rt).D_t = 0$ qui s'identifie à une condition de solvabilité de l'économie s'exprime alors par:

$$\frac{D^*(0)}{K^*(0)} = -\frac{b^*(1+T(j^*)) - R}{g_K - r}.\lim_{t\to\infty}\{\exp(g_K - r)t - 1\}$$

ce qui, compte tenu de la condition g_K < r, entraîne:

$$\frac{D^*(0)}{K^*(0)} = \frac{b^*(1 + T(j^*)) - R}{g_K - r}$$

Ceci implique alors que le ratio $\frac{D^*(t)}{K^*(t)}$ est constant tout au long du sentier stationnaire.

En résumé, lorsque $\alpha(1-\sigma).r < \delta < r$, nous mettons en évidence les conditions d'un état optimal où la croissance est à taux constant et positif et où la solvabilité de l'économie est vérifiée.

Il reste alors à examiner et à établir les conditions de l'unicité de cette trajectoire limite. Or, les équations (8a)-(8j) ne suffisent pas à déterminer, conditionnellement à x^* et y^*, la trajectoire de croissance équilibrée. De plus, cet état limite doit être réalisable. Ceci nécessite généralement une phase de transition afin que le niveau de la dette et du capital soit, à terme, dans le rapport adéquat $d^* = D^*/K^*$. Au cours de cette phase, le capital et le stock de la dette évoluent suivant des dynamiques déterminées que nous nous proposons de mettre en évidence ci dessous.

3) DYNAMIQUE TRANSITOIRE DU MODELE ET EFFET D'HYSTERESIS :

3a) Le Modèle en Variables Réduites:

Pour résoudre le problème de multiplicité des états stationnaires et déterminer la dynamique de l'économie au voisinage de ces croissances équilibrées, réécrivons le modèle en variables réduites, c'est à dire, en variables corrigées de leur tendance temporelle. Soit alors :

$x_t = X_t \exp(-g_x.t)$

où g_X est le taux de croissance de long terme de la variable X. Les équations (8a)-(8g) se réécrivent:

$$c_t^{-\sigma} = \frac{l_t}{\pi_t} \qquad \textbf{(11a)}$$

$$q_t = \Phi(j_t) \qquad \textbf{(11b)}$$

$$\frac{\alpha}{\pi_t}.(x_t k_t)^{\alpha-1} - j_t^2.T'(j_t) = q_t B \qquad \textbf{(11c)}$$

$$c_t = (x_t k_t)^{\alpha} \qquad \textbf{(11d)}$$

$$l_t = l^* \qquad \textbf{(11e)}$$

$$\dot{q}_t = r.q_t - q_t.\dot{B} - j_t^2.T'(j_t) - R \qquad \textbf{(11f)}$$

$$\dot{k}_t = k_t(\ (1-\dot{x}_t).(B + j_t) - g_K) \qquad \textbf{(11g)}$$

Si nous notons $d(t) = D(t) / K(t)$, l'équation d'évolution de ce rapport sera:

$$\dot{d}_t = \{r - (1-x_t).(B + j_t)\}.d_t - j_t(1-x_t).(1+T(j_t)) + R \qquad \textbf{(11h)}$$

Enfin, les conditions initiales sont données par:

$$k(0) = K(0) \quad \text{et} \quad d(0) = \frac{D(0)}{K(0)} \qquad \textbf{(11i)}$$

Nous voyons alors que les croissances équilibrées (à taux de croissance nul) du modèle en variables réduites coïncident avec les croissances équilibrées du modèle en "niveau" d'une économie solvable[58] . La détermination d'une phase de transition revient alors à trouver une trajectoire vérifiant les conditions d'optimalité (11a)-(11i) et convergente. Nous appellerons cet état limite "niveau initial" du sentier stationnaire à taux de croissance endogène constant.

Cependant, lorsque l'équation (9) possède une solution, les équations (11a)-(11h) du modèle en variables réduites ne suffisent pas à déterminer un état stationnaire unique[59] .

Il est, néanmoins, utile de noter, du fait de la décomposabilité du système, que j^* et x^* --- ainsi que q^*--- sont déterminés de façon univoque de sorte que l'allocation du capital entre les secteurs ainsi que la part de l'investissement importé sont indépendants de l'état stationnaire particulier dans lequel l'économie évolue.

Cette indétermination ---partielle--- du sentier stationnaire fera dépendre, par un effet d'hystérésis, le stock de long terme du capital du niveau initial de l'économie et partant de toute la trajectoire de croissance. Ce n'est donc qu'après avoir déterminé celle ci que nous pouvons caractériser, de façon complète, l'état stationnaire dans sa relation avec les conditions initiales de l'économie.

3b) Stabilité locale du modèle et Unicité de l'Etat Stationnaire:

Comme le modèle est non linéaire, nous nous restreignons à une étude locale de la dynamique du modèle par une approximation linéaire de celui ci au voisinage d'un état d'équilibre.

Après avoir substitué aux variables statiques leur expression en fonction de k, q et l et en considérant le cas particulier d'une fonction de coûts d'ajustement:

$T(j_t) = a.j_t$

le modèle linéarisé s'écrit [60]:

---

[58] A long terme, en effet, $\dot{d} = 0$ et le rapport $D(t)/K(t)$ sera, par conséquent, constant.

[59] L'équation (11 e) , écrite à l'état stationnaire, étant, manifestement, redondante.

[60] Les expressions entre parenthèses sont évaluées à leurs valeurs stationnaires. dx_t représente l'écart de x_t à sa valeur stationnaire.

$\dot{q} = (r - B - j).dq_t$ **(12a)**

$\dot{k}_t = \{k.(-(B + j).x'_k)\}dk_t + \{k((1 - x).j'_q - x'_q.(B + j))\}dq_t - \{k(B + j).x'_l\}.dl_t$ **(12b**

$$\dot{d}_t = (r - g_k).dd_t + \{d.x'_k.(B + j) + x'_k.j.(1 + T(j))\}.dk_t$$

$$+ \{x'_k.(B + j).d - j'_q.(1 - x).d + x'_q.j.(1 + T(j) - j'_q.(1 - x).\Phi(j)\}dq_t$$

$$+ \{x'_l.(B + j) + x'_l.j.(1 + T(j))\}dl_t \qquad \textbf{(12c)}$$

En raison de la structure particulière de la matrice de ce système linéarisé, les valeurs propres de celle ci sont les éléments de sa diagonale. Comme ces valeurs propres ne dépendent que de j^* , il est alors remarquable que la question de la stabilité est indépendante de l'état stationnaire au voisinage duquel on se situe.

Le modèle possède deux variables prédéterminées dk et dd et une variable, dq, non prédéterminée. Par ailleurs, la variable (non prédéterminée) l intervient mais demeure constamment à son niveau stationnaire l^* . Pour qu'une trajectoire optimale convergente existe et soit unique, nous voyons que le système devra posséder deux valeurs positives et une valeur propre négative. La solution stable du modèle, au sens du point selle, s'obtient alors en annulant les composantes explosives de la solution relatives aux valeurs propres positives[61] .

Le modèle possède une valeur propre égale à:

$VP1 = k.(-(B + j).x'_k)$

qui se réécrit, en reportant l'expression de x'_k, et en utilisant (10):

$$VP1 = g_K - \frac{x^*}{1 - x^*}$$

Cette valeur propre est positive lorsque nous nous restreignons aux croissances positives ($r > \delta$).

Il en est de même de la valeur propre:

$VP2 = r - g_K$

qui est positive du fait de la condition de transversalité qui impose, comme nous l'avons vu, que g_K soit inférieur à r .

