Cahiers du CREAD n°57, 3ème trimestre 2001, pages 125-144.

RAFIK BOUKLIA-HASSANE(*)

Choc pétrolier et dynamique des prix et de l'endettement en croissance endogène

INTRODUCTION:

L'économie algérienne est extrêmement sensible aux chocs externes du fait de l'importance des hydrocarbures dans ses exportations. Le contre-choc pétrolier de 1986 a, ainsi, inhibé la croissance de l'économie algérienne durant plus d'une décennie avec, comme corollaire, une position externe à la limite de l'insolvabilité. L'envolée actuelle des prix des hydrocarbures pose à nouveau la question de la relation entre ces chocs externes et la croissance de ce type d'économie à politique de développement ‘extravertie'.

L'objet de ce travail est, précisément, d'étudier l'évolution de l'accumulation du capital, des prix et de la dette externe d'une économie mono-exportatrice et dépendante afin d'évaluer les conséquences sur ces variables d'un choc pétrolier.

La section 1 développe un modèle d'une économie ouverte exportant exclusivement un produit primaire (pétrole) et dont l'investissement, faute d'un secteur de moyens de production développé, est totalement importé. L'horizon temporel des agents est infini et leurs anticipations sont rationnelles, ce qui, dans le cadre déterministe adopté, correspond à des anticipations parfaites. En outre, les prix sont parfaitement flexibles et les marchés s'équilibrent instantanément. Nous résolvons ce modèle pédagogique dans la section 2 en déterminant sa dynamique transitoire et de long terme. Dans la section 3, nous étudions l'effet sur la dynamique des variables d'intérêt d'un choc pétrolier permanent puis transitoire en faisant apparaître, pour ce dernier cas, un effet de persistance dû à la propriété d'hystérésis que possède le modèle. Dans la section 4, nous procédons à des simulations afin d'illustrer quantitativement les propriétés analytiques du modèle. La conclusion résume les principaux résultats obtenus et en indique des extensions possibles.

1- PRESENTATION DU MODELE.

On considère une économie produisant un seul bien non échangeable à l'aide de deux facteurs de production (le capital K et le travail L). Ce bien est destiné exclusivement à la consommation des ménages.

L'investissement, dans cette économie, est totalement importé. Afin de dériver une fonction d'investissement régulière, nous faisons l'hypothèse que la firme représentative fait face à des coûts d'ajustement T(.) supposés convexes et portant sur le capital. Plus précisément, nous supposons que l'investissement de I unités nécessite des dépenses égales à $I(1 + T(I/K))$ unités du bien importé.

Le pays n'a aucune influence sur le prix international du bien importé p^e et le considère donc comme donné. Par contre, le prix du bien de consommation p^d s'ajuste instantanément pour équilibrer le marché de ce bien.

Les seules exportations de ce pays consistent en un bien, *W*, (pétrole) dont le coût de production est négligeable, mais dont tant le prix que les quantités exportées sont exogènes.

Les ménages sont propriétaires des entreprises et leur offre de travail $\bar{L}$ est inélastique et est supposée égale à 1. En outre, ils ont accès au marché international des capitaux où le taux d'intérêt réel exprimé en prix internationaux est *r*. Le taux de salaire équilibre instantanément le marché du travail. Enfin, l'Etat redistribue aux ménages la rente pétrolière *W*.

Les ménages décident de leur consommation *C* et de leur investissement *I* en maximisant une fonction d'utilité inter-temporelle séparable dans le temps avec une utilité instantanée U(C) deux fois continûment dérivable et strictement concave:

$$\underset{c,j}{Max} \int_0^\infty e^{-\delta t} U(C_t) dt$$

sous les contraintes :

$$\dot{D}_t = rD_t - j_t K_t (1 + T(j_t)) + \frac{1}{p_t}(f(K_t) - C_t) + W_t$$

$$\dot{K}_t = j_t K_t$$

où δ est le taux d'escompte psychologique, D_t, l'actif externe détenu par le ménage et $j_t = \frac{I}{K}$, le taux de croissance du capital *K*. p_t représente le prix relatif du bien importé par rapport au bien domestique : $p_t = \frac{ep_t^e}{p_t^d}$ où *e* est le taux de change nominal 1*$=eDA*. Une variable surmontée d'un point désigne sa dérivée par rapport au temps.

A ce niveau, nous faisons l'hypothèse que la rente *W* est proportionnelle au stock de capital: *W = RK*. Cette hypothèse permet de générer une croissance endogène mais notons qu'elle permet également de relier le niveau de la rente, à travers les quotas alloués par l'OPEP, à la taille de l'économie approximée par son stock de capital.

