CHAPITRE V. FORMATION ET GESTION DES STOCKS

Le passage d'une économie planifiée à une économie de marché s'accompagne d'un transfert d'une partie du rôle de l'Etat aux entreprises. On conçoit donc qu'au début du passage ces dernières se comportent de façon monopolistique, l'aspect concurrentiel s'introduisant progressivement. C'est ce type de phénomènes que nous nous proposons d'étudier, en examinant les moyens de contrôle dont dispose l'Etat pour freiner de tels comportements des entreprises. Dans le modèle que nous décrivons, l'accent est mis sur le comportement de ces dernières.Celles-ci peuvent éventuellement influencer les prix en décidant de la part plus ou moins grande de leur stocks de produits finis qu'elles mettent sur le marché. Elles peuvent par exemple créer artificiellement une offre faible de biens de façon à faire croître les prix futurs.

Le modèle est présenté en deux parties : dans la première [§ 1], les entreprises gèrent au mieux leur stock sans essayer volontairement d'influer sur les prix. Dans la seconde [§ 2] les entreprises prennent en compte les réactions des ménages et de l'Etat pour jouer sur le volume de leurs stocks. Divers simulations sont présentées dans le paragraphe 3 et on examine notamment comment l'état peut contrer le comportement des entrepreneurs par l'intermédiaire de la fixation des taux d'imposition.

Il s'agit essentiellement de modèles d'équilibre. Les stocks n'apparaissent pas comme des indicateurs de déséquilibre, mais plutôt comme un moyen de transfert intertemporel et comme un moyen de pression. Deux types de transformations pourront être étudiés : - La première classique est le passage d'un état initial vers un état limite éventuel le long de la trajectoire d'équilibre ;- La seconde se produira comme conséquence de modifications de la politique de redistribution.

1. SITUTATION CONCURRENTIELLE

Nous considérons un producteur, qui choisit au mieux à chaque date le niveau de sa production, celui de ses stocks et la quantité qu'il met sur le marché en considérant les prix, les taux d'imposition et le capital passés et présents comme exogènes. La dynamique s'introduit notamment comme conséquence des choix effectués entre modifications du stock et du capital.

i) Les variables

La production du bien par l'entreprise demande du travail L_t et du capital K_{t-1}. La quantité produite correspondante

(1) $$Q_s^t = f(K_{t-1}, L_t)$$

s'obtient à partir d'une fonction de production, que nous supposons croissante et concave dans le travail à capital fixé. Pour obtenir des résultats explicites, nous retenons dans l'illustration une forme du type :

(2) $$f(k,l) = f_o(k)\ l^{\alpha},\ \text{avec } o<\alpha<1.$$

L'entreprise dispose en fin de période t-1 d'un stock S_{t-1} de produit fini, et, si le taux de dépréciation de ce stock est γ, d'un stock $(1-\gamma)S_{t-1}$ en début de période t. Elle peut alors mettre sur le marché à la date t une quantité :

(3) $$\begin{aligned} Q_t &= \beta_t \left[Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}\right] \\ &= \beta_t \left[f(K_{t-1}, L_t) + (1-\gamma)S_{t-1}\right], \end{aligned}$$

avec $o \leq \beta_t \leq 1$.

Cette quantité est alors totalement vendue au consommateur.

Son stock en fin de période t devient :

(4) $$S_t = (1-\beta_t)\left[Q_t^S + (1-\gamma)\ S_{t-1}\right].$$

A chaque date le producteur peut fixer: la quantité produite Q_t^S par l'intermédiaire de la quantité de travail L_t, et la part β_t qu'il décide de mettre sur le marché.

Nous supposons que ces choix sont effectués sur la base de ses résultats, qui comprennent le profit immédiatement disponible et qui sera utilisé pour l'investissement, et la valeur de son stock.

ii) Le profit immédiatement disponible

Le profit est :

(5) $$\pi_t^* = p_t\ Q_t - w_t\ L_t,$$

où p_t, w_t, sont le prix du bien et le salaire de la date t. Nous introduirons un impôt sur le profit, de sorte qu'après impôt il reste à l'entreprise :

(6) $$\pi_t = (1-\tau_t)\pi_t^*,$$

où τ_t est le taux d'imposition.

Ce profit est utilisé pour l'investissement I_t. Supposant le prix du capital égal à 1, nous avons donc :

(7) $$I_t = \pi_t = K_t - (1-\delta)\ K_{t-1},$$

où δ est le taux de dépréciation du capital.

iii) L'évaluation du stock

Par ailleurs le producteur dispose par l'intermédiaire de son stock S_t, d'une dotation non immédiatement disponible, mais qui pourra être utilisée pour engendrer des profits et donc des investissements dans le futur. De façon à ne pas trop compliquer ce problème d'évaluation du stock, notons λ_t le prix auquel est évalué par la firme à la date t une unité de stock. Son évaluation du stock est alors $\lambda_t S_t$. Ce prix unitaire qu'il nous faudra discuter plus en détails après, doit prendre en compte divers aspects parmi lesquels la dépréciation du stock en quantité, les anticipations des prix futurs (en absence de mise sur le marché d'une quantité anormale de stock), les anticipations de la demande.

iv) Demande de facteur et gestion du stock

A chaque date, nous supposons que le producteur cherche à maximiser un objectif fonction de ces deux types de résultats :

$$(8) \qquad \underset{\beta_t, L_t}{\text{Max}}\ V\ [\pi_t, \lambda_t\ S_t].$$

C'est par l'intermédiaire de cette fonction V, que se fait le partage entre profits immédiats $[\pi_t]$ et profits futurs (dont l'effet est ici résumé par l'intermédiaire de $\lambda_t S_t$).

Si nous explicitons le problème (8), nous avons :

$$V\ [\pi_t,\ \lambda_t\ S_t]$$

$$= V\ [(1-\tau_t)\ \pi_t^*,\ \lambda_t\ S_t]$$

$$= V\left\{(1-\tau_t)(p_t\ Q_t - w_t\ L_t),\ \lambda_t(1-\beta_t)\ [Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}]\right\}$$

$$= V\left\{(1-\tau_t)[p_t\ \beta_t(Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1})] - w_t\ L_t],\ \lambda_t(1-\beta_t)(Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1})\right\}$$

$$= V\left\{(1-\tau_t)\ [p_t\ \beta_t(f(K_{t-1,}L_t) + (1-\gamma)\ S_{t-1}) - w_t\ L_t],\right.$$

$$\left.\lambda_t(1-\beta_t)\ [f(K_{t-1,}L_t) + (1-\gamma)\ S_{t-1}]\right\}.$$

Si nous notons V_1 et V_2 respectivement les dérivés de V par rapport aux deux composantes, évaluées à l'optimum, nous obtenons les conditions du premier ordre :

$$
(9)\quad \begin{cases}
\dfrac{\partial}{\partial L_t} = 0 \Leftrightarrow V_1\ (1-\tau_t)\ [p_t\ \beta_t\ \dfrac{\partial f_t}{\partial L_t} - w]_t + V_2\ \lambda_t (1-\beta_t)\ \dfrac{\partial f_t}{\partial L_t} = 0, \\[2ex]
\dfrac{\partial}{\partial \beta_t} = 0 \Leftrightarrow V_1\ (1-\tau_t)\ p_t\ Q_t^s - V_2\ \lambda_t\ Q_t^s = 0
\end{cases}
$$

Tenant compte de la seconde équation, la première peut être écrite :

$$
-V_1\ (1-\tau_t)\ w_t + V_1 (1-\tau_t)\ p_t\ \frac{\partial f_t}{\partial L_t} = 0,
$$

$$
(10) \Leftrightarrow w_t = p_t\ \frac{\partial f}{\partial L}\ (K_{t-1}, L_t).
$$

Nous voyons donc que la demande de travail s'obtient facilement en égalant la productivité marginale au rapport du salaire et du prix de l'output, ce qui est la condition usuelle. Nous notons :

$$
(11) \begin{cases}
L_t = l_t^D \left[p_t,\ w_t,\ \tau_t,\ \lambda_t,\ K_{t-1}\right], \\[1ex]
\beta_t = \beta_t^S \left[p_t,\ w_t,\ \tau_t,\ \lambda_t,\ K_{t-1}\right],
\end{cases}
$$

les quantités optimales.

v) La dynamique

Les solutions précédentes peuvent être exprimées différemment en faisant mieux apparaître la dynamique. Il faut pour cela spécifier la fonction d'évaluation du stock unitaire.