[61] En prenant explicitement en compte la variable dl_t , dont l'équation d'évolution est $dl_t = 0$, nous aurons une quatrième valeur propre mais qui sera nulle et la résolution relèverait alors des résultats de GIAVAZZY-WIPLOZ (1985). Voir également l'annexe de A, D'AUTUME –P, MICHEL (1993).

Aussi, pour que la solution soit stable et unique, il suffit alors que la troisième valeur propre:

$$VP3 = (r - B) - j^{*} = \frac{aj^{*2} + R}{1 + 2aj} - j^{*}.$$

soit négative.

Or, en se référant à la figure (a) (page), nous voyons que si $R - (r - B) < 0$ l'équation (9) possède deux solutions $(j_1^{*}\ ,\ j_2^{*})$:

$$0 < j_1^{*} < 2R \qquad ; \qquad -\frac{1}{2a} < j_2^{*} < 0$$

La stabilité impose ainsi de retenir l'unique solution positive j_1^{*} de l'équation (9), ce qui résout, par ailleurs, le problème de la multiplicité des racines de cette équation.

Ceci revient à considérer que l'ouverture de l'économie développe une base externe d'accumulation du capital par l'importation de biens d'équipement. Certes, il se pose, à terme, un problème de solvabilité de l'économie, la balance commerciale connaissant un déficit permanent à long terme, mais, au cours de la phase de transition, le stock de la dette devrait s'ajuster, plus ou moins rapidement, à un niveau tel que la solvabilité de l'économie soit assurée[62] .

Ainsi, le modèle linéarisé possède une infinité d'états stationnaires mais, pour les valeurs adéquates de j^{*} , il existe une unique trajectoire convergente et dont la limite dépend des conditions initiales de l'économie. Cette dépendance du niveau de long terme du capital des conditions initiales, déduite de la contrainte de stabilité notamment, s'exprime par[63] :

$$k^{*} = \frac{\Gamma}{\Gamma + dd_0}.k_0 \qquad \textbf{(13)}$$

où Γ est fonction des paramètres du modèle α , σ , δ , r et B, et où dd_0 est l'écart au niveau stationnaire de la valeur initiale du rapport $\frac{D(0)}{K(0)}$.

Cette équation permet maintenant la détermination d'un état stationnaire unique de l'économie donné notamment par:

---

[62] Le deuxième type de croissance endogène (en retenant la solution j négative) consiste, avec l'ouverture de l'économie, à développer les exportations de biens d'équipement (avec une réallocation du capital vers ce secteur au détriment de celui des biens de consommation) mais cet état est instable et entraîne l'économie dans une dynamique de la dette divergente.

[63] La dérivation formelle des résultats qui suivent est renvoyée en annexe A.

$$c^{*-\sigma} = \frac{l^*}{\pi^*}$$

$$r.q^* = \frac{\alpha}{\pi^*}(x^*k^*)^{\alpha-1}$$

$$c^* = (x^*k^*)^{\alpha}$$

$$d^* = \frac{j^*(1-x^*).(1+T(j^*)-R}{r-g_K}$$

La relation (13) montre également que le modèle possède la propriété d'hystérésis en ce sens que son état stationnaire dépend, à travers k^*, des conditions initiales de l'économie. L'une des conséquences remarquables sera la persistance des effets des chocs même transitoires.

Notons, enfin, comme autre conséquence, que la phase transitoire, tout en faisant converger les taux de croissance d'économies différemment dotées en technologie et en stock initial de capital et d'actifs financiers, ne fait pas converger, à long terme, le niveau de ces stocks mais seulement leur rapport.

3c) Accumulation du capital et endettement: une relation ambiguë:

Une fois k^* déterminé, la dynamique du capital, de son prix dual et du rapport d de la dette au capital suit:

$$k_t = k_0 \exp(\mu t) + k^*(1-\exp(\mu t) \qquad \textbf{(14a)}$$

$$q_t = q_0 \exp(\mu t) + q^*(1-\exp(\mu t) \qquad \textbf{(14b)}$$

$$d_t = d_0 \exp(\mu t) + d^*(1-\exp(\mu t) \qquad \textbf{(14c)}$$

où μ est la valeur propre négative $r - B - j^*$.

Cette dynamique est une moyenne pondérée de la valeur initiale et la valeur de long terme. La vitesse de convergence est d'autant plus faible que la valeur propre μ est proche de zéro. Comme attendu, ceci a lieu lorsque les coûts d'ajustement sont élevés (a grand), cette inertie étant due à un effort d'accumulation de plus en plus ardu. De même, durant la phase de transition, la vitesse de convergence sera d'autant plus grande que le gap entre la productivité du capital B dans le deuxième secteur et le taux d'intérêt international r est élevé.

Les relations (14a)-(14c) montrent que le rapport $\frac{dk_t}{dq_t}$ et $\frac{dd_t}{dk_t}$ entre le capital et son prix dual ainsi qu'entre le capital et la dette externe sont constants tout au long de la trajectoire convergente. C'est le signe de ces relations que nous nous proposons maintenant de déterminer.

i) Accumulation du capital et dynamique du prix dual:

En résolvant les deux premières équations du système linéarisé (12a)-(12b) qui, rappelons-le, forment un bloc indépendant, on établit que:

$$\frac{dk_t}{dq_t} = \frac{(r - B - j^*) + k^*\left\{x'_k(B + j^*)\right\}}{k^*\left\{(1 - x^*).j'_q - x'_q(B + j^*)\right\}}$$

Comme, d'après les relations (8'), $x'_k < 0$, $j'_q > 0$ et $x'_q < 0$, $\frac{dk_t}{dq_t}$ est négatif de sorte que l'accumulation du capital, au delà de son trend, s'accompagne d'une diminution de son prix dual et, partant, de la part j de l'investissement importée.

ii) Accumulation du capital et dynamique de la dette externe:

De même, durant la phase de transition, le rapport $\frac{dd_t}{dk_t}$ reste , au voisinage de l'état stationnaire, égal, comme nous le montrons en annexe, à:

$$\frac{dd_t}{dk_t} = \frac{FF + G\,\frac{AA - BB}{CC}}{\chi}$$

où:

$$AA = r - B - j^* < 0$$

$$BB = (B + j^*).x^* > 0$$

$$CC = (1 - x^*).j'_q - x'_q(B + j^*) > 0$$

$$G = -d^*.CC + x'_q.j^*.(1 + aj^*) - (1 - x^*).j'_q.(1 + 2aj^*) < 0$$

$$FF = -d^*.x^*.(B + j^*) - x^*.j^*.(1 + aj^*) < 0$$

$\chi = AA - (r - g_k) < 0.$

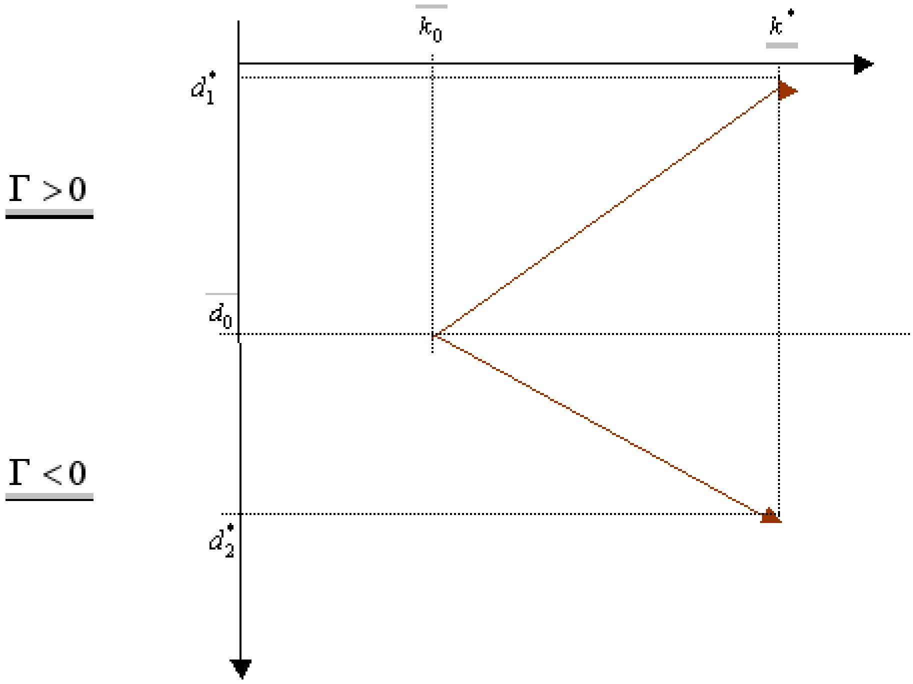
Ainsi, l'effet d'une augmentation du capital k (par rapport à son trend) sur le ratio endettement/capital se décompose d'abord en un effet direct qui accroît ce ratio en passant par la réallocation intersectorielle du capital au profit du deuxième secteur. Cet effet est représenté par le terme $\frac{FF}{\chi} > 0$.