Si nous représentons par $\Phi(j_t) = (j_t(1 + T(j_t))' = 1 + T(j_t) + j_t T'(j_t)$

l'augmentation des dépenses d'investissement, y compris les coûts d'installation, résultant d'une augmentation marginale du taux d'accumulation *j* et par μ et λ les variables adjointes associées respectivement à la contrainte d'accumulation du capital et de la dette externe, l'évolution temporelle de la consommation *C* et celle du taux d'accumulation *j* seront donnée par:

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

$$j_t = \Phi^{-1}\left(\frac{\mu_t}{\lambda_t}\right)$$

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

$$\dot{\mu}_t = \delta\mu_t - \mu_t j_t - \lambda_t j_t (1 + T(j_t)) - \frac{\lambda_t f'(K_t)}{p_t}$$

Du côté de l'offre du bien de consommation, la production se fait suivant une technologie croissante, à rendements constants et strictement concave: $Y_t = f(K_t)$

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

En supposant une fonction d'utilité logarithmique et en posant $q_t = \frac{\mu_t}{p_t}$, l'équilibre macro-économique peut alors être résumé par le système suivant :

$$U'(C_t) = \frac{\lambda_t}{p_t} \qquad (1a)$$

$$q_t = \Phi(j_t) \qquad (1b)$$

$$f(K_t) = C_t \qquad (1c)$$

$$\dot{\lambda}_t = \lambda_t(\delta - r) \qquad (1d)$$

$$\dot{q}_t = rq_t - \frac{f'(k_t)}{\pi_t} - j_t^2 T'(j_t) \qquad (1e)$$

$$\dot{K}_t = j_t K_t \qquad (1f)$$

$$\dot{D}_t = rD_t - j_t K_t (1 + T(j_t)) + RK_t$$

Il serait utile, à ce niveau, de préciser le contenu à donner à la condition de transversalité:

$$\lim_{t \to \infty} e^{-rt} D_t = 0$$

Sous cette forme elle 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. Il faut néanmoins noter que cette définition de la solvabilité n'empêche pas le volume de la dette de croître de façon même exponentielle. La contrainte de solvabilité porte donc non pas sur le volume de la dette mais sur la vitesse d'explosion de celle-ci.

2- DETERMINATION DE LA DYNAMIQUE DU MODELE.

Les équations (la-1c) sont des équations statiques qui déterminent, pour chaque date, le niveau de la consommation C_t, le taux de croissance du capital j_t , ainsi que le prix relatif d'équilibre *p* en fonction de K_t , q_t , et λ_t,. Plus précisément, on a:

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

La dynamique du système est représentée par les équations d'évolution (1d-1g) et la condition (1h). Cette dynamique est d'ordre 4. Néanmoins, le système étant bloc-récursif, la trajectoire du capital et celle de son prix dual peuvent être déterminées indépendamment de celle de la dette extérieure.

2.1 – La dynamique de long terme du modèle.

Le modèle a été spécifié de façon à engendrer une croissance endogène. Aussi retenons-nous comme équilibre de long terme une trajectoire de l'économie $(K^*, C^*, p^*, \lambda^*, q^*)$ qui soit un équilibre pour le consommateur, un équilibre pour le producteur et où les variables croissent à un taux constant:

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

En croissance équilibrée, j^* et q^* sont nécessairement constants. De ce fait, le taux de croissance d'équilibre du capital, de la consommation et du prix relatif sera donné par :

$$g_K = r - \delta \quad g_C = \alpha(r - \delta) \quad g_p = (\alpha - 1)(r - \delta)$$

En intégrant l'équation d'évolution de la dette (1g) et en invoquant la condition de transversalité (1h), on montre que le ratio endettement/capital est constant sur le sentier stationnaire lorsque $g_K < r$. A long terme, le stock de la dette externe et du capital croissent donc au même taux $g_K = r - \delta$ **(1)**. Comme nous nous intéressons aux croissances positives, nous supposons que $r > \delta$.

Afin de caractériser complètement le long terme de cette économie, nous réécrivons le modèle en variables réduites, c'est-à-dire, en variables corrigées de leur tendance temporelle .