$$
(12) \qquad \lambda_t = \lambda\ (\underline{p}_t,\ \underline{w}_t,\ \underline{\tau}_t),
$$

où la notation $\underline{p}_t$ s'introduite pour p_t, p_{t-1} .....,
et utiliser les relations décrivant les mises à jour du capital et du stock :

$$(13) \quad \begin{cases} K_t = (1-\delta)\ K_{t-1} + \pi_t \\ \quad = (1-\delta)\ K_{t-1} + (1-\tau_t)\ \beta_t^S\ [f(K_{t-1}, L_t^D\ ) + (1-\gamma)\ S_{t-1}] \\ \qquad - (1-\tau_t)\ w_t\ L_t^D\ , \\ S_t = (1-\beta_t^S)\ [f(K_{t-1,}\ L_t^D) + (1-\gamma)\ S_{t-1}]\ . \end{cases}$$

On obtient alors le système (11)-(12)-(13) en L_t, β_t, λ_t, K_t, S_t, qui dans le cas d'un tel comportement optimal du producteur permet d'exprimer ces diverses variables (et toutes celles qui leur sont directement liées comme π_t^*, π_t, Q_t^S, Q_t) en fonction de valeurs présentes et passées des seuls processus de prix et de taux d'imposition. On pourra ainsi écrire avec des notations claires :

$$\begin{cases} L_t = l^d\ [\underline{p}_t,\ \underline{w}_t,\ \underline{\tau}_t], \\ Q_t = q\ \ [\underline{p}_t,\ \underline{w}_t,\ \underline{\tau}_t], \dots \end{cases}$$

vi) L'équilibre

Nous supposons par ailleurs l'existence d'une demande pour le bien produit :

(14) $C_t = C_t\ (p_t)$.

Cette fonction de demand agrège les demandes des consommateurs et celle de l'Etat. Nous avons pour simplifier l'écriture essentiellement spécifié sa dépendance dans le prix p_t; sa dépendance dans les autres variables étant résumée par l'indice t.

Nous pouvons alors écrire la condition d'équilibre sur le marché du bien :

(15) $C_t = Q_t$,

condition d'où nous tirerons le niveau de prix d'équilibre.

vii) Spécification du modèle

Afin de disposer d'expression explicites, nous allons déterminer la solution optimale du producteur dans le cas où :

(2) $f(k,l) = f_o(k)\, l^{\alpha}$, avec $o<\alpha<1$,

et

(16) $V(x,y) = x + v(y)$, où v une fonction croissante, concave.

Nous déduisons de (10) qu'à l'optimum :

$$w_t = p_t\, \alpha\, f_o\, (K_{t-1})\, L_t^{\alpha-1},$$

$$(17) \qquad L_t = \left[\frac{w_t}{\alpha\ \ p_t\ f_o(K_{t-1})} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} .$$

La quantité produite est alors :

$$(18) \qquad Q_t^S = f_o(K_{t-1}) \left[\frac{w_t}{\alpha\ p_t\ f_o(K_{t-1})} \right]^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} ,$$

et la quantité échangée est :

$$(19) \qquad Q_t = \beta_t \left\{ f_o(K_{t-1}) \left[\frac{w_t}{\alpha\ \ p_t\ f_o(K_{t-1})} \right]^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} + (1-\gamma)S_{t-1} \right\} .$$

La valeur de la fonction objectif maximisée par rapport à L, c'est à dire la valeur de la fonction objectif évaluée dans cette quantité optimale de travail est :

$$\underset{L_t}{\mathrm{Max}}\ V[\pi_t, \lambda_t S_t]$$

$$= \underset{L_t}{\mathrm{Max}} \left\{ (1-\tau_t)\ (p_t\ \beta_t (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) - w_t\ L_t) + v \left[\lambda_t (1-\beta_t)\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) \right] \right\}$$

$$= (1-\tau_t)(p_t\ \beta_t\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) - w_t\ l_t) + v \left[\lambda_t\ (1-\beta_t)\ (Q_t^s + (1-\gamma) S_{t-1}) \right],$$

où L_t, Q_t^s sont les expressions optimales donnés en (15) et (16) qui rappelons le ne dépendent pas de β_t.

Il nous reste donc à optimiser cette expression par rapport à la fraction $\beta_t$du bien mise sur le marché. La condition du premier ordre est :

$$(1-\tau_t)\ p_t\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) - \lambda_t\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1})$$

$$\frac{dv}{dy} \left[\lambda_t\ (1-\beta_t)\ (Q_t^s + (1-\gamma) S_{t-1}) \right] = 0\ .$$

Appelant v_o la fonction inverse de $\frac{dv}{dy}$, nous en déduisons :

$$(20) \qquad 1-\beta_t = \frac{1}{\lambda_t (Q_t^s + (1-\gamma) S_{t-1})} \quad v_o \left[\frac{(1-\tau_t) p_t}{\lambda_t} \right].$$

Supposons que la fonction de demande agrégée s'écrive sous la forme linéaire :

$$(21)\ c_t = -b_o\ p_t + b_1\ ,$$

la condition d'équilibre devient :

$$(22)\quad \left[Q_t^s + (1-\gamma)\, S_{t-1}\right] - \frac{1}{\lambda_t}\, v_o \left[\frac{(1-\tau_t)p_t}{\lambda_t}\right] = -b_o\, p_t + b_1 \,.$$

Finalement nous devons spécifier la fonction d'anticipation.

Il y a plusieurs spécifications possibles de cette fonction : soit le choix d'une fonction ad hoc, soit celle d'une fonction liée au modèle et reflétant un équilibre d'anticipations. Bien que plus satisfaisante pour l'esprit, cette seconde approche apparaît ici très complexe. Une modélisation du premier type pourrait être la suivante.

Plaçons nous dans le cas où $\tau_t = \tau_\infty$, $\forall t$, et appelons p_∞ la valeur d'équilibre stationnaire correspondante.

Supposons que le producteur pense que les prix sont approximativement compatibles avec une structure autorégressive d'ordre un :

$$p_t = p_\infty + \mu(p_{t-1} - p_\infty) + u_t.$$

Son anticipation du prix p_{t+h} est :

$$\hat{p}_{t+h} = p_\infty + \mu^h(p_t - p_\infty).$$

Par ailleurs appelons ρ le coefficient de préférence pour le présent, le prix anticipé corrigé de cet effet est :

$$\tilde{p}_{t+h} = \rho^h\, \hat{p}_{t+h} = \rho^h \left[p_\infty + \mu^h\, (p_t - p_\infty)\right] .$$

Si le producteur anticipe que son stock S_t ne peut être résorbé sur les marchés futurs qu'à un taux ν, on voit, en tenant compte de la dépréciation du stock, que :

en t+1 $\quad \nu(1-\gamma)\, S_t$ est mis sur le marché,

en t+2 $\quad \nu(1-\gamma) \left[(1-\nu)\ (1-\gamma)\right] S_t$ est mis sur le marché,

en t+h $\quad \nu(1-\gamma)^{h-1}(1-\gamma)^h\, S_t \equiv \tilde{S}_{t+h}$ l'est.

Ainsi la valeur anticipée de son stock est,

$$\sum_{h=1}^{\infty} \tilde{p}_{t+h} \tilde{S}_{t+h}$$

$$= \sum_{h-1}^{\infty} \nu(1-\nu)^{h-1} (1-\gamma)^{h} S_{t} \quad {}^{h} \left[p_{\infty} + \mu^{h} (p_{t} - p_{\infty})\right]$$

$$= c_{0} S_{t} + c_{1} p_{t} S_{t},$$

où c_o et c_1 dépendent des paramètres ν, γ, ρ, p_∞ .

Il y a deux paramètres nouveaux ν et ρ ce qui suffit pour assurer que c_o et c_1 varient indépendamment des autres paramètres structurels. Cette formulation a l'avantage d'être interprétable et surtout simple. De plus elle correspond assez bien au raisonnement usuel des entreprises. Celui-ci n'est cependant pas optimal, car il ne prend pas compte les modifications des prix p_{t+h} induites par la remise sur le marché des quantités $\hat{S}_{t+h}$, phénomène qui apparaitrait avec un équilibre d'anticipations.

On notera finalement que d'autres repartitions des ventes du stock dans le futur pourraient être envisagées :

$\tilde{S}_{t+h} = \alpha_h S_t$ et si on poursuit le raisonnement on aboutit à la même forme $c_o S_t + c_1 p_t S_t$ de fonction d'anticipation. Seules les interprétations des coefficients c_o et c_1 diffèrent.