Cependant, ce surcroît d'accumulation du capital diminue son prix dual q entraînant ainsi une diminution de la part de l'investissement importé ($j'_q > 0$) ainsi qu'un transfert de capital au détriment du deuxième secteur ($x'_q < 0$). Cet effet indirect, représenté par le terme

$$\frac{G\,\frac{A - BB}{CC}}{\chi} = \frac{\partial d_t}{\partial q_t}.q'_k < 0,$$

contribuera, ainsi, à une réduction du volume de la dette par unité de capital. Au total, nous voyons que la relation entre l'accumulation du capital et le volume d'endettement rapporté au capital est ambiguë dépendant duquel des deux effets est prédominant.

De ce fait, une multiplicité de configurations est, a priori, possible rendant difficile une étude analytique. Si nous supposons que l'économie est initialement endettée, la dynamique des variables q et d de cette économie peut être représentée, dans sa relation avec l'accumulation du capital, par le diagramme suivant:



L'accumulation du capital, dans cette économie, peut ainsi s'accompagner tout aussi bien d'une accumulation que d'une déccumulation de dettes par unité de capital selon que la relation (13) déterminant k^* est compatible avec une dette à long terme supérieure ou inférieure à son niveau initial d_0 .

SECTION 3 :EFFETS D'UN CHOC PETROLIER DANS UN MODELE DE CROISSANCE ENDOGENE :

Nous nous proposons, dans cette section, d'utiliser ce modèle pour étudier la réponse de l'économie à un choc pétrolier non anticipé. La complexité de la relation (13) de détermination de k^* ne permet pas, cependant, sauf à poser une hypothèse à priori sur le signe de Γ, un traitement analytique général. De ce fait, nous étudierons de façon détaillée, dans une première étape, le cas particulier relativement simple mais important d'une économie important intégralement ses biens d'équipement $(B = 0 \quad et \quad x = 1)$. Nous réserverons, dans une seconde étape, un traitement par simulation au cas plus général où l'économie dispose d'un secteur de biens de production $(B > 0)$.

1) CHOC PETROLIER DANS UN MODELE A UN SECTEUR :

En l'absence d'un secteur de biens d'équipement, tout le capital est affecté à la production du bien de consommation et formellement $x(t) = 1$ et $B = 0$.

Dans ce modèle unisectoriel, le capital sera totalement importé et le bien produit exclusivement destiné à la consommation domestique.

Ce cas particulier est important en ce qu'il décrit formellement la situation d'un grand nombre de PVD important intégralement les équipements du fait de l'inexistence d'un secteur de production des biens d'équipement et où les exportations se réduisent à un bien primaire non produit et dont tant le prix que les quantités exportées sont exogènes.

Par ailleurs, et formellement, lorsque $x(t) = 1$ et que le capital est totalement importé, les propriétés du modèle ne sont pas seulement un cas particulier du modèle global à deux secteurs. En effet, certaines relations propres à un modèle bisectoriel, comme celle assurant l'égalité des productivités marginales entre les deux secteurs, n'apparaissent plus. En outre, dans un modèle unisectoriel, il n'y a pas de réallocation de capital entre les secteurs, et la consommation dépendra directement du capital total disponible alors que dans le cas bisectoriel, celle ci n'en dépendait qu'indirectement, à travers le prix du capital.

1a) Description du modèle :

Les équations décrivant l'équilibre macroéconomique, dans ce cas, seront les suivantes :

$$U'(C_t) = \frac{\lambda_t}{p_t} \qquad (15a)$$

$$q_t = \Phi(j_t) \qquad (15b)$$

$$f(K_t) = C_t \qquad (15c)$$

$$\dot{\lambda}_t = \lambda_t(\delta - r) \qquad (15d)$$

$$\dot{q}_t = rq_t - \frac{f'(k_t)}{p_t} - j_t^2 T'(j_t) - R \qquad (15e)$$

$\dot{K}_t == j_t K_t$ (15f)

$\dot{D}_t = rD_t - j_t K_t(1 + T(j_t)) + RK_t$ (15g) $\lim_{t\to\infty} e^{-rt} D_t = 0$

(15h)

Les équations (l5a-15c) sont des équations statiques qui déterminent, à chaque date, le niveau de la consommation C_t, le taux de croissance du capital j_t, ainsi que le taux de change réel d'équilibre p_t en fonction de K_t, q_t, et λ_t. Plus précisément, nous avons :

$$C_t = \underset{(+)}{C(K_t)} \qquad p = \underset{(+)\,(+)}{p(\lambda_t , K_t)} \qquad j_t = \underset{(+)}{j(q_t)} \qquad (15')$$

La dynamique du système est représentée par les équations d'évolution (15d-15g) et la condition (15h).

On montre que le taux de croissance de long terme de cette économie est le même que celui d'une économie à deux secteurs, soit :

$$g_K = \frac{r - \delta}{1 + \alpha(\sigma - 1)} \quad ; \quad g_C = \alpha g_K \quad ; \quad g_p = (\alpha - 1) g_K$$

$$g_\lambda = \delta - r \qquad g_q = 0$$

Afin de caractériser le long terme de cette économie, réécrivons, avec des notations évidentes, le modèle en variables réduites :

$$U'(c_t) = \frac{l^*}{\pi_t} \qquad (16a)$$

$$q_t = \Phi(j_t) \qquad (16b)$$

$$f(k_t) = c_t \qquad (16c)$$

$$\dot{q}_t = rq_t - \frac{f'(k_t)}{\pi_t} - j_t^2 T'(j_t) - R \qquad (16d)$$

$$\dot{k}_t = (j_t - g_K).k_t \qquad (16e)$$

$$\dot{d}_t = (r - j_t).d_t - j_t(1 + T(j_t)) + R \qquad (16f)$$

$$\lim_{t\to\infty} e^{-rt} D_t = 0 \qquad (16g)$$

Les relations définissant le niveau initial de la croissance équilibrée sont alors :

$$j^* = \frac{r-\delta}{1+\alpha(\sigma-1)} \qquad (17a)$$

$$q^* = \Phi(j^*) = 1+2aj^* \qquad (17b)$$

$$f'(k^*) = \pi^*(rq^* - aj^{*2}) - R \qquad (17c)$$

$$c^* = k^{*\alpha} \qquad (17d)$$

$$U'(c^*) = \frac{l^*}{\pi^*} \qquad (17e)$$

$$d^* = \frac{j^*(1+T(j^*)) - R}{r-g_K} \qquad (17f)$$

Comme attendu, ces équations ne suffisent pas à déterminer l'état stationnaire de façon unique. Pour établir l'équation manquante, remarquons que l'accumulation du capital à un rythme plus grand que son trend de croissance, ainsi que cela a été montré pour le cas général, s'accompagne d'une diminution de son prix dual q. Cette correspondance, dans ce cas particulier d'une économie à un secteur, s'écrit :

$$dq_t = \frac{\mu}{k^* j'_q(q^*)} dk_t \qquad (18)$$

où μ est la valeur propre négative de la forme linéarisée du système (16d)-(16e).