Notons, d'une façon générale, par $x_t = X_t exp(-g_X t)$ l'évolution de X 'corrigée' de sa tendance (g_X est le taux de croissance de long terme de *X*) et par d_t le rapport dette/capital. Le modèle en variables réduites s'écrit alors:

$$U'(c_t) = \frac{l^*}{\pi_t} \quad (2a)$$

$$q_t = \Phi(j_t) \quad (2b)$$

$$f(k_t) = c_t \quad (2c)$$

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

$$\dot{k}_t = (j_t - g_t).k_t \quad (2e)$$

$$\dot{d}_t = (r - j_t).d_t - j_t(1 + T(j_t)) + R \quad (2f)$$

$$\lim_{t\to\infty} e^{-rt} D_t = 0 \quad (2g)$$

avec les conditions initiales: *k(0) = K(0)* et *d(0) = D(0) / K(0)*

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. La détermination d'une phase de transition revient alors à trouver une trajectoire vérifiant les conditions d'optimalité (2a-2g) et convergente. Nous appellerons cet état-limite ‘niveau initial du sentier stationnaire à taux de croissance endogène constant'.

Les relations définissant cet état initial sont alors :

$$\frac{1}{c^*} = \frac{l^*}{\pi^*} \quad (3a)$$

(3b)

$$c^* = k^{*\alpha} \quad (3c)$$

$$j^* = r - \delta \quad (3d)$$

$$q^* = \Phi(j^*)$$

$$f'(k^*) = \pi^*(rq^* - aj^{*2}) \quad (3e)$$

$$d^* = \frac{j^*(1 + T(j^*)) - R}{r - g_X} \quad (3f)$$

La relation (3d) relie l'investissement au prix dual du capital. Dans le cas particulier où $r = \delta$, la croissance, à long terme, s'annule. Dans ce cas, la relation (3e) indique que la productivité du capital, exprimée en unités de bien importé, est égale au taux international d'intérêt. Par ailleurs, la relation (3f) montre, dans ce cas, que le stock de la dette externe sera égale, précisément, à la somme actualisée des revenus futurs provenant des hydrocarbures.

Cependant, le système (3a-3f) se compose de 6 équations et 7 inconnues. En l'état, nous voyons que la trajectoire stationnaire est indéterminée mais la prise en compte de la contrainte de solvabilité permettra, comme on le verra ci-dessous,, de lever cette indétermination.

2.2 – La dynamique transitoire.

Pour déterminer la dynamique transitoire de l'économie, nous linéarisons le système d'équations différentielles (2d-2e) au voisinage de 1'état stationnaire. En procédant de la sorte, cependant, l'étude des propriétés analytiques sera locale seulement. Néanmoins, les simulations présentées dans la section 4 confirmeront sur la forme structurelle du modèle les résultats établis localement.

i) Relation entre accumulation et prix relatifs d'équilibre:

Pour relier l'évolution du prix relatif à l'accumulation du capital, on différencie totalement les équations (2a) et (2c). Il vient alors:

$$\frac{d\pi_t}{dk_t} = -\frac{U'(c_t)f'(k_t)}{l^*\pi^2} \quad > \quad 0 \qquad (4)$$

Ainsi, l'accumulation s'accompagne d'une augmentation du prix relatif, le prix domestique diminuant par rapport aux prix internationaux. Ce résultat est naturel. En effet, l'augmentation du capital entraîne une augmentation de l'offre domestique. L'augmentation de la demande de consommation du bien non échangeable, nécessaire pour rééquilibrer le marché, se réalise alors, du fait de la décroissance de l'utilité marginale, par une augmentation du prix relatif du bien importé.

ii) Relation entre l'accumulation du capital et le prix dual q:

Comment évolue l'investissement au cours du processus d'accumulation du capital? La discussion de cette relation, nous permettra, dans un même temps d'établir la stabilité du modèle.

En utilisant les relations (2b) et (4)), la linéarisation des équations dynamiques (2d-2e) est immédiate:

$$\begin{pmatrix} \dot{q}_t \\ \dot{k}_t \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r - g_k & \dfrac{\rho\pi'_k - f''(k)}{\pi} \\ kj''(1) & 0 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} dq_t \\ dk_t \end{pmatrix}$$

avec $\rho = r(1 + 2a(r-\delta)) - a(r-\delta)^2$. Les éléments de la matrice sont évalués à leur état stationnaire et l'opérateur *d* représente l'écart par rapport à la valeur stationnaire $(dx_t = x_t - x^*)$. Comme à long terme, *r* est égal à la productivité marginale du capital évaluée en unités de biens importés, nous pouvons interpréter ρ comme un taux d'intérêt international corrigé.