2. SITUATION NON CONCURRENTIELLE

Nous allons maintenant développer une approche analogue lorsque l'entreprise a un comportement de monopole.

i) Le producteur

Le producteur sait que la quantité qu'il met sur le marché, notamment par l'intermédiaire des stocks, est susceptible d'influer sur le prix. Il peut donc essayer d'utiliser au mieux cette possibilité. Pour cela il doit prendre en compte la réponse du consommateur, qui sous forme de demande inverse est :

$$(24)\quad p_t = -\frac{c_t}{b_o} + \frac{b_1}{b_o} = -\frac{\beta_t}{b_o}\left[Q_t^s + (1-\gamma) S_{t-1}\right] + \frac{b_1}{b_o} .$$

Sa fonction objectif vaut :

$$V\ [\pi_t,\ \lambda_t\ S_t]$$

$$= \pi_t + v\ (\lambda_t\ S_t)$$

$$= (1-\tau_t)\ [p_t\ \beta_t\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) - w_t\ L_t]$$

$$+ v \left\{ (c_o + c_1\ p_t)\ (1-\beta_t)\ (Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}) \right\}.$$

Dans cette expression le prix p_t intervient à la fois dans les composantes de l'utilité associées au présent et au futur.

(*) Une première approche consiste à tenir compte de la réponse du consommateur à ces deux niveaux. Les conditions du premier ordre sont alors :

$$\frac{\partial}{\partial L_t} = o$$

$$<=> (1-\tau_t) \left\{ \frac{\partial p_t}{\partial L_t} Q_t + p_t\ \beta_t\ \frac{\partial f_t}{\partial L_t} - w_t \right\}$$

$$+ \dot{v} \left\{ c_1 \frac{\partial p_t}{\partial L_t} S_t + \lambda_t\ (1-\beta_t) \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \right\} = o$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta_t} = o$$

$$<=> (1-\tau_t) \left\{ \frac{\partial p_t}{\partial \beta_t} Q_t + p_t \left[Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1} \right] \right\}$$

$$+ \dot{v} \left\{ c_1 \frac{\partial p_t}{\partial \beta_t} S_t - \lambda_t \left[Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1} \right] \right\} = o$$

Comme : $\dfrac{\partial p_t}{\partial L_t} = - \dfrac{\beta_t}{b_o} \dfrac{\partial f_t}{\partial L_t}$,

$$\frac{\partial p_t}{\partial \beta_t} = - \frac{1}{b_o} [Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}],$$

nous en déduisons :

$$\frac{\partial}{\partial L_t} = o$$

$$\Longleftrightarrow (1-\tau_t) \left\{ \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \beta_t \left(p_t - \frac{Q_t}{b_o} \right) - w_t \right\} .$$

$$+ \dot{v} \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \left[- \frac{\beta_t\ c_1\ S_t}{b_o} + \lambda_t\ (1-\beta_t) \right] = o\ ;$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta_t} = o$$

$$\Longleftrightarrow (1-\tau_t) \left[- \frac{\beta_t}{b_o} [Q_t^s + (1-\gamma)\ S_{t-1}] + p_t \right] + \dot{v} \left[- \frac{c_1}{b_o} S_t - \lambda_t \right] = o\ .$$

Nous aboutissons à un système d'équations qui permet d'expliciter les solutions uniquement par des procédures numériques.

(**) L'approche précédente répercute la fonction de réponse du consommateur dans la partie de l'utilité relative au futur par l'intermédiaire du prix anticipé λ_t. Cependant si la fonction d'anticipation est erronée, on sent qu'une telle pratique peut se révéler peu sûre, et induire des effets pervers. Une seconde approche consiste à ne prendre en compte la réponse du consommateur qu'au niveau de l'utilité présente. De façon à insister sur cet aspect, nous prendrons λ_{t-1} au lieu de λ_t comme anticipation de prix. Les conditions du premier ordre sont alors :

$$\frac{\partial}{\partial L_t} = o$$

$$\Longleftrightarrow (25)\ (1-\tau_t) \left\{ \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \beta_t \left(p_t - \frac{Q_t}{b_o} \right) - w_t \right\}$$

$$+ \dot{v} \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \lambda_{t-1} (1-\beta_t) = o ,$$

$$\frac{\partial}{\partial \beta_t} = o$$

$$<=> (26) \quad (1-\tau_t) \left[p_t - \frac{Q_t}{b_o} \right] - \dot{v} \lambda_{t-1} = o .$$

Il n'y a plus égalité de la productivité marginale au rapport des prix. Plus précisement combinant les deux conditions précédentes, nous déduisons :

$$\frac{\partial f_t}{\partial L_t} = \frac{w_t}{p_t - \frac{Q_t}{b_o}} ,$$

qui remplace l'équation (10) dérivée dans le cadre concurrentiel.

ii) Un cas particulier

Nous allons poursuivre le calcul dans le cas, où la fonction v introduite en (16) est quadratique : $v(y) = a_o y - a_1 \frac{y^2}{2}$, $\dot{v}(y) = a_o - a_1 y$. La seconde condition du premier ordre devient :

$$(1-\tau_t) \left\{ - \frac{2\beta_t \tilde{f}_t}{b_o} + \frac{b_1}{b_o} \right\} - \left[a_o - a_1 \lambda_{t-1} (1-\beta_t) \tilde{f}_t \right] \lambda_{t-1} = o ,$$

avec $\tilde{f}_t = Q_t^s + (1-\gamma) S_{t-1}$.

Il s'agit d'une équation linéaire en β_t, dont la solution est :

$$(27) \quad \beta_t = \left\{ - b_o \lambda_{t-1} \left[a_o - a_1 \lambda_{t-1} \tilde{f}_t \right] + b_1 (1-\tau_t) \right\}$$

$$\left\{ 2 (1-\tau_t) \tilde{f}_t + a_1 b_o \lambda_{t-1}^2 \tilde{f}_t \right\}^{-1} .$$

On peut alors reporter cette expression dans l'équation déduite de (25)-(26) :

$$\frac{\partial f_t}{\partial L_t}\left[p_t - \frac{Q_t}{b_o}\right] = w_t$$

$$<=> \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \quad [-2\beta_t \tilde{f}_t + b_1] = w_t \; b_o$$

Ceci conduit à l'équation suivante :

$$(28) \; \frac{\partial f_t}{\partial L_t} \; [\; 2b_o \; \lambda_{t-1}(a_o - a_1 \; \lambda_{t-1} \; \tilde{f}_t) \; + a_1 \; b_o \; b_1 \; \lambda_{t-1}^2 \;]$$

$$= w_t \; b_o \quad [\; 2(1-\tau_t) + a_1 \; b_o \; \lambda_{t-1}^2 \;] \; ,$$

qui ne dépend plus que de la seule inconnue L_t .

iii) Le modèle d'équilibre

Pris dans son ensemble le modèle d'équilibre avec comportement monopolistique de la firme portant uniquement sur l'utilité présente comporte les équations suivantes :

l'équation (28) qui permet de trouver la quantité de travail optimale ;

l'équation (27) qui donne alors la fraction de la production mise sur le marché ;
puis les équations :

(2) $Q_t^s = f(K_{t-1}, L_t)$,

(3) $Q_t = \beta_t \; [Q_t^s + (1-\gamma) \; S_{t-1}]$,

(4) $S_t = (1-\beta_t) \; [Q_t^s + (1-\gamma) \; S_{t-1}]$,

donnant les diverses quantités qui s'en déduisent,

(24) $p_t = - \dfrac{Q_t}{b_o} + \dfrac{b_1}{b_o}$,

définissant le prix d'équilibre,

(6) $I_t = (1-\tau_t)\ (p_t\ Q_t - w_t\ L_t)$,

(7) $K_t = I_t + (1-\delta)\ K_{t-1}$,

(23) $\lambda_t = c_o + c_1\ p_t$.

3. SIMULATIONS

i) Spécification

Afin d'effectuer des simulations de prix et de quantités dans les deux contextes de comportement monopolistique et non monopolistique de la firme, il reste à spécifier la fonction de production (f_o) et la fonction d'utilité de la firme (v), puis à fixer les valeurs des divers paramètres.

Nous retenons une fonction de production de type Cobb-Douglas :

(29) $f_o(k) = k^{\alpha_o}$,

dans laquelle nous ne faisons pas figurer de terme constant multiplicatif, ce dernier pouvant toujours être normalisé à un par un choix adéquat des unités de mesure.