En substituant cette relation dans la forme linéarisée de l'équation d'évolution de la dette (16f) et en invoquant la condition de transversalité, on montre que :

$$d_t - d^* = -\frac{\mu}{\alpha-(r-g_k)} \cdot \frac{d^* + \Phi(j^*)}{k^*} .dk_t \qquad (19)$$

Ecrite en $t=0$ et jointe au système (17a) – (17f), la relation (19) permet maintenant de caractériser de façon unique le sentier stationnaire à taux de croissance endogène constant de l'économie[64].

Bien plus, cette expression décrit également la relation entre les processus d'accumulation du capital et d'endettement externe. Nous voyons que le sens de cette relation dépend crucialement du signe de :

---

[64] k^* est alors déterminé par : $k^* = \dfrac{k_0}{1 - \dfrac{(\mu-(r-j^*)).(d_0-d^*)}{\mu.(d^*+\Phi(j^*))}}$

$d^* + \Phi(j^*)$

Or, on montre que ce terme est égal à :

$$d^* + \Phi(j^*) = \frac{f'(k^*)}{\pi(r - j^*)}$$

et est sans ambiguïté positif, entraînant une relation négative entre dd_t et dk_t.

De la sorte, l'accumulation du capital --- entendue comme accroissement du capital au delà de sa tendance de long terme ($\dot{K}/K > g_K$ ou $\dot{k} > 0$) --- se réalise avec un endettement croissant mais à un rythme inférieur à celui du capital.

L'interprétation intuitive de cette relation, si l'économie est initialement endettée ($d_0 < 0$), est la suivante : lorsque la rente R par unité de capital est suffisamment élevée pour permettre, à long terme, un volume d'endettement par unité de capital élevé sans entamer la solvabilité de l'économie $\left(|d^*| > |d_0| \right)$, il y a une accumulation du capital importé et celle ci se réalise à un rythme j constamment positif mais décroissant. (Rappelons que le q de Tobin est décroissant mais constamment plus grand que q^*). La balance courante connaîtra un déficit permanent avec cependant une résorption progressive mais partielle de celui ci. A l'inverse, si les transferts ne permettent pas un volume d'emprunts à long terme suffisant où si l'économie est initialement trop fortement endettée ($d_0 < d^* < 0$), le capital se deccumule relativement (au sens où il croîtra moins vite que sa tendance de long terme). Si l'investissement est irréversible, le pays peut alors bénéficier initialement d'une balance courante excédentaire avant de connaître, à terme, un solde déficitaire.

Ainsi, le niveau de la rente et le stock initial de la dette extérieure, bien qu'ils n'influencent pas le taux de croissance d'équilibre, déterminent, par contre, par un effet d'hystérésis, le niveau initial de la croissance équilibrée et, notamment, le niveau initial du capital de long terme.

1b) Effets d'un Choc Permanent :

Afin de maintenir la constance des termes de l'échange, nous supposons que le choc pétrolier porte sur le quota de production fixé de façon exogène par l'OPEP.

Dans ce cadre, nous examinons l'ajustement de l'économie successivement à un choc permanent sur les quotas de production puis à un choc transitoire en supposant que l'économie se trouve initialement dans son état stationnaire.

Avant d'explorer la dynamique de l'économie qui suit un choc pétrolier permanent et non anticipé, nous nous attacherons d'abord à déterminer ses conséquences sur l'équilibre de long terme de l'économie.

i) Le long terme :

Sur le sentier stationnaire, le stock de la dette par unité de capital est :

$$d^* = \frac{j^*(1+T(j^*))-R}{r-j^*} \qquad (20)$$

où j^* est égal à $r-\delta \big/ 1+\alpha.\sigma-\alpha$.

Ainsi, un choc favorable (augmentation de R) entraîne un surcroît d'endettement à long terme sans, évidemment, que ceci ne préjuge de la solvabilité du pays posée, par ailleurs, par construction.

L'impact sur les autres variables s'en déduit alors immédiatement. Ainsi, la relation (19) montre que:

$$\frac{dk^*}{dR} = \frac{1}{r-j^*} \Bigg/ \left\{ \frac{\mu}{\mu-(r-g_k)} . \frac{d^*+\Phi(j^*)}{k^*} \right\} > 0 \qquad (21)$$

de sorte que le choc pétrolier entraîne une augmentation du capital initial de long terme.

L'effet sur le prix relatif détrendé π^* est plus difficile à établir. Cependant, la relation (17c) montre que le taux d'intérêt international est égal à la productivité marginale du capital corrigée des coûts d'ajustement $j^2(T'(j)$ et du surcroît de rente R résultant de l'augmentation marginale du capital. En différenciant cette équation et après substitution de (21), nous pouvons établir que :

$$\frac{d\pi^*}{dR} = \frac{\pi^2}{f'} + \frac{\pi^2}{f'}(\alpha-1)\frac{\mu-(r-j^*)}{\mu} < 0 \qquad (22)$$

Autrement dit, l'augmentation des recettes pétrolières a un effet direct $\frac{\partial\pi^*}{\partial R} = \frac{\pi^2}{f'} > 0$ qui tend à déprécier le taux de change π^* par rapport à sa tendance de long terme. Mais ce surcroît de rente, en augmentant également le stock de capital $\left(\frac{dk^*}{dR} > 0\right)$ diminue la productivité de celui ci. Cet effet indirect, transitant donc par k, aura pour conséquence une appréciation du taux de change de long terme.

$$\frac{\partial \pi^*}{\partial k^*}\frac{dk^*}{dR} = \frac{\pi^2}{f'}\left(\alpha - 1\right)\frac{\mu - (r - j^*)}{\mu} < 0$$

L'effet total, d'une façon générale, sera ambigu, dépendant notamment des paramètres des fonctions de production et d'utilité.

Nous supposerons, dans ce qui suit, que l'effet indirect prédomine de sorte que $\frac{d\pi}{dR} < 0$ [65].

L'évolution du capital et du change divergent alors à long terme contrairement à leur évolution en phase durant la phase transitoire (relation (15')). Cette apparente contradiction ne se résout que par la possibilité d'une 'surréaction relative' du taux de change que nous établirons formellement ci-dessous.

Auparavant, notons que la consommation augmente évidemment à long terme tandis que qu'un calcul, utilisant (16a) et (16c) montre que la variation du niveau initial $l^* = U'(c^*)\pi^*$ de l'utilité marginale en croissance équilibrée à la suite du choc est :

$$\frac{dl^*}{dR} = U'' f' \pi^* \frac{dk^*}{dR} + U' \frac{d\pi^*}{dR} \qquad (23)$$

Nous voyons que l'indétermination du signe de $\frac{d\pi^*}{dR}$ affecte également $\frac{dl^*}{d\pi^*}$. Cependant, dans le cas retenu où $\frac{d\pi^*}{dR} < 0$, l'utilité marginale l^* diminue sans ambiguïté à la suite du choc[66].

[65] La note suivante donne quelques indications sur l'évolution du taux de change dans le cas contraire.