Le modèle possède une variable prédéterminée *k* dont la valeur est héritée du passé tandis que le prix *q* est tourné vers le futur et son évolution dépend des anticipations des agents. On montre que le modèle vérifie la propriété de point-selle généralisée à la Blanchard et Kahn (1980), et, donc, qu'en l'absence de racine égale à zéro, il existe une unique trajectoire $(q_t\ ,\ k_t)$ convergente vers l'état stationnaire. Bien plus, la structure particulière de la matrice permet la résolution explicite de ce système. En effet, parmi l'ensemble des solutions, l'unique trajectoire convergente est celle pour laquelle la valeur initiale de *q* annule la composante explosive de la solution. Si α est la valeur propre négative, on établit, alors, que:

$$k_t = k_0 e^{\alpha t} + k^*(1 - e^{\alpha t}) \qquad (5)$$

$$q_t = q_0 e^{\alpha t} + q^*(1 - e^{\alpha t}) = q^* + \frac{\alpha(k_0 - k^*)e^{\alpha t}}{k^* j'(1)} \qquad (6)$$

Etant donné le capital initial, les équations (5) et (6) déterminent l'évolution temporelle, durant la phase de transition, du capital et de *q* conditionnellement à la valeur de long terme de *k*. Cette dynamique est une moyenne pondérée de la valeur initiale et de la valeur de long terme. La vitesse de convergence est d'autant plus faible que la valeur propre α est proche de zéro(2). Comme attendu, ceci a lieu lorsque les coûts d'ajustement *a* sont élevés, cette inertie étant due à un effort d'accumulation de plus en plus ardu.

Les relations (5) et (6) montrent alors que:

$$dq_t = \frac{\alpha}{k^* j_q'(q^*)} dk_t \qquad (7)$$

de sorte que le capital et *q* évoluent selon une relation négative. En résumé, lorsque le capital, en écart au trend, augmente dans une économie initialement pauvre en capital, son prix dual diminue entraînant constamment *une diminution de l'investissement*. Dans le cas particulier où $r = \delta$, *q* tend, à la limite, vers 1 et l'investissement vers zéro.

iii) **Relation entre l'accumulation du capital et l'endettement externe:**

Une fois déterminées les trajectoires du capital et du prix *q*, il devient possible de caractériser la dynamique de l'endettement de l'économie et sa relation avec l'accumulation du capital. Nous adoptons pour cela la démarche de Sen-Turnovsky (1988) basée sur la linéarisation de l'équation de la dette compte tenu de la contrainte de solvabilité.

La relation (2f) montre que l'évolution de la dette par unité de capital est ambiguë, soumise à la fois à une amélioration du 'pseudo' solde commercial (rappelons que j_t , le taux de croissance du capital importé, est positif mais décroissant) et à un accroissement du 'pseudo' taux d'intérêt $r - j_t$. Cependant, en substituant la relation (7) dans la forme linéarisée de l'équation d'évolution du rapport dette/capital et en invoquant la condition de transversalité, on montre qu'au voisinage de l'état stationnaire:

$$d_t - d^* = -\frac{\alpha}{\alpha - (r - g_2)} \cdot \frac{d^* + \Phi(j^*)}{k^*} \cdot (k_t - k^*)e^{\pi t} = -\frac{\alpha}{\alpha - (r - g_2)} \cdot \frac{d^* + \Phi(j^*)}{k^*} \cdot (k_t - k^*) \qquad (8)$$

Cette expression décrit la relation entre les processus d'accumulation du capital et d'endettement externe. On voit que, dans l'ensemble des solutions en k^* positif, le sens de cette relation dépend de façon cruciale du signe de $d^* + \Phi(j^*)$. Plusieurs situations sont alors possibles selon, notamment, le niveau de la rente par unité de capital *R.* Afin de réduire cette multiplicité de configurations possibles, nous faisons l'hypothèse qu'à long terme, une variation positive de l'investissement importé, j_t, par unité de capital augmente le ratio d_t du stock de la dette rapporté au capital . Cela veut dire que :

$$\lim_{t \to \infty} - \frac{\partial d_{t+1}}{\partial j_t} = d^* + \Phi(j^*) = \frac{\rho - R}{r - j^*} > 0$$

Cette hypothèse se vérifie si la rente par unité de capital n'est pas 'trop' grande, $R < \rho$, c'est-à-dire, si la rente est inférieure au taux d'intérêt corrigé. Dans ce cas, pour une économie initialement endettée, le processus d'accumulation du capital -entendue comme accroissement du capital au delà de sa tendance de long terme pour un pays initialement faiblement dotée en capital-- s'accompagne d'un endettement croissant, à court et moyen terme, à un rythme supérieur à celui de l'accumulation du capital physique, $\dot{D}_t / D_t < \dot{K}_t / K_t$.