La fonction d'utilité du producteur est prise sous une forme quadratique :

(30) $v(y) = a_o\ y - a_1\ \dfrac{y^2}{2}$,

ceci afin de tenir compte d'un effet d'aversion vis à vis du futur. On a alors :

$$\frac{dv\ (y)}{dy} = a_o - a_1\ y,$$

dont la fonction inverse est :

$$v_o(y) = \frac{a_o}{a_1} - \frac{y}{a_1} .$$

ii) Equilibre concurrentiel

Avec ces formes l'équation donnant le prix d'équilibre est du type :

$$K_{t-1}^{\alpha_o} \left(\frac{w_t}{\alpha p_t K_{t-1}^{\alpha_o}} \right)^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} + (1-\gamma)\, S_{t-1} - \frac{a_o}{a_1} \frac{1}{c_o + c_1\, p_t}$$

$$+ \frac{(1-\tau_t)\, p_t}{a_1\, (c_o + c_1\, p_t)^2} = -b_o\, p_t + b_1 \, .$$

Cette équation est non linéaire dans le prix p_t. De façon à éviter dans les simulations numériques la recherche à chaque étape de la solution d'une telle équation, nous supposerons que l'entreprise prend ses décisions sur la base des prix, salaires et prix anticipés de la date précédente. Ceci permet d'écrire le modèle complet sous la forme récursive ci-dessous :

$$(m.1)\quad p_t = -\frac{1}{b_o} \left\{ K_{t-1}^{\alpha_o} \left[\frac{w_{t-1}}{\alpha p_{t-1} K_{t-1}^{\alpha_o}} \right]^{\frac{\alpha}{\alpha-1}} + (1-\gamma)\, S_{t-1} - \frac{a_o}{a_1} \frac{1}{c_o + c_1 p_{t-1}} \right. ,$$

$$\left. + \frac{(1-\tau_{t-1})\, p_{t-1}}{a_1 (c_o + c_1 p_{t-1})^2} \right\} \frac{b_1}{b_o} \, ,$$

$$(m.2)\quad L_t = \left[\frac{w_{t-1}}{\alpha p_{t-1} K_{t-1}^{\alpha_o}} \right]^{\frac{1}{\alpha-1}} \, ,$$

$$(m.3)\quad \lambda_t = c_o + c_1\, p_t \, ,$$

$$(m.4)\quad Q_t^s = K_{t-1}^{\alpha_o}\, L_t^{\alpha} \, ,$$

$$(m.5)\quad \beta_t = + \left[\frac{-a_o}{a_1} + \frac{(1-\tau_{t-1}) p_{t-1}}{a_1\, \lambda_{t-1}} \right] \frac{1}{\lambda_{t-1}\, [Q_t^s + (1-\gamma)\, S_{t-1}]} \, ,$$

(m.6) $S_t = (1-\beta_t) \left[Q_t^s + (1-\gamma)\, S_{t-1} \right]$,

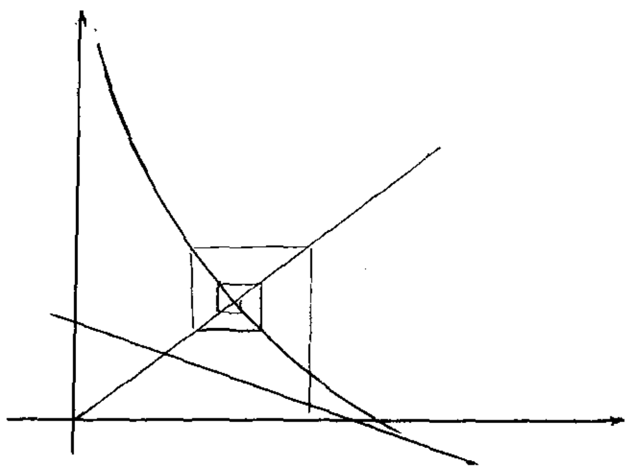
(m.7) $I_t = (1-\tau_t) \left[p_t\, \beta_t\, [Q_t^s + (1-\gamma)\, S_{t-1}] - w_t\, L_t \right]$,

(m.8) $K_t = (1-\delta)\, K_{t-1} + I_t$.

Ce système comporte des dynamiques non linéaires en particulier dans l'équation de détermination du prix et sauf cas particulier cette dynamique ne peut être analysée que numériquement. Il est malgré tout facile de voir que pour certaines valeurs des paramètres le système présente une certaine stabilité. Supposons ainsi $\delta = 0$, $\tau_t = 1$, $\gamma = 1$, $\alpha = 0{,}5$, $w_t = 1$, $c_o = o$, $c_1 = 1$. Nous voyons que le capital est constant égal à sa valeur initiale et que l'équation d'évolution des prix se réduit à :

$$p_t = - \frac{K_o}{b_o}\, 0.5\, p_{t-1} + \frac{a_o}{b_o\, a_1}\, \frac{1}{p_{t-1}} + \frac{b_1}{b_o} .$$

Il s'agit d'une équation du type $p_t = g(p_{t-1})$, où du fait des signes des divers coefficients la fonction g à la forme d'une branche d'hyperbole :



L'équation $p_t = g(p_{t-1})$ présentera donc une propriété de stabilité de type Cobweb, dès que le coefficient $\frac{0.5\, K_o}{b_o}$ est inférieur à 1. Il est donc naturel d'effectuer les simulations en partant de valeurs compatibles avec cette contrainte, même si après les autres coefficients sont choisis différemment.

iii) Trajectoires simulées

Nous avons effectué diverses simulations des évolutions des variables en examinant particulièrement l'influence du taux d'imposition τ en fonction des valeurs des paramètres γ taux de dépréciation du stock et δ taux de dépréciation du capital, paramètres qui influent sur les possibilités de transferts intertemporels.

Les autres paramètres ont été fixés aux valeurs suivantes :

$a_o = 3$, $a_1 = 1$, $b_o = 10$, $b_1 = 12$, $\alpha = \alpha_o = 0.5$, $c_o = 0$, $c_1 = 1$.

Les valeurs initiales des variables sont :

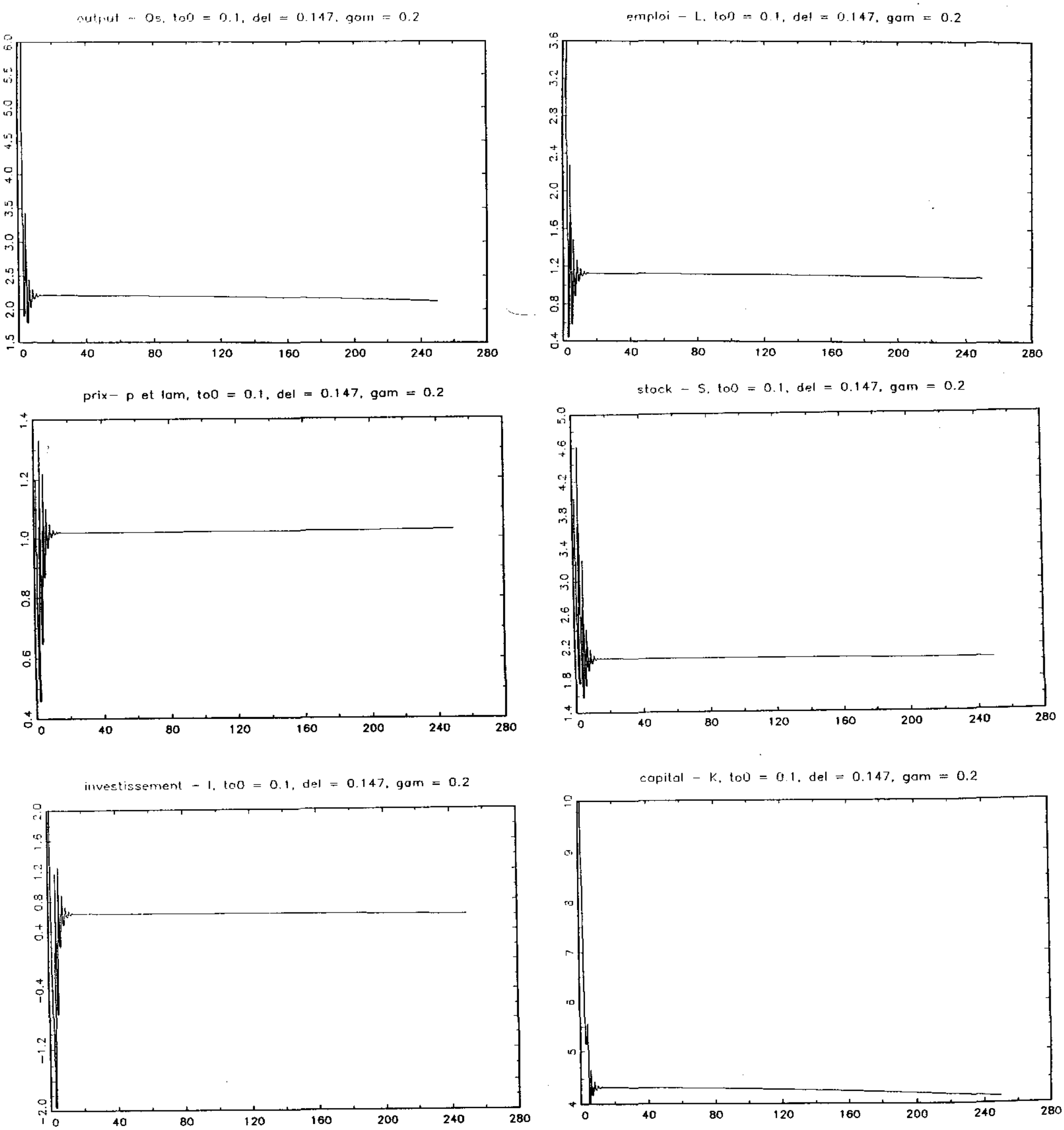
$p_o = \lambda_o = 1.2$, $L_o = 3$, $Q^S_o = 6$, $\beta_o = 0.5$, $S_o = 4$, $I_o = 2$, $K_o = 10$.