[66] Dans le cas contraire où $\frac{d\pi^*}{dR} > 0$, le signe de $\frac{dl^*}{dR}$ est également ambigu. La dynamique complète du taux de change sera plus complexe. Sachant que $\frac{d\pi}{dR}(0) = \frac{\pi}{l}\frac{dl^*}{dR}$, elle se présente ainsi :

ii) Impact et Dynamique Transitoire :

Etudions maintenant les effets de ce choc sur la dynamique de court terme. En impact, c'est à dire à l'instant du choc, seules les variables susceptibles de « sauter » peuvent être affectées par cette perturbations. Par conséquent, le stock du capital et celui de la dette externe λ de telle façon que l' économie s'installe,

dès l'instant initial, sur la nouvelle trajectoire convergente. Si nous supposons que le choc a eu lieu et est annoncé en $t = 0$ et qu'en cette date l'économie se trouve sur son sentier stationnaire, le saut en impact de q peut être déterminé en dérivant (18) pour la date $t = 0$:

$$\frac{dq(0)}{dR} = \frac{dq^*}{dR} - \frac{\mu}{j'(q^*)k^*}\left(\frac{dk^*}{dR} - \frac{dk(0)}{dR}\right) + \left(k(0) - k^*\right)\frac{d\left(\frac{\mu}{k^* j'(q^*)}\right)}{dR}$$

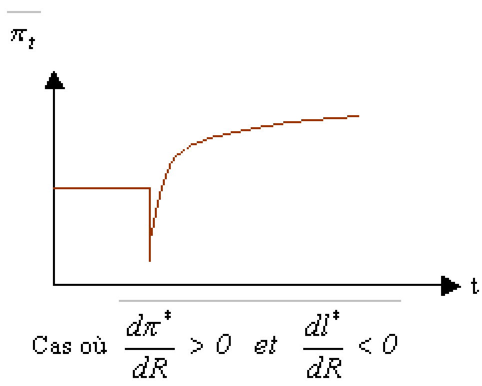
ou encore:

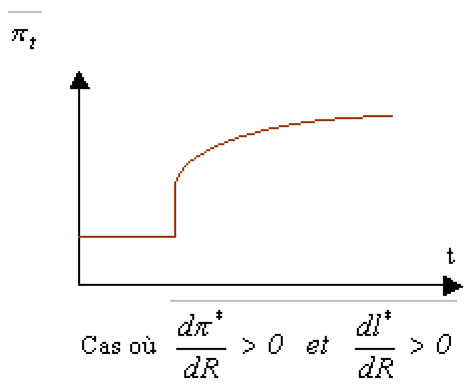
$$\frac{dq(0)}{dR} = -\frac{\mu}{j'(q^*)k^*}\left(\frac{dk^*}{dR}\right) > 0$$

De même et partant de ( ) et (22), en remarquant que $\frac{dC(0)}{dR} = 0$, nous obtenons:

$$\frac{d\pi(0)}{dR} = \frac{\pi^*}{l^*}\cdot\frac{dl^*}{dR} = \frac{\pi^{*2}}{l^*}U''f'\frac{dk^*}{dR} + \frac{d\pi^*}{dR}$$

de sorte que, dans le cas retenu où $\frac{d\pi^*}{R} < 0$:





Cas où $\frac{d\pi^*}{dR} > 0$ et $\frac{dl^*}{dR} < 0$

Cas où $\frac{d\pi^*}{dR} > 0$ et $\frac{dl^*}{dR} > 0$

$$\frac{d\pi}{dR}(0) \quad < \quad \frac{d\pi^*}{dR} \quad < \quad 0 \qquad (24)$$

Nous sommes, maintenant, en mesure d'établir la dynamique transitoire du taux d'investissement j et du taux de change π. Dès l'annonce du choc, l'investissement augmente instantanément et le taux de change s'apprécie. Néanmoins, la croissance du capital j se résorbe progressivement jusqu'à s'annuler et retrouver ainsi son niveau de long terme précédent j^*. Par contre, le taux de change réel surréagit en ce que son appréciation à très court terme est plus importante que son appréciation de long terme (relation 24). Aussi, et après le saut initial consécutif au choc, le taux de change se déprécie-t-il durant toute la phase de transition.

Le capital et le volume de la dette externe rapportée au stock de capital étant des variables prédéterminées, leur dynamique est celle de la période transitoire décrite plus haut avec les conditions initiales prévalant au moment du choc.

1c) Effets d'un Choc Transitoire :

Examinons, maintenant, les conséquences d'un choc transitoire sur l'économie afin d'illustrer la propriété d'hystéries et l'effet de persistance dans le modèle. Nous supposons, pour cela, que les exportations d'hydrocarbures augmentent en $t = 0$ mais retrouvent ensuite progressivement leur valeur d'origine.

Ainsi, un embargo limité dans le temps sur le pétrole d'un membre de l'OPEP fait augmenter momentanément les quotas alloués aux autres membres du cartel. La dynamique des exportations, pour $t > 0$, peut alors être représenté par:

$$\dot{R}_t = \gamma(R^* - R_t)$$

avec R_0 donné et $0 < \gamma < 1$. Le paramètre γ indique la vitesse de convergence vers le niveau d'équilibre.

Afin de pouvoir dériver une solution analytique, nous supposons désormais que les agents, dans leur optimisation, ne prennent pas en compte l'effet de l'augmentation du capital sur le niveau de la rente $(W = RK)$, effet qui constituera alors une externalité[67].

Dans ces conditions, la dynamique de la dette se modifie et devient

[67] Pour une étude détaillée de ce cas, cf R,Bouklia-Hassane (1999).

$$\dot{d}_t = (r - j_t)d_t - j_t\left(1 + T(j_t)\right) + R_t$$

avec $R_t = R^* + e^{-\gamma t}(R_0 - R^*)$

Par un traitement identique à celui qui précède incluant la condition de solvabilité, nous obtenons:

$$d_t - d^* = -\frac{\alpha}{k^*} \cdot \frac{d^* + \Phi(j^*)}{\alpha - (r - j^*)} .(k_0 - k^*)e^{\alpha t} + \frac{R_0 - R^*}{-\gamma - (r - j^*)} e^{-\gamma t}$$

Cette équation, écrite pour t = 0, donne la relation de long terme entre le stock de capital et celui de la dette qui se substitue à l'équation (19):

Comme $d^* = \dfrac{-R^* + j^*(1 + T(j\ \ ))}{r - j^*}$, le stock de la dette par unité de capital retrouve, à long terme, son niveau originel mais le niveau initial du capital, par un effet d'hystérésis, s'en écarte irreversiblement malgré le caractère uniquement transitoire du choc. L'équation (17c) montre que le prix relatif corrigé de sa tendance ne retrouve pas sa parité d'origine.

On s'attend, enfin, à ce que le q de Tobin et l'investissement importé, lorsque le choc est transitoire, soient constamment inférieurs aux niveaux qu'ils auraient atteint si le choc avait été permanent. Ceci nous amène alors à avancer la proposition que la surraccumulation du capital observée dans les économies exportatrices de pétrole durant la décennie 70 serait le résultat d'une méprise sur la nature du choc.

2) SIMULATION D'UN CHOC PETROLIER SUR LE MODELE GENERAL A DEUX SECTEURS :

Après l'étude systématique du cas particulier d'une économie important intégralement ses biens d'équipement, introduisons de nouveau, dans un modèle plus général, la possibilité d'une production locale des moyens de production. Les propriétés de dynamique comparative qui résultent de la réintroduction de cette hypothèse seront établies sur la base de simulations effectuées sur la forme linéaire du modèle général (ie le système d'équations (12a)-(12c).

Le premier problème que nous nous poserons sera celui de la substituabilité, que retrace l'évolution de $j(t)$, entre les biens d'investissement produits localement et importés.

En outre, l'économie étant à deux secteurs, le capital accumulé peut tout aussi bien, en réponse à un choc, être réaffecté au secteur des biens d'équipement qu'à celui des biens de consommation. Le deuxième problème sera alors celui de l'allocation optimale du capital, à travers l'évolution de $x(t)$, entre les deux secteurs.