Trois remarques peuvent être formulées à ce niveau:

1°). En écrivant la relation (8) pout *t=0*, nous obtenons:

$$d_t - d' = -\frac{\alpha}{\alpha - (r - g_1)} \cdot \frac{d' + \Phi(j')}{k'} \cdot (k_t - k') \qquad (9)$$

La donnée de d_0 *, et* k_0 , jointe au système (3a-3f), permet maintenant la détermination univoque de l'état stationnaire de l'économie.

2°). La relation (8) montre également que l'équilibre de long terme de l'économie dépend de son état initial *(K, D).* Cela veut dire que deux économies, même dotées des mêmes préférences et de la même technologie, ne convergent pas si elles sont initialement différemment dotées en capital ou en actifs externes. Il s'agit d'un effet d'hystérésis qui se retrouve fréquemment dans ce type de modèle et dont l'une des conséquences les plus remarquables est, comme nous le verrons plus loin, la persistance des effets de chocs même transitoires.

3°) Remarquons, enfin, que si les agents internalisaient l'effet d'une variation du capital sur le niveau de la rente, la relation entre l'évolution du capital *k* et celle du stock du ratio dette/capital serait alors indubitablement négative.

3- CONSEQUENCES D'UN CHOC PETROLIER NON ANTICIPE.

La dynamique du modèle étant établie, nous étudions l'effet d'un choc exogène sur les grandeurs macro-économiques en examinant la réponse de l'économie d'abord à un choc *permanent* non anticipé sur les revenus pétroliers puis à un choc *transitoire*.

3.1 – Effets d'un choc permanent:

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

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

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

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.

Dans le cas particulier où le taux d'intérêt réel *r* coïncide avec le taux de préférence pour le présent δ, l'investissement est nul sur le sentier stationnaire et la balance courante équilibrée. Le pays, à long terme, sera un emprunteur net et le stock de sa dette sera tel que les paiements d'intérêt qui en découlent compensent exactement ses recettes pétrolières.

L'impact sur les autres variables s'en déduit immédiatement. Ainsi, la relation (9) montre que:

$$\frac{dk^*}{dR} = \frac{1}{r - j^*} \Big/ \left\{ \frac{\alpha}{\alpha - (r - g_k)} \cdot \frac{d^* + \Phi(j^*)}{k^*} \right\} > 0 \qquad (10)$$

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

L'effet sur la dynamique du prix relatif détrendé π peut être établi par différentiation de la relation (7) et substitution de (10) :

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

Ainsi, une hausse des revenus pétroliers n'affecte pas le taux de croissance de long terme du prix relatif $p = \frac{ep^*}{p^t}$ mais entraîne une diminution du niveau initial de celui-ci. Il conduit donc, initialement, à une augmentation du prix domestique de long terme p^d relativement au prix du bien importé p^W .

L'interprétation intuitive de cette relation est la suivante: l'augmentation de la rente, en augmentant le stock de capital (relation (10)), diminue sa productivité marginale. Comme l'économie est ouverte, à long terme et à l'équilibre, cette productivité, exprimée en biens importés, $\left(f'(k^*) / p^* \right)$ doit être constante et égale au taux d'intérêt international *r*, il s'ensuit une diminution du prix relatif *r* pour maintenir la constance de ce rapport.

Ainsi, l'évolution du capital et celle du prix s'opposent à long terme contrairement à leur évolution en phase durant la phase transitoire. Cette apparente contradiction ne se résout que par la possibilité d'une ‘surréaction' du prix relatif qu'on établira formellement ci-dessous (relation 11 infra). Auparavant, notons que la consommation augmente évidemment à long terme tandis que le niveau initial de l'utilité marginale en croissance équilibrée $l^* = U'(c^*).\pi^*$ diminue(3).

3.1.2 - Etudions maintenant les effets de ce choc sur la dynamique de très court terme. En impact, c'est-à-dire à l'instant du choc, seules les variables susceptibles de ‘sauter' peuvent être affectées par cette perturbation. Par conséquent, le stock du capital et de la dette externe demeurent invariants $\left(\frac{dk}{dR}(0) = \frac{dD}{dR}(0) = 0 \right)$. Par contre, les agents réévaluent instantanément le prix dual du capital *q* et celui de l'actif externe λ de telle façon que l'économie s'installe, dès l'instant initial, sur la nouvelle trajectoire convergente. Si le choc a lieu et est annoncé en t = 0 et qu'en cette date l'économie est sur son sentier stationnaire $\left(k^* = k(0) \right)$, , le saut en impact de *q* peut être déterminé en dérivant pour la date *t* = 0 :

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

ou encore:

$$\frac{dq(0)}{dR} = -\frac{\alpha}{j'(q')k'}\left(\frac{dk'}{dR} \right)$$

De même et partant de ( ) et (10), en remarquant que $\frac{dC(0)}{dR} = 0$, , nous obtenons:

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

de sorte que:

$$\frac{d\pi}{dR}(0) = \frac{d\pi'}{dR} < 0 \qquad (11)$$

3.1.3 - Nous sommes, maintenant, en mesure d'établir la dynamique transitoire de l'investissement et du prix local. Dès l'annonce du choc, le taux d'investissement *j* augmente instantanément; néanmoins, le rythme d'accumulation se résorbe progressivement jusqu'à retrouver son niveau de long terme précédant le choc (figure b). Le prix domestique, relativement au prix étranger, sur réagit également en ce que son augmentation de très court terme est plus importante que sa hausse à long terme. Aussi, et après le saut initial consécutif au choc, le prix domestique «détrendé» $(Log\, p^d - g_p t)$ diminue-t-il durant toute la phase de transition mais sans, toutefois, retrouver son niveau d'avant le choc (figure a).

FIGURE-A-

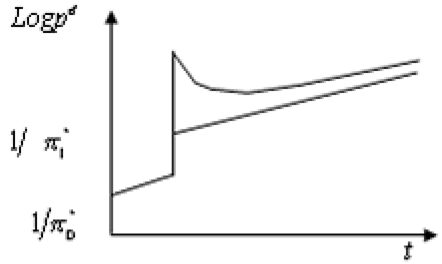


figure a

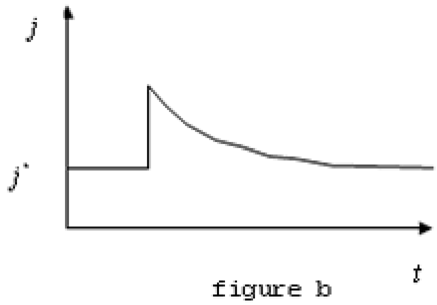


figure b

3.2 – Effets d'un choc transitoire :

Examinons, maintenant, les conséquences d'un choc transitoire sur l'économie afin d'illustrer la propriété d'hystéréis 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.

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

$$\dot{d}_t = (r - j_t)d_t - j_t(1 + T(j_t)) + R_t \quad \text{où} \quad R_t = R^* + e^{-\gamma t}(R_0 - R^*)$$

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

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

Cette équation, reécrite 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 (8):

Comme $d^{*} = \frac{-R^{*} + j^{*}(1 + T(j))}{r - j^{*}}$ 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 irréversiblement malgré le caractère uniquement transitoire du choc. L'équation (3e) montre également que le prix relatif corrigé de sa tendance ne retrouve pas sa parité d'origine.

4- RESULTATS DES SIMULATIONS.

Afin d'illustrer sur un exemple chiffré les propriétés établies ci-dessus, nous présentons les résultats de simulations effectuées sur la forme structurelle du modèle, c'est-à-dire, sur le système (la-1h).

La résolution de modèles à anticipations rationnelles pose, cependant, 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 pu être vérifiée ci-dessus.

Nous avons adapté à notre exercice l'algorithme de J.P Lafargue (1992) de résolution approchée de modèles non linéaires à anticipations rationnelles. Celui-ci, écrit en Fortran, consiste à transformer le problème non linéaire en une succession d'approximations linéaires à l'aide de la méthode de Newton-Raphson. Nous n'avons pas eu, au cours des simulations effectuées , de problèmes particuliers de convergence.

Pour le calcul des trajectoires, nous avons retenu une fonction de production de Cobb-Douglas avec une élasticité de 0.7. Les coûts d'ajustement ont été supposés de la forme *T(j)=a·j* avec *a=1*. Les taux d'intérêt international et d'actualisation ont été fixés respectivement à r=0.05 et δ=0.04. Les conditions initiales de l'économie correspondent à une trajectoire stationnaire à taux de croissance constant égal à 0.01. avec, initialement un capital et une dette égaux respectivement à 1,266 et -0.745 et une rente par unité de capital *R* égale à 0.04. C'est le long de cette trajectoire que se produit le choc.