De plus nous avons fixé les salaires à un pour toutes les dates $w_t = 1$, $\forall t$, de sorte que les évolutions doivent être vues en équivalent salaire, et le taux d'imposition a été supposé constant $\tau_t = \tau$ durant toute la période.

Les évolutions constatées dépendent sensiblement des choix des trois autres paramètres γ, δ, τ,. Une augmentation du taux d'imposition apparaît à la fois comme diminuant l'importance du capital (ceci vient du fait qu'il n'y a pas dans le modèle de subvention ou de demande gouvernementale pour compenser cet effet de taxe), mais aussi comme ayant un effet stabilisateur sur les évolutions. Diverses trajectoires simulées sont fournies dans l'annexe. On peut en particulier distinguer trois types d'évolutions présentant chacune des caractéristiques de dynamique non linéaire. Un premier type correspond a une période de fluctuations à court terme suivie d'une stabilisation vers des valeurs d'équilibre ou vers des allures tendancielles régulières (voir figure 6) (scénarios: ajustement, -stabilisation, ou ajustement.-stabilisation -croissance). Le second type est a priori assez semblable au premier sauf que la période de stabilisation est en fait transitoire et à un certain moment conduit à une "catastrophe" avec disparition de l'entreprise (figure 7) (scénario : ajustement-stabilisation-récession). Finalement un troisième type de dynamique présente des séquences de fluctuations et de stabilisations (figure 8) (scénario ajustements -stabilisations alternés). Dans de tels schémas certaines variables apparaissent moins sensibles que d'autres à ces phénomènes non linéaires. Signalons que les simulations ont été menées avec un nombre d'itérations assez grand (entre 50 et 150) de sorte que certaines des propriétés ou des régularités précédentes concernent les caractéristiques de long terme du modèle. Elles doivent être interprétées comme telles. Dans une optique plus opérationnelle les simulations devraient être menées avec un nombre plus faible d'itérations et surtout en relâchant l'hypothèse de taux d'imposition constant (ici la seule variable de contrôle) et en regardant comment des modifications de ce taux peuvent permettre de compenser certains des phénomènes chaotiques mis en évidence en conservant un taux fixe.