Enfin, le troisième problème que nous examinerons, à travers cette formalisation, concerne les effets des chocs considérés sur la dynamique de la dette externe, à travers l'évolution temporelle du solde courant, et sur celle du stock de capital.

Comme précédemment, les chocs considérés porteront sur l'environnement international à travers une augmentation de la rente pétrolière.

La résolution, cependant, de modèles à anticipations rationnelles (ou à anticipations parfaites) pose des problèmes bien connus du fait que les conditions aux bords portent pour certaines variables sur l'état initial (variables prédéterminées) et, pour d'autres, sur l'état terminal (variables non prédéterminées) rendant ainsi inopérante une procédure de résolution récursive. De plus, le modèle étant non linéaire, seule la stabilité locale a été vérifiée ci-dessus.

Pour le calcul des trajectoires, nous avons retenu une fonction de production de Cobb-Douglas avec une élasticité de 0.5. Les coûts d'ajustement ont été supposés de la forme $T(j) = a.j$ avec $a = 2$.Le taux d'intérêt international a été fixé à $r = 0.07$. Nous avons d'abord calculé une trajectoire stationnaire avec un capital et une dette initiaux égaux respectivement à 9.6 et 0.19. La rente par unité de capital est initialement fixé à 0.04. C'est le long de cette trajectoire que se produit (en t=10) le choc.

Un accroissement permanent de 5% de la rente pétrolière augmente alors le capital de 9.6 à 10.6 unités qui constitue sa nouvelle valeur d'équilibre (figure(1a). La dette externe rapportée au capital augmente également à long terme. (figure 1b).

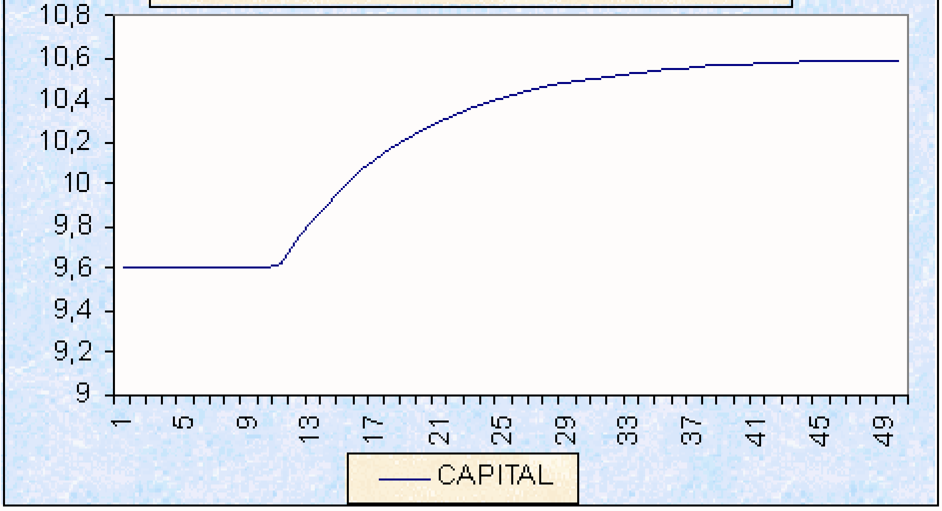
A très court terme, le choc pétrolier entraîne un afflux de capital du secteur des biens de consommation vers celui des biens de production (sur la figure (a), $(1 - x)$ saute de 0.18 à 0.19). D'un autre côté, et dès l'annonce du choc, les agents réévaluent le prix du capital. Le q de Tobin augmente instantanément (figure 2a) entraînant, par la même, un accroissement de la part de l'investissement importé j dans le capital du deuxième secteur (figure 2b).

Cette modification, à très court terme, de la structure du capital du secteur des biens d'équipement au profit des investissements importés $(j \uparrow)$ combinée à l'augmentation relative du capital total de ce secteur par rapport à celui du secteur des biens de consommation $((1 - x) \uparrow)$ entraîne un accroissement en impact des investissements importés $(b \uparrow)$. 5% d'augmentation des recettes des hydrocarbures entraîne, ainsi, une augmentation, en impact, de plus de 20% de la part des investissements importés dans le capital total de l'économie. En conséquence, le solde courant se détériore irréversiblement $\left(\dot{d} < 0\right)$ entraînant un endettement accru (figure 1b) , sans pour autant que ceci indique une insolvabilité de l'économie. Un tel scénario semble être réaliste, du moins dans sa configuration qualitative, au regard de la réponse, en terme d'investissements et d'endettement notamment, des économies exportatrices d'hydrocarbures aux chocs pétroliers.

La surréaction des variables décrivant la structure du capital du point de vue sectoriel et de sa composante locale et importée est suivie par un relâchement de l'effort d'accumulation ainsi que par une internalisaton progressive de celui ci. Ainsi, q , j et $(1-x)$ diminuent progressivement indiquant une réallocation progressive mais partielle du capital vers le secteur des biens de consommation. En outre, la croissance du capital est de moins en moins soutenue par un appel aux capitaux étrangers. A long terme, la part des investissements importés dans le capital total de l'économie se fixe à un niveau légèrement inférieur à celui d'avant le choc.

La figure 3b) illustre la surréaction du taux de change réel qui, en impact, s'apprécie de 2.5%. Il se déprécie ensuite pendant toute la phase transitoire pour se fixer à un niveau d'équilibre légèrement supérieur à sa parité initiale.

FIGURE 1a: EVOLUTION DU CAPITAL



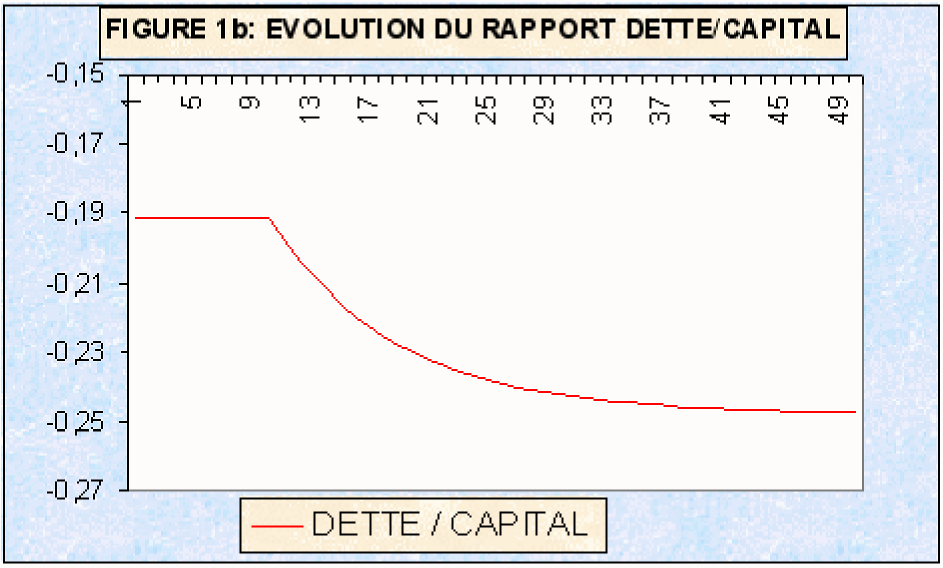


FIGURE 1b: EVOLUTION DU RAPPORT DETTE/CAPITAL
-0,15
-0,17
-0,19
-0,21
-0,23
-0,25
-0,27
1 5 9 13 17 21 25 29 33 37 41 45 49
DETTE / CAPITAL