Un accroissement permanent de 10% de la rente pétrolière *R* augmente le capital de long terme $LogK_t^*$. Celui-ci, en écart à sa tendance, passe de Logl.266 à Logl.355 unités qui constitue sa nouvelle valeur d'équilibre (cf. figure(1-a) dans le cas d'un choc permanent et figure(1-b) dans le cas transitoire). L'investissement, ‘saute' dès l'annonce du choc, suivant en cela le prix dual *q* mais le rythme d'accumulation du capital, diminue, par la suite, jusqu'à retrouver son niveau d'avant le choc :

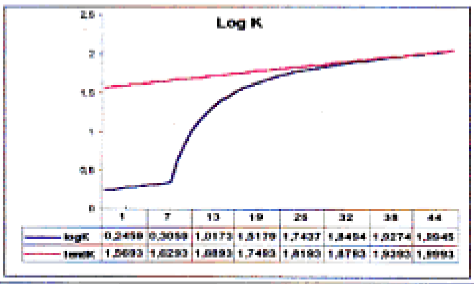


figure 1 a

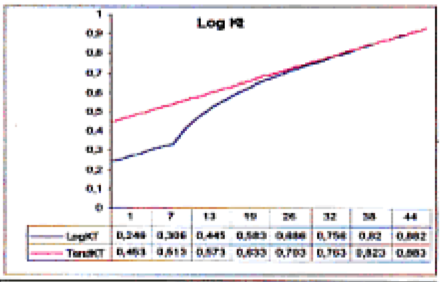
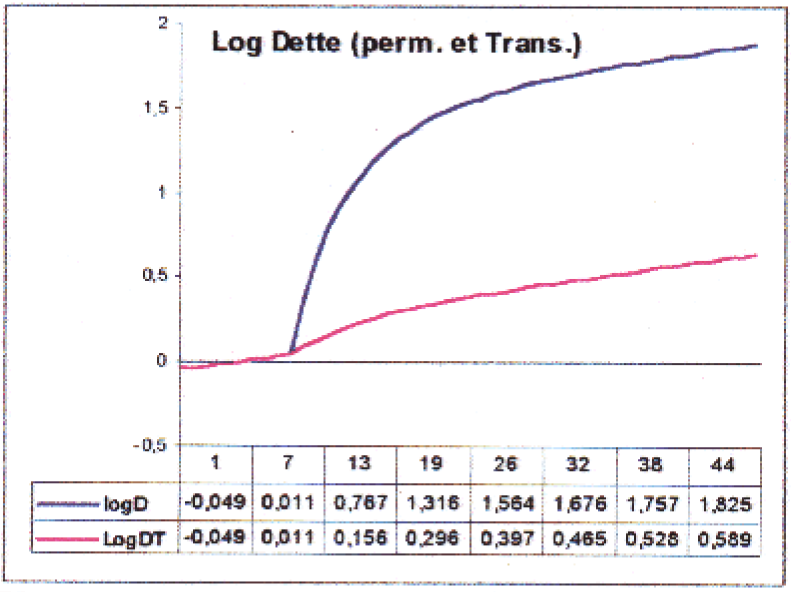


figure 1 b



La figure 3 illustre la surréaction du prix domestique. Après sa hausse en impact, celui-ci décroît, à court terme, relativement au prix du bien importé. En écart à sa tendance, il se fixe, dans le long terme, à un niveau d'équilibre supérieur à son niveau initial (figure 3-a). Comme cela était prévisible, la variation des prix est moins ample lorsque le choc est transitoire seulement (figure 3-b).

FIGURE-3-:

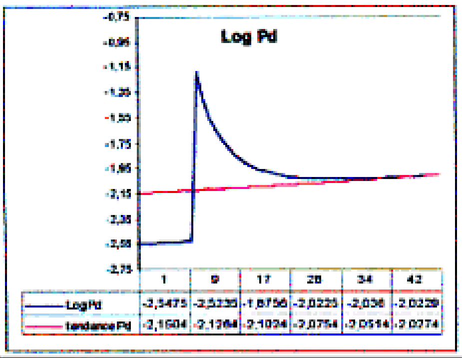


figure3 a

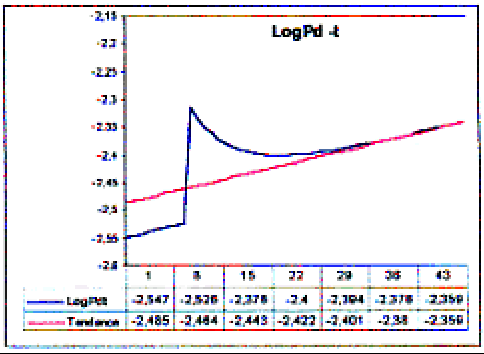


figure3 b

CONCLUSION :

Nous avons étudié, dans ce travail, les conséquences macroéconomiques d'un choc pétrolier dans une économie important intégralement ses biens d'équipement en nous intéressant principalement aux effets sur les prix relatifs, l'investissement importé et l'encours de la dette externe.