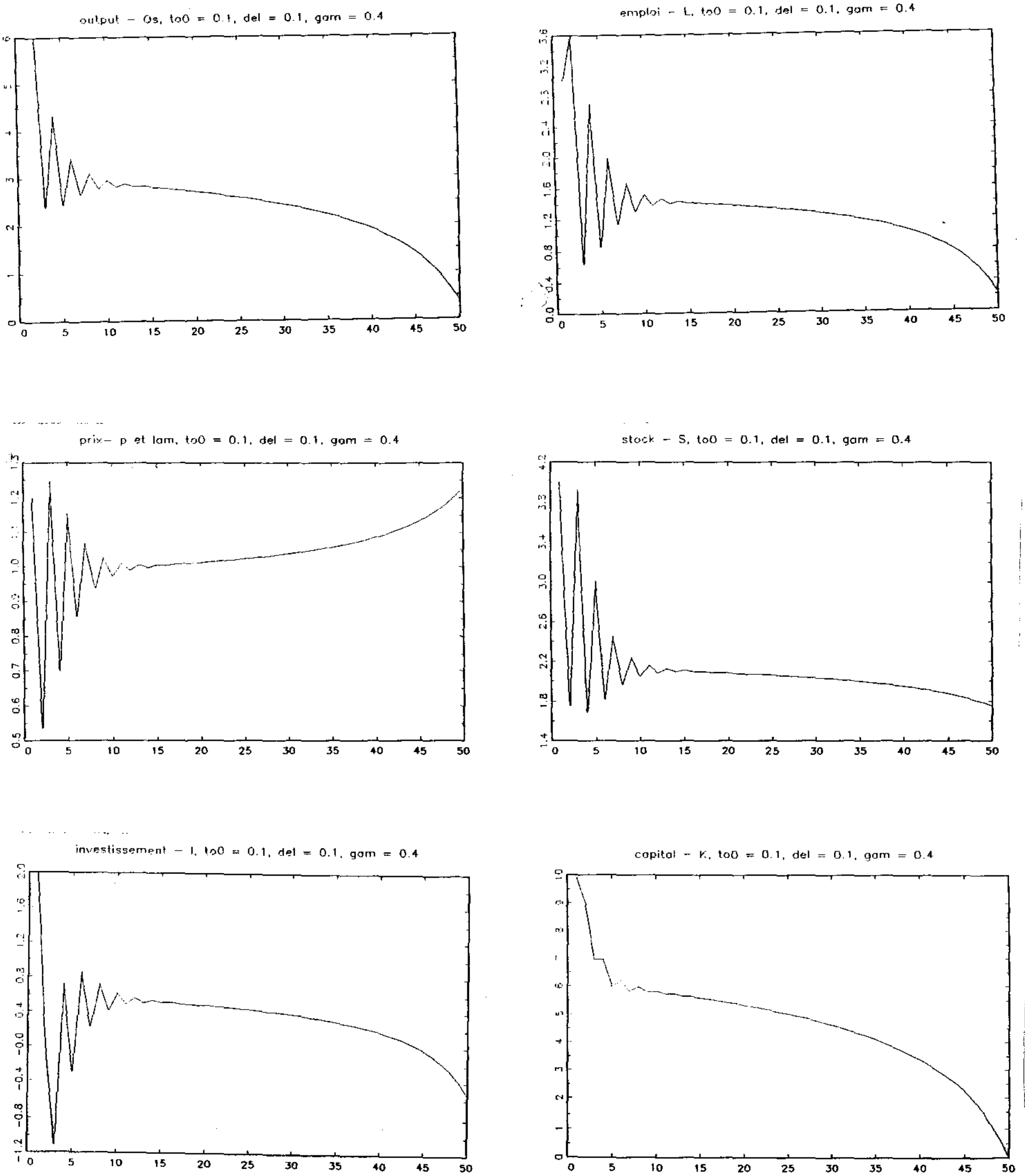
Figures 6

Scénario: ajustement - stabilisation



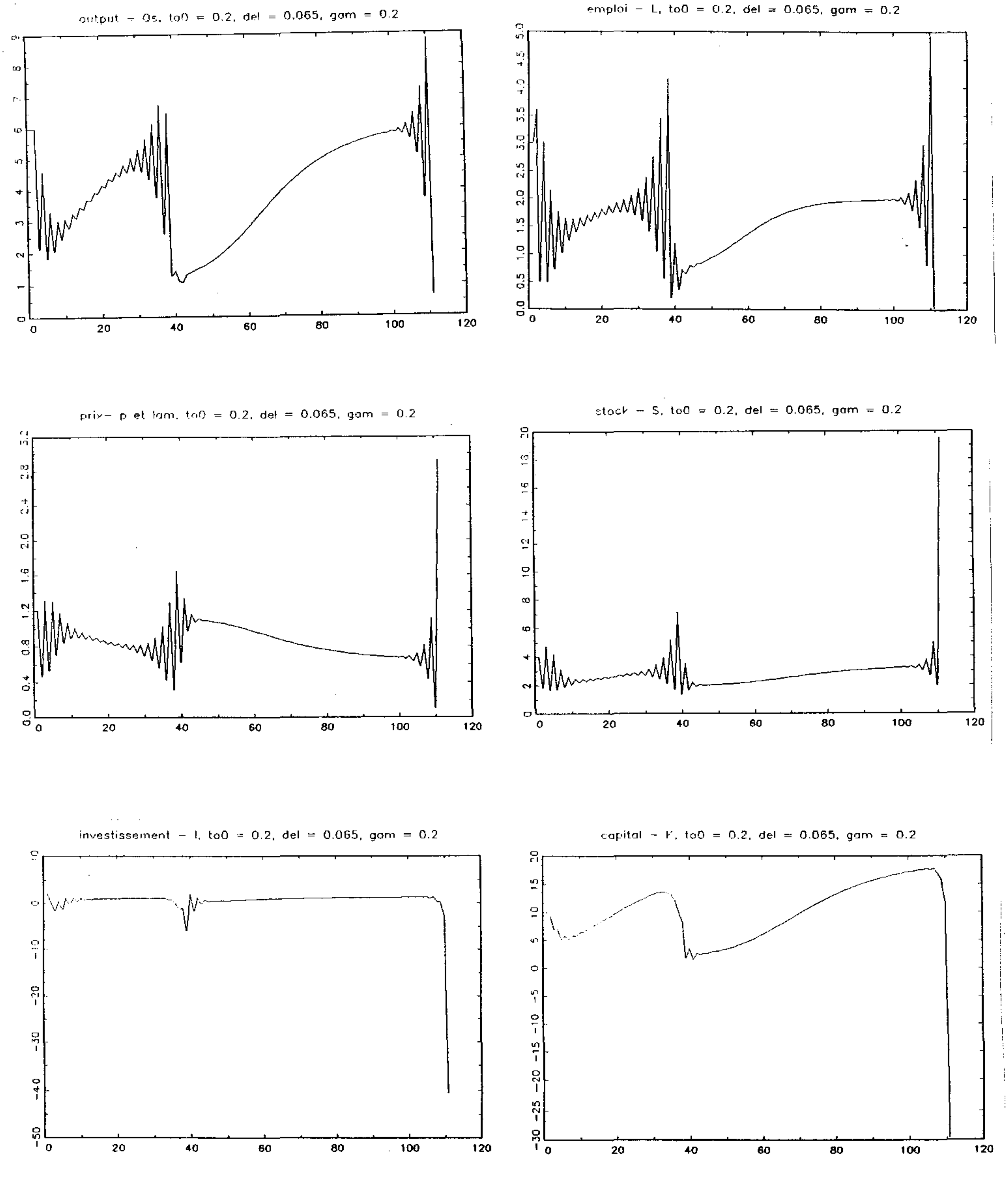
Figures 7

Scénario: ajustement - stabilisation - récession



Figures 8

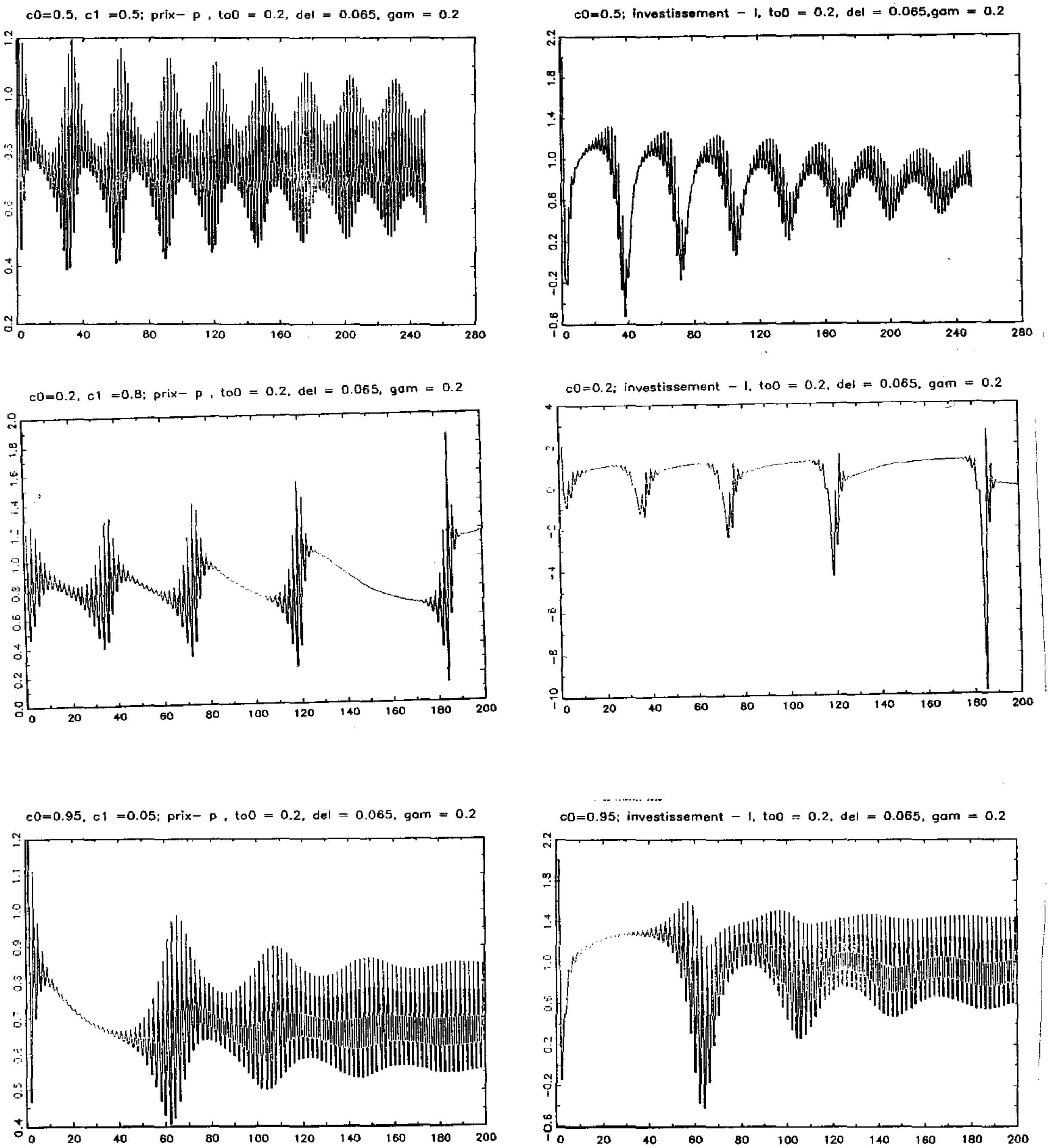
Scénario: ajustements - stabilisations alternés



Les figures précédentes ont été obtenues avec un schéma d'anticipation où $\lambda_t = p_t$. On peut se demander si les résultats sont ou non sensiblement modifiés, lorsqu'on modifie ce schéma. Dans les figures ci-dessous nous considérons des schémas du type $\lambda_t = c_o + (1-c_o)\ p_t$, où c_o peut prendre diverses valeurs. Les autres paramètres ont été conservés aux valeurs qui avaient été retenues pour obtenir l'évolution chaotique des figures ~~11~~ 8. Les valeurs de c_o considérées sont $c_o = 0.2$, $c_o = 0.5$, $c_o = 0.95$. On s'attend que lorsque c_o augmente, c'est-à-dire lorsque la firme accorde un poids plus élevé à la prévision 1 du prix qu'à la prévision naïve p_t, le système soit plus "stable". Ceci peut être constaté sur les figures 9 avec asymptotiquement l'existence de cycles endogènes limites superposés (scénarios : cycles superposés). Les graphiques sont donnés pour deux variables : le prix p_t et l'investissement I_t.

Figures 9

Scénario: cycles superposés



iv) Equilibre non concurrentiel

Avec la forme de fonction de production :

$f(k,l) = k^{\alpha_o}\, l^{\alpha}$, pour $\alpha = 0.5$, l'équation (28) permettant de déterminer la demande de travail s'écrit :

$$0.5\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{-0.5}\left[2\ b_o\lambda_{t-1}\ \left(a_o - a_1\ \lambda_{t-1}\ (K_{t-1}^{\alpha_o},\ L_t^{0.5} + (1-\gamma)\ S_{t-1})\right)\right.$$

$$\left. + a_1\ b_o\ b_1\ \lambda_{t-1}^{2}\right] = w_t\ b_o\ \left[2\ (1-\tau_t) + a_1\ b_o\ \lambda_{t-1}^{2}\right],$$

ou de façon équivalente :

$$0.5\ \ K_{t-1}^{\alpha_o}\left\{2b_o\ \ \lambda_{t-1}\left[a_o - a_1\ \lambda_{t-1}\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{0.5} - a_1\ \lambda_{t-1}(1-\gamma)\ S_{t-1}\right]\right.$$

$$\left. a_1\ b_1\ \lambda_{t-1}^{2}\right\} = L_t^{0.5}\ w_t b_o\ \left[\ 2(1-\tau_t) + a_1\ b_o\ \lambda_{t-1}^{2}\ \right].$$

Nous en déduisons immédiatement l'expression de L_t :

$$(29)\quad L_t=\left[a_o\ b_o\ \lambda_{t-1}K_{t-1}^{\alpha_o} + 0.5\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ \ a_1\ b_o\ b_1\ \lambda_{t-1} - a_1\ b_o\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ \lambda_{t-1}\ (1-\gamma)\right.$$

$$\left. S_{t-1}\right]^2\ \left[a_1\ b_o\ \lambda_{t-1}^{2}\ K_{t-1}^{2\alpha_o} + w_t\ b_o\ 2(1-\tau_t) + w_t\ a_1\ b_o^2\ \ \lambda_{t-1}^{2}\right]^{-2}.$$