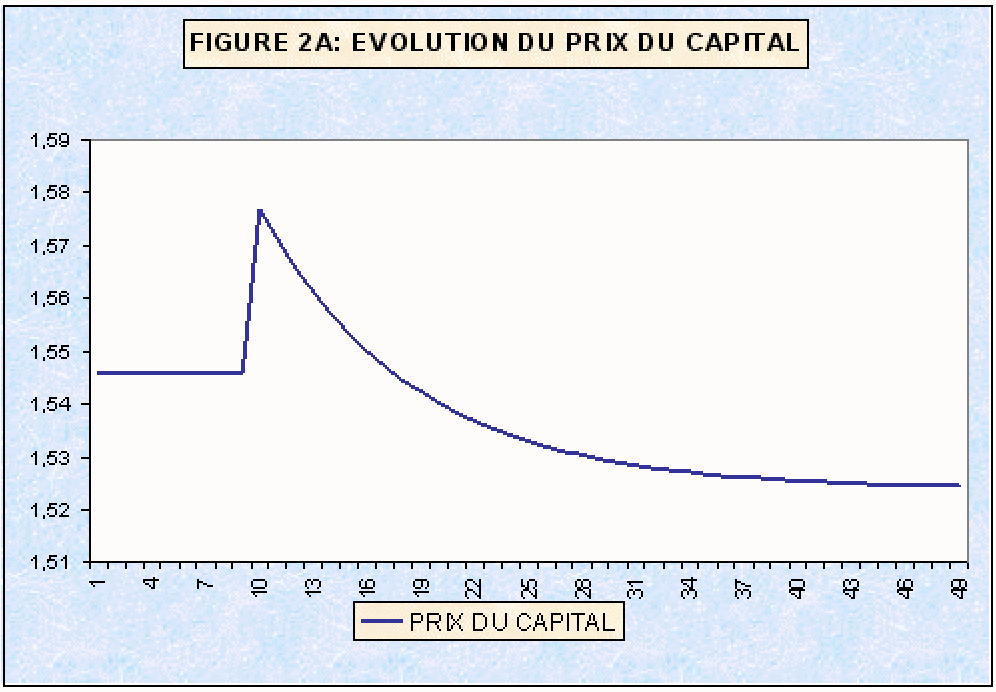


FIGURE 2A: EVOLUTION DU PRIX DU CAPITAL
1,59
1,58
1,57
1,56
1,55
1,54
1,53
1,52
1,51
1 4 7 10 13 16 19 22 25 28 31 34 37 40 43 46 49
PRIX DU CAPITAL

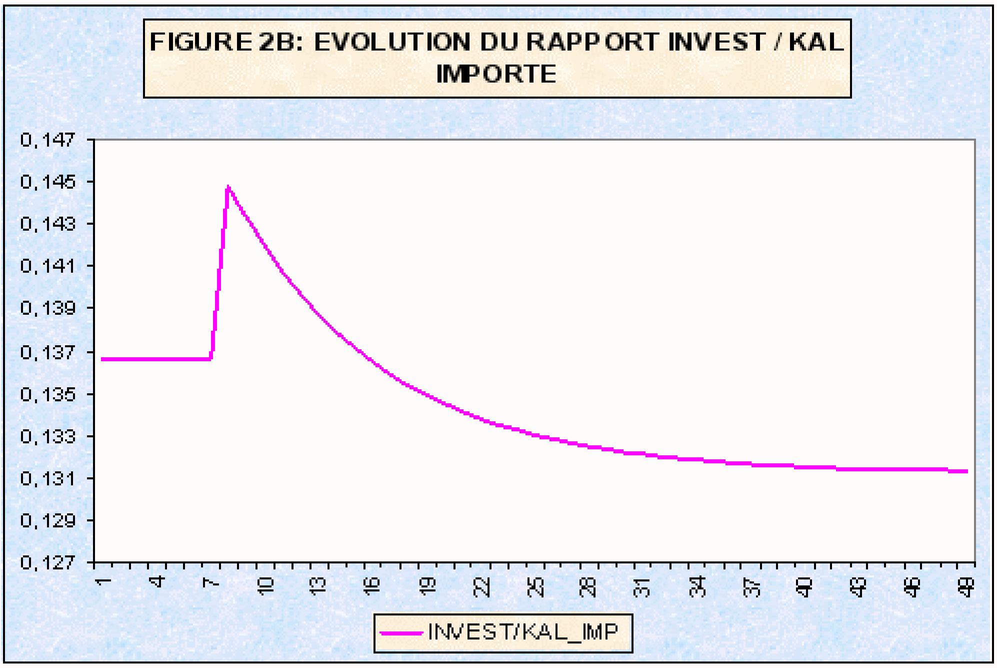


FIGURE 2B: EVOLUTION DU RAPPORT INVEST / KAL IMPORTE
0,147
0,145
0,143
0,141
0,139
0,137
0,135
0,133
0,131
0,129
0,127
1
4
7
10
13
16
19
22
25
28
31
34
37
40
43
46
49
INVEST/KAL_IMP

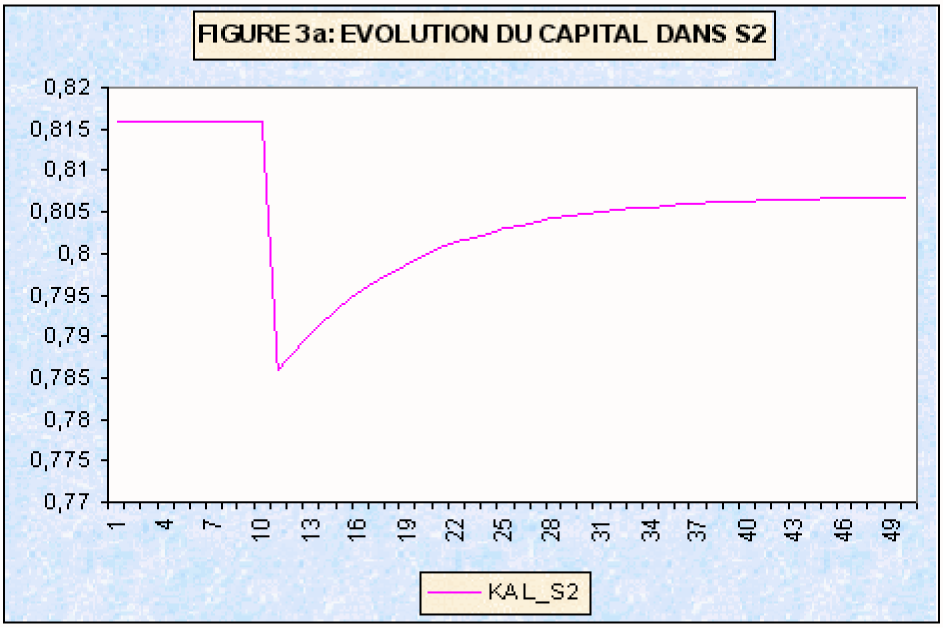
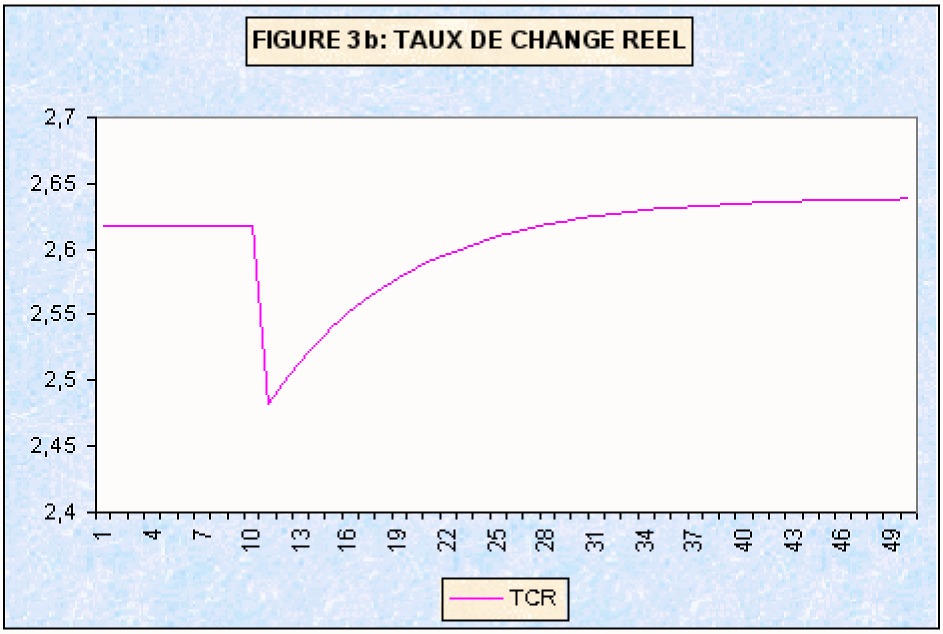