Bien que le taux de croissance de long terme de l'économie ne soit pas affecté par ce choc, nous avons montré, sous certaines hypothèses, que le capital, corrigé de sa tendance de long terme, et le stock optimal de la dette rapporté au capital augmentent à la suite du choc du fait du sur ajustement, en impact, de l'investissement importé. La hausse des revenus pétroliers stimule ainsi, mais de *façon transitoire* seulement la croissance.

Le niveau du prix relatif sur réagit au choc: une hausse des revenus pétroliers provoque, initialement, une augmentation en niveau du prix domestique mais, durant toute la phase de transition qui suit, la croissance de ce prix reste constamment en deçà de son niveau de long terme.

Cet exercice a également montré qu'en économie ouverte, le long terme de l'économie dépend, de façon cruciale, de ses conditions initiales. De la sorte, un choc pétrolier, même transitoire a des effets persistants sur le *niveau* des prix, lesquels effets sont irréversibles et ne se résorbent pas, même dans le long terme.

Enfin, l'absence d'effet d'une augmentation de la rente sur la croissance *de long terme* permet, dans une certaine mesure, de s'interroger sur l'efficacité, à long terme, d'une politique de développement axée sur le secteur des hydrocarbures et de la rente que celui-ci génère. Cette politique semble pourtant prévaloir actuellement. Combiné à l'appel, sans nuance, à l'investissement étranger, elle escamote, encore une fois, le problème de l'investissement national(4).

Références bibliographiques

Abel-Blanchard 1982."*An intertemporel model of investment and saving*" Econometrica.

Blanchard, O. Kahn 1980. "*The solution of linear difference models under rational expectations*" Econometrica.

Brock P. 1988. 'Investment, the current account and the relative price of non-traded goods *In a small open economy in "Journal of International economics.*

Devereux, M.R-D.R-F, Love 1995. 'The dynamic effects of government spending policies *in a two sectors endogenous growth model, In Journal of money, credit and banking.*

Giappazi, - Wiploz *1985* "The zero root problem: a note on the dynamic determination of the stationary equilibrium *in linear models In "Review of Economic Studies", (52).*

Lafargue J.P. 'Résolution d'un modèle macroéconomique non linéaire avec anticipations rationnelles' doc. CEPREMAP 8824.

Rebello S. 1991. 'Long-run policy and long-run growth', *Journal of Political Economy, 99(3).*

King, R.G-S, Rebello 1990. 'Public policy and economic growth: developing neo-classical implications In *Journal of Political Economy, 98(5).*

Roldos J.E 1991. "Tarrif, investment and the current account" *International Economic Review..*

Roldos J.E 1995. "Supply-side effects of disinflation programs' IMF staff papers.

Sen. - S.J.Turnovsky: 1989. 'Deterioration of the terms of trade and capital accumulation: A reexamination of the Laursen-Meltzer effect" In *Journal of International Economics.*

Serven L. 1995. 'Capital goods import, the real exchange rate and the current account' *Journal of Intenational Economics.*

Smith C.E 1988. 'Output effects of a tarrif under flexible exchange rate' *journal of international economics.*

Notes

(*) Faculté des Sciences Economiques Commerciales et de Gestion, Université d'Oran.

(1) Il importe alors de s'assurer que la dette ne croît pas plus vite que le taux d'intérêt pour preserver la solvabilité de l'économie et donc de vérifier que $g_x < r$. Cette condition est dans notre cas, naturellement vérifiée puisque $g_x = r - \delta$. Ceci est dû à la spécification particulière de la fonction d'utilité adoptée. Si l'élasticité de substitution intertemporelle n'avait pas été unitaire, la condition de solvabilité imposerait des restrictions sur les paramètres de la fonction de production et d'utilité. En outre, il aurait été également nécessaire de s'assurer que l'utilité reste bornée à l'infini.

(2) L'expression explicite de α est $\frac{1}{2}\left(\delta - \sqrt{\delta^2 + \frac{2\rho}{a}}\right)$

(3) Pour ce dernier, un calcul simple utilisant (1), (3) et (20) montre, en effet, que $\frac{dI^*}{dR} = U'' f'_k \frac{dk^*}{dR} + U'' \frac{d\pi^*}{dR} < 0$

(4) Ce paradoxe relève, sans doute, d'un fétichisme : celui de l'ouverture débridée tant aux produits qu'aux capitaux étrangers comme si celle-ci portait *en soi* les conditions de la croissance. Or, le rapport de l' 'ouverture' au développement est d'abord un transfert d'actifs immatériels. A moins d'être porteuse de transfert technologique, de diffusion de savoir-faire, d'une plus grande contestabilité des marchés, l'ouverture risque de se résoudre simplement en une extraversion de l'économie tout aussi peu efficace que les politiques autocentrées des décennies passées.