Fixant comme dans le cas concurrentiel, l'évolution des salaires à $w_t = 1$, $\forall t$, nous obtenons un modèle d'équilibre comprenant les équations suivantes :

$$(m^*1)\ L_t = \left[a_o\ b_o\ \lambda_{t-1}\ K_{t-1}^{\alpha_o} + 0.5\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ a_1\ b_o\ b_1\ \lambda_{t-1}^2 - a_1\ b_o\ K_{t-1}^{\alpha_o}\ \lambda_{t-1}^2\ (1-\gamma)\right.$$

$$\left. S_{t-1}\right]^2\ \left[a_1\ b_o\ \lambda_{t-1}^2\ K_{t-1}^{2\alpha_o} + b_o\ 2(1-\tau_t) + a_1\ b_o^2\ \lambda_{t-1}^{2}\ \right]^{-2},$$

$$(m^*2)\ \beta_t = \left[- b_o\ \lambda_{t-1}\ (a_o - a_1\ \lambda_{t-1}(K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{0.5} + (1-\gamma)\ S_{t-1})) + b_1(1-\tau_t)\right]$$
$$\left[2(1-\tau_t)\ (K_{t-1}^{\alpha_o}L_t^{0.5} +(1-\gamma)\ S_{t-1}) + a_1\ b_o\ \lambda_{t-1}^2(K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{0.5} + (1-\gamma)\ S_{t-1})\right]^{-1}$$

$$(m^*3)\ Q_t = \beta_t \left[K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{0.5} + (1-\gamma)\ S_{t-1}\right],$$

$$(m^*4)\ p_t = - \frac{Q_t}{b_o} + \frac{b_1}{b_o},$$

$$(m^*5)\ \lambda_t = c_o + c_1\ p_t,$$

$$(m^*6)\ S_t = (1-\beta_t) \left[K_{t-1}^{\alpha_o}\ L_t^{0.5} + (1-\gamma)\ S_{t-1}\right],$$

$$(m^*7)\ I_t= (1-\tau_t) \left[p_t\ Q_t - L_t\right],$$

$$(m^*8)\ K_t = I_t + (1-\delta)\ K_{t-1}.$$

Comme le système écrit dans le cas concurrentiel, le système (m*1) -(m*8) comporte des dynamiques non linéaires. Une idée de ses propriétés de stabilité peut être obtenue en regardant quelle évolution de prix lui correspond dans le cas particulier $\gamma = 0$, $\tau_t = 1$, $\gamma = 1$, $\alpha = 0.5$, $w_t = 1$, $c_o = 0$, $c_1 = 1$. Dans ce cas on voit facilemnt que les prix sont tels que :

$$p_t = \frac{a_o}{a_1\ p_{t-1}\ (K_o^{2\alpha_o} + b_o)} + \frac{b_1}{b_o\ (K_o^{2\alpha_o} + b_o)}\ (0.5\ K_o^{2\alpha_o} + b_o).$$

Il s'agit encore d'une équation de récurrence non linéaire de type hyperbolique, avec donc les mêmes propriétés de stabilité de type Cobweb que dans le cadre concurrentiel.

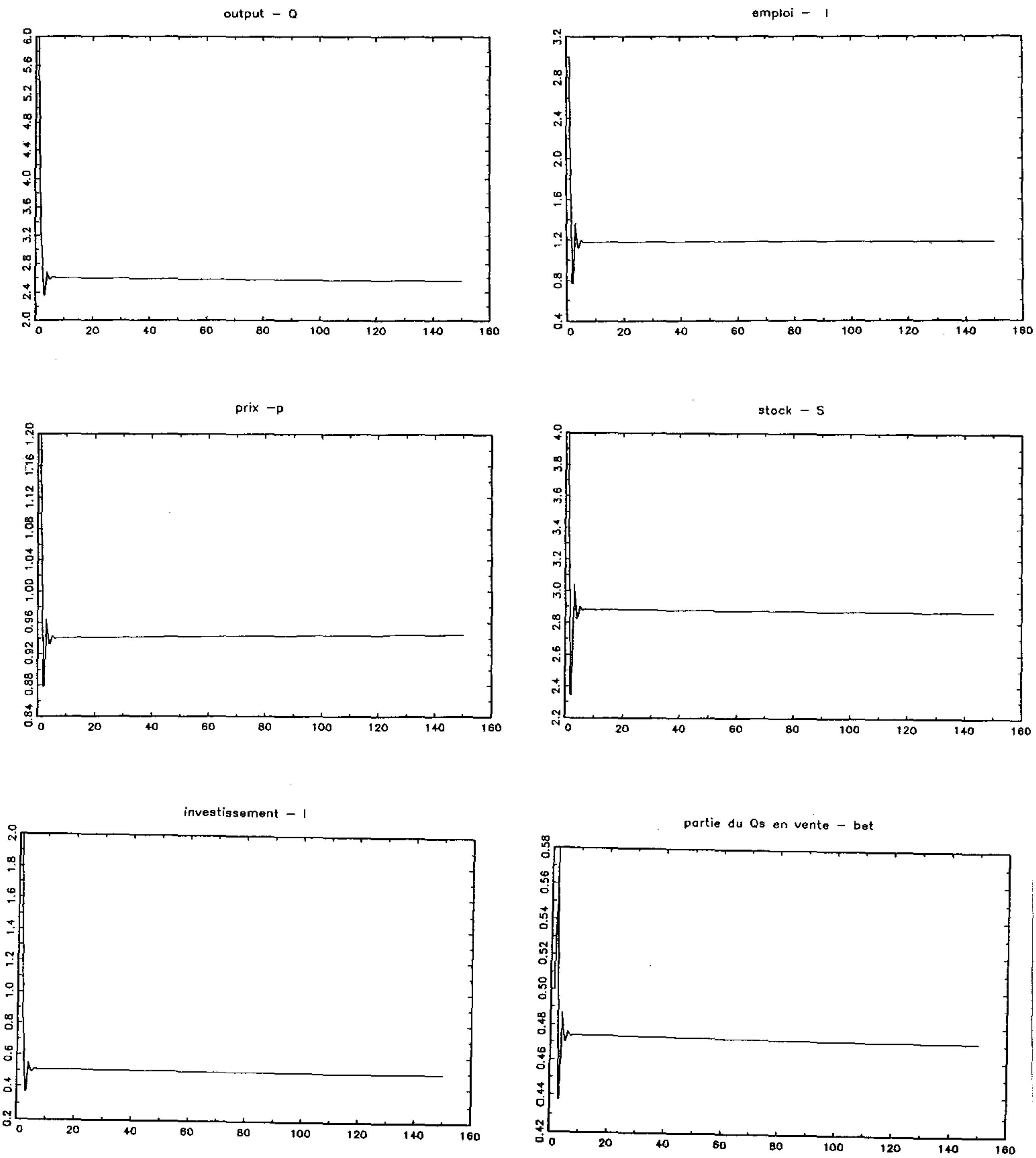
v) Trajectoires simulées

Fixant les paramètres aux mêmes valeurs que dans le cadre concurrentiel $a_o = 3$, $a_1 = 1$, $b_o = 10$, $b_1 = 12$, $\alpha = \alpha_o = 0.5$, $c_o = 0$, $c_1 = 1$, nous avons effectué diverses simulations pour divers jeux de taux γ, δ, τ. On constate principalement que l'une des possibilités apparue dans le cadre concurrentiel celle de cycles superposés n'existe plus. Le comportement monopolistique tend d'une certaine façon à "lisser" les évolutions. Les autres dynamiques sont du même type que celles obtenues auparavant (figure 10 et 11).