FIGURE 3a: EVOLUTION DU CAPITAL DANS S2
0,82
0,815
0,81
0,805
0,8
0,795
0,79
0,785
0,78
0,775
0,77
1
4
7
10
13
16
19
22
25
28
31
34
37
40
43
46
49
KAL_S2



C O N C L U S I O N :

Dans ce chapitre, nous avons étudié les effets macroéconomiques de l'introduction de l'endettement externe dans une économie à deux secteurs faiblement développée en élaborant un cadre d'analyse où les agents ont un horizon temporel infini et dérivent leurs actions d'une optimisation intertemporelle.

Ce modèle se veut être une généralisation du modèle canonique de croissance endogène de Rebello (1991) au cas d'une économie ouverte au marché international des capitaux. Nous avons montré qu'une croissance à taux constant endogène existe et avons exhibé une phase transitoire unique convergente vers cette croissance équilibrée. Comme attendu, dans ce type de modèle en économie ouverte, le long terme de l'économie dépend crucialement de ses conditions initiales infirmant l'idée de convergence entre économies différemment dotées en ressources initiales. De même, des chocs, même transitoires, ont des effets macroéconomiques persistants et qui ne se résolvent pas par de simples retards.

La réponse de l'économie à un choc pétrolier favorable a été étudiée de façon détaillée. A long terme, l'endettement rapporté au capital augmente indubitablement du fait du surajustement, en impact, de l'investissement importé.

Néanmoins, la relation, durant la phase transitoire, entre l'accumulation du capital et le signe du solde courant est ambiguë. Ceci nous a amené à considérer le cas particulier mais réaliste d'une économie important intégralement ses biens d'équipement. Dans ce cas, le choc pétrolier entraîne une détérioration du solde courant -- qui ne préjuge pas de la solvabilité de l'économie -- et s'accompagne sans ambiguïté d'une croissance du capital au-delà de son trend. Par ailleurs, l'augmentation du prix du pétrole stimule, bien que transitoirement seulement, la croissance.

ANNEXE A (UNICITÉ ET STABILITÉ DE L'ÉTAT STATIONNAIRE)

Le système (11a)–(11h) ne suffit pas à déterminer un état stationnaire unique de l'économie. De plus, pour des conditions initiales sur le capital et la dette $(k_0 \quad et \quad d_0)$ arbitrairement fixées, ce système est généralement instable.

Pour que le problème admette une solution unique et convergente, réécrivons, avec les notations de la page 155, la linéarisation de la dynamique de l'économie au voisinage d'un état stationnaire paramétrée par k^* :

$$\dot{k}_t = BB.dk_t + k^*.CC.dq_t + F.dl_t$$

$$\dot{q}_t = A.dq_t$$

$$\dot{d}_t = (r - g_K).dd_t + \frac{FF}{k^*} dk_t + G.dq_t + V.dl_t$$

$$\dot{l}_t = 0$$

La stabilité de ce système et l'unicité de sa solution relève de la propriété de point-selle généralisée de Blanchard et Kahn (1980) et généralisée au cas de racines unitaires par F, Giavazzi et C, Wiploz (1985). En l'absence de chocs, $dl_t = 0$. La matrice du système s'écrit alors :

$$\begin{bmatrix} BB & k^*CC & 0 \\ 0 & A & 0 \\ \frac{FF}{k^*} & G & r - g_K \end{bmatrix}$$

Les deux valeurs propres BB et $r - g_K$ sont positives et engendrent des composantes explosives. Il s'agit alors de choisir k^* et q_0 de façon à annuler ces composantes.

La matrice des vecteurs propres du système linéarisé s'écrit :

$$\begin{bmatrix} 1 & \dfrac{k^*.CC}{A - BB} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \dfrac{FF}{k^*(r - g_K - BB)} & \left(\dfrac{FF.CC}{BB - A} - G\right)\dfrac{1}{r - g_K - A} & 1 \end{bmatrix}$$

et son inverse est, en posant $\Gamma = \dfrac{FF + G\,\dfrac{A - BB}{C}}{\chi}$:

$$\begin{bmatrix} 1 & \dfrac{k^*CC}{A - BB} & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \dfrac{FF}{k^*(r - g_K - BB)} & -\dfrac{\Gamma.CC}{A - BB} + \dfrac{FF}{(r - g_K - BB)}.\dfrac{CC}{A - BB} & 1 \end{bmatrix}$$

Pour avoir une solution convergente et unique, il faut et il suffit que :

$$dk_0 - \frac{k^*CC}{A - BB}dq_0 = 0$$

$$-\frac{FF}{k^*(r - g_K - BB)}dk_0 + (-\frac{\Gamma.CC}{A - BB} + \frac{FF}{(r - g_K - BB)}.\frac{CC}{A - BB})dq_0 + dd_0 = 0$$

La solution de ces équations donne :

$$q_0 - q^* = \frac{A - BB}{CC}.\frac{k_0 - k^*}{k^*}$$

$$k^* = \frac{k_0}{1 + \dfrac{1}{\Gamma}dd_0}$$

ce qui est l'équation (13) du texte.

A N N E X E B :

Nous résolvons, dans cette annexe, l'équilibre de court terme du modèle, c'est-à-dire, l'équilibre obtenu pour des valeurs fixées des variables dynamiques K , D et q. Celui-ci sera alors défini par les équations $(8a)-(8d)$.

Nous rappelons que :

$$U(C)=\frac{C^{1-\sigma}}{1-\sigma} \quad ; \quad C=(x.K)^{\alpha} \quad ; \quad T(j)=aj$$

En posant $\gamma = 1+\alpha.\sigma-\alpha$, nous aboutissons aux relations suivantes :

$$\pi_t = \frac{1}{l_t^{\frac{\alpha-1}{\gamma}}}\left(\frac{\alpha}{q_t.B+\alpha\left(\frac{q-1}{2a}\right)^2}\right)^{\frac{\alpha\sigma}{\gamma}} \quad ; \quad c_t = \left(\frac{\alpha}{l\left(q_t.B+\alpha\left(\frac{q-1}{2a}\right)^2\right)}\right)^{\frac{\alpha}{\gamma}}$$

$$x_t = \frac{1}{k_{t-1}}\left(\frac{\alpha}{l\left(q_t.B+\alpha\left(\frac{q-1}{2a}\right)^2\right)}\right)^{\frac{\alpha}{\gamma}} \quad ; \quad j_t = \frac{q_t-1}{2a}$$

L'expression des dérivées de ces variables par rapport à k et q est alors :

$$f'_q = \frac{1}{2a} > 0 \quad ; \quad x'_{k_{t-1}} = -\frac{x_t}{k_{t-1}} < 0 \quad ; \quad x'_q = -\frac{1}{k_{t-1}}\left(\frac{\alpha}{l}\right)^{\frac{1}{\gamma}} < 0$$

ce qui établit le signe des relations $(8')$ du texte.