Figures 10

Scénario: ajustement - stabilisation

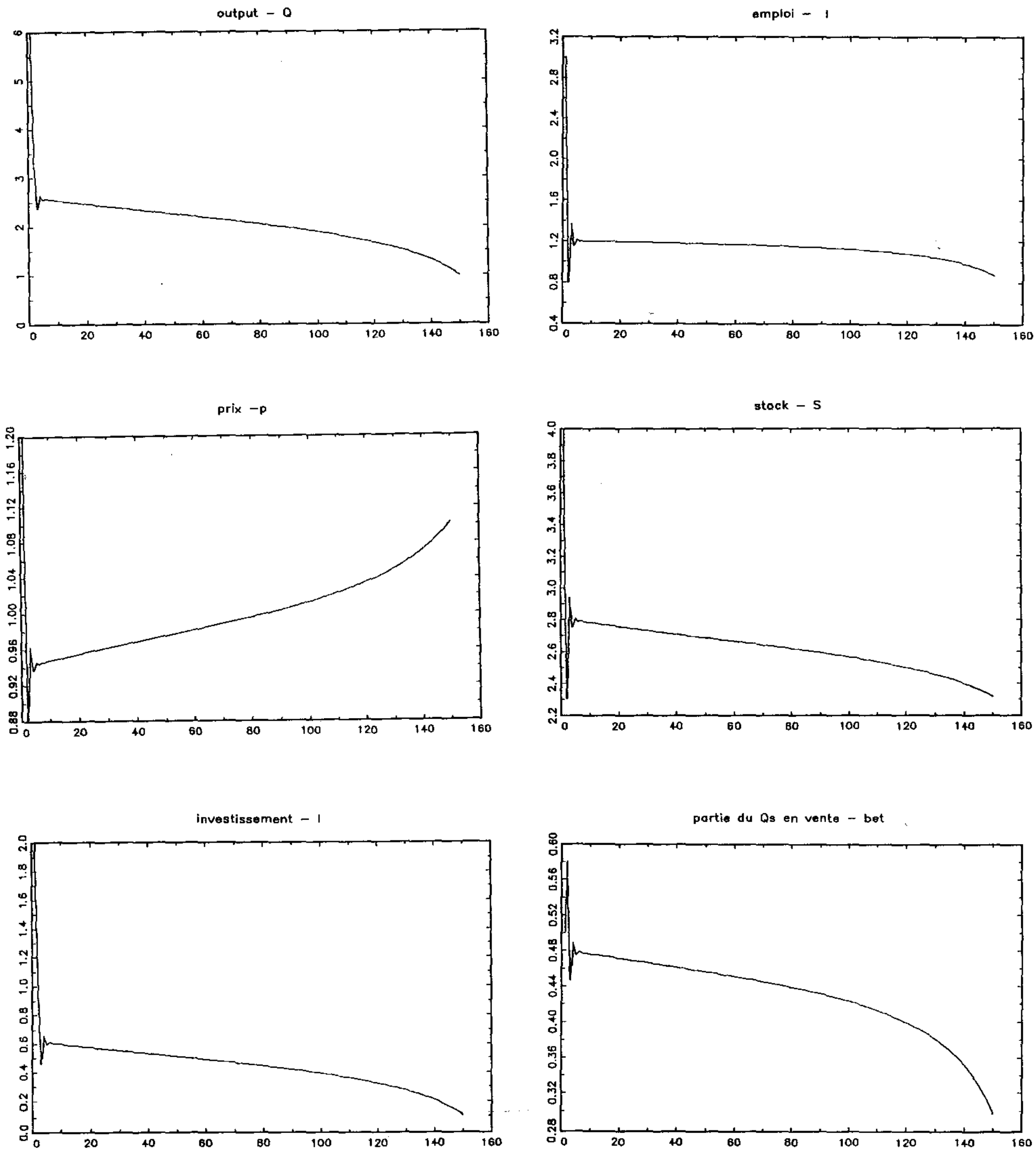
$\gamma = 0.3,\ \delta = 0.05,\ \tau = 0.6$



Figures 11

Scénario: ajustement - stabilisation - récession

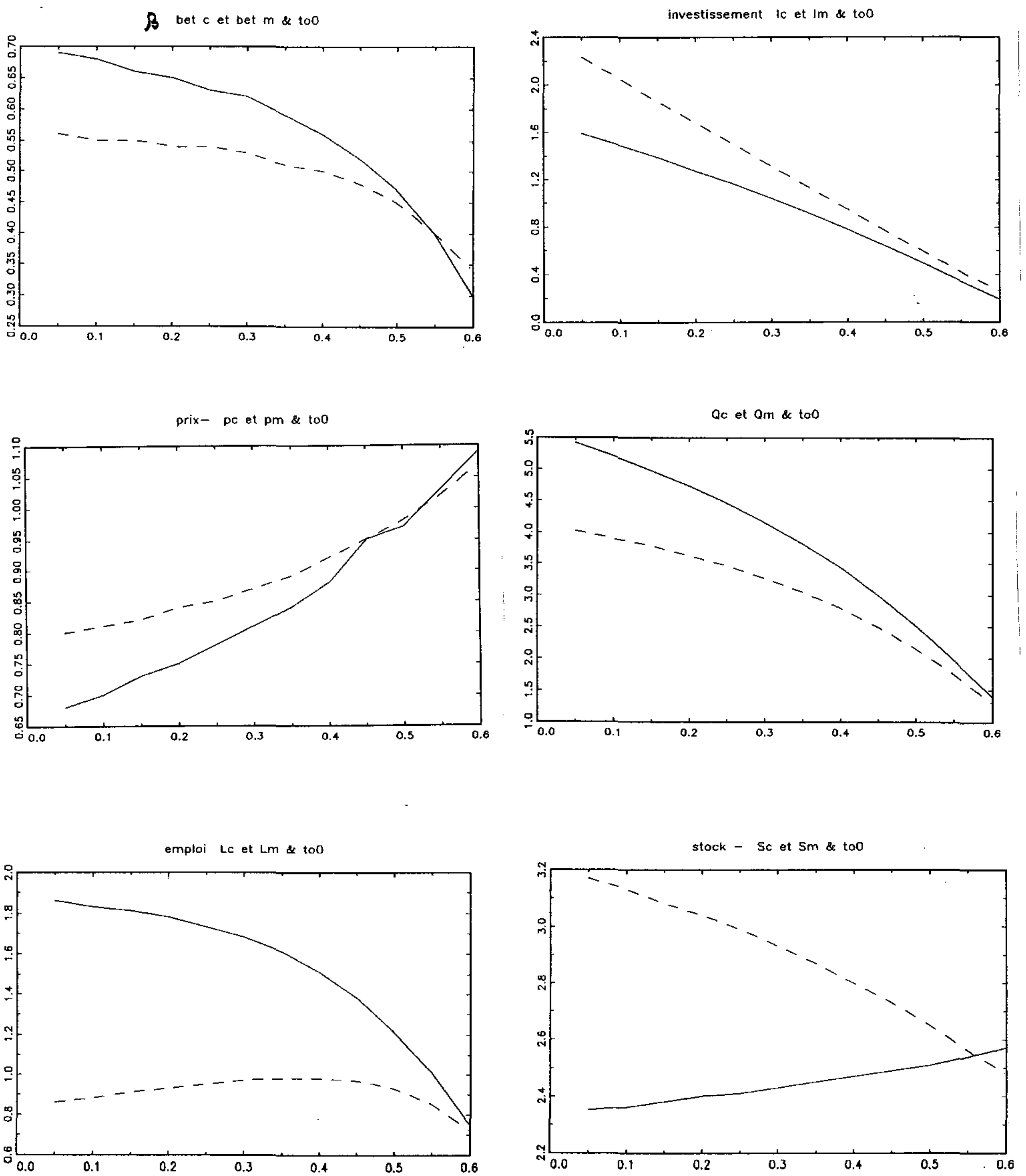
$\gamma = 0.33,\ \delta = 0.065,\ \tau = 0.5$



vi) Effets du taux d'imposition

Même quand les évolutions obtenues dans les cas concurrentiel et non concurrentiel paraissent analogues, il est utile d'examiner comment les valeurs de long terme des diverses variables dépendent des taux γ,δ,τ. De façon à illustrer l'effet du taux d'imposition, nous avons retenu les valeurs $\gamma = 0.1$, $\delta = 0.1$ pour lesquelles les deux systèmes (m) et (m^*) sont asymptotiquement stables et ceci pour une large place de valeurs du taux d'imposition. Nous pouvons alors faire une étude de statique comparative et regarder comment les valeurs d'équilibre des variables dépendent du taux et comparer les dépendances obtenues en situations concurrentielle et non concurrentielle. Dans les graphiques (Figures 12) les courbes en trait plein correspondent au cas concurrentiel et celles en trait discontinu à la situation non concurrentielle. On constate qu'en général la part limite mise sur le marché β est à taux l'imposition donné plus élevée dans le premier cas que dans le second, ou de façon équivalente pour obtenir dans les deux situations la même fraction β, il faut accroître l'imposition lorsque l'entreprise se comporte en monopole. Des remarques analogues peuvent être faites pour les autres variables: le comportement monopolistique tend à ce qui est classique à augmenter les prix et à diminuer la production; on note aussi qu'elle a un effet positif sur l'investissement (ici identique au profit) et négatif sur l'emploi. Ces effets sont cependant plus ou moins marqués selon le niveau d'imposition et dans notre exemple on observe certains retournements lorsque le taux atteint des valeurs de 50-60% .

Figures 12


β bet c et bet m & to0
investissement Ic et Im & to0
prix- pc et pm & to0
Qc et Qm & to0
emploi Lc et Lm & to0
stock - Sc et Sm & to0