

## Conférence François-Albert Angers (2002) Rigidités nominales dans les modèles d'équilibre général intertemporel stochastique

Jean-Pascal Bénassy

Volume 78, numéro 4, décembre 2002

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/007260ar>  
DOI : <https://doi.org/10.7202/007260ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

HEC Montréal

ISSN

0001-771X (imprimé)  
1710-3991 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Bénassy, J.-P. (2002). Conférence François-Albert Angers (2002) : rigidités nominales dans les modèles d'équilibre général intertemporel stochastique. *L'Actualité économique*, 78(4), 423–457. <https://doi.org/10.7202/007260ar>

Résumé de l'article

Le but de cet article est de montrer que l'introduction de rigidités nominales dans les modèles d'équilibre général intertemporel stochastique permet d'améliorer considérablement les capacités de ces modèles à reproduire les évolutions dynamiques des économies réelles. Pour cela on construit un modèle dynamique qu'on étudie successivement sous les hypothèses suivantes : (a) équilibre walrasien, (b) contrats de salaires à une période, (c) contrats de salaires multipériodiques, (d) contrats multipériodiques de salaires et de prix. À chaque étape une solution analytique du modèle est donnée. On trouve que l'introduction de contrats nominaux, même à durée limitée, améliore de nombreuses corrélations, tandis que l'introduction de contrats multipériodiques permet d'obtenir la réponse persistante de l'output et de l'inflation à certains chocs qui échappait aux modèles traditionnels.

## RIGIDITÉS NOMINALES DANS LES MODÈLES D'ÉQUILIBRE GÉNÉRAL INTERTEMPOREL STOCHASTIQUE\*

Jean-Pascal BÉNASSY  
*CEPREMAP*  
et *CNRS*

**RÉSUMÉ** – Le but de cet article est de montrer que l'introduction de rigidités nominales dans les modèles d'équilibre général intertemporel stochastique permet d'améliorer considérablement les capacités de ces modèles à reproduire les évolutions dynamiques des économies réelles. Pour cela on construit un modèle dynamique qu'on étudie successivement sous les hypothèses suivantes : (a) équilibre walrasien, (b) contrats de salaires à une période, (c) contrats de salaires multipériodiques, (d) contrats multipériodiques de salaires et de prix. À chaque étape une solution analytique du modèle est donnée. On trouve que l'introduction de contrats nominaux, même à durée limitée, améliore de nombreuses corrélations, tandis que l'introduction de contrats multipériodiques permet d'obtenir la réponse persistante de l'output et de l'inflation à certains chocs qui échappait aux modèles traditionnels.

**ABSTRACT** – The goal of this article is to show that the introduction of nominal rigidities into dynamic stochastic general equilibrium models allows to substantially improve the capacities of these models to reproduce the dynamic evolution of real economies. For that purpose we construct a dynamic model and successively study it under the following assumptions : (a) Walrasian equilibrium, (b) one period wage contracts, (c) multiperiodic staggered wage contracts, (d) staggered wage and price contracts together. At each step we give a closed-form solution. It is found that the introduction of nominal contracts, even with limited duration, improves many correlations, and that the introduction of multiperiodic contracts allows to obtain the persistent output and inflation response to monetary shocks that was missing from traditional models.

### INTRODUCTION

L'objet de cet article est de montrer que l'introduction de rigidités nominales dans les modèles d'équilibre général intertemporel stochastique permet d'améliorer

---

\* Je tiens à remercier Louis Phaneuf pour ses commentaires sur une première version de ce texte. Je reste bien sûr responsable de tous les défauts restants.

considérablement les capacités de ces modèles à reproduire les évolutions dynamiques des économies réelles. Les premières versions de ces modèles dynamiques, connues sous le nom générique de « modèles de cycles réels »<sup>1</sup> (*real business cycles*, *RBC*, en anglais) ignoraient toute forme de rigidité des prix ou des salaires. On considérait une économie supposée en équilibre walrasien perpétuel, et soumise à des chocs stochastiques, notamment des chocs macroéconomiques de productivité. De ce fait chacune des variables macroéconomiques était elle même stochastique. Il était donc possible de calculer directement corrélations, autocorrélations, et de les comparer aux statistiques observées dans la réalité. Ce dialogue naturel entre théorie et observations a fait le succès (mérité) du domaine.

Au bout de quelques années de nombreux chercheurs dans le domaine ont toutefois observé que les modèles *RBC* traditionnels ne reproduisaient correctement que bien peu de statistiques. On verra plus loin que certaines corrélations importantes, ainsi que la persistance de l'effet des chocs dans les modèles, étaient extrêmement loin de leurs contreparties empiriques. Le modèle de base a donc été élargi. On a par exemple considéré divers types de rigidités (réelles ou nominales) des prix et des salaires et élargi la palette des chocs en introduisant des chocs de demande<sup>2</sup>. Ces généralisations ont permis des améliorations substantielles.

Nous allons particulièrement étudier ici l'introduction de rigidités nominales dans ce type de modèles, un domaine où la recherche a rencontré un certain succès. L'article qui suit n'est pas une revue de littérature, mais une exploration analytique du domaine qui, à travers quelques modèles simples résolus « à la main », montrera pourquoi et comment les modèles à rigidités nominales permettent de résoudre certains problèmes rencontrés par les modèles *RBC* traditionnels.

Le plan de l'article est le suivant : la première section présente un modèle de base qui sera utilisé dans toutes les versions étudiées dans l'article. La deuxième section calcule, à titre de référence, l'équilibre et la dynamique walrasienne de ce modèle. On montre que plusieurs corrélations sont loin de leurs valeurs réelles et que le modèle ne produit pratiquement pas de persistance en réponse aux chocs, alors que cette persistance est significative dans la réalité. La troisième section introduit une première rigidité nominale, sous la forme de contrats salariaux à une période. Ceci permet d'améliorer certaines corrélations, mais le problème de la persistance reste entier. La quatrième section introduit des contrats de salaires multipériodiques, et montre qu'on peut ainsi obtenir une réponse persistante de l'output aux chocs de demande. La cinquième section introduit finalement des

---

1. Initialement développés par Kydland-Prescott (1982) et Long-Plosser (1983).

2. La monnaie a été notamment introduite par King-Plosser (1984), Cooley-Hansen (1989), des rigidités réelles par Danthine-Donaldson (1990, 1991, 1992), des rigidités nominales par Svensson (1986), Cho (1993), Hairault-Portier (1993), Cho-Cooley (1995). Des modèles dynamiques avec des contrats multipériodiques sont développés dans Yun (1996), Ambler-Guay-Phaneuf (1997, 2001), Andersen (1998), Jeanne (1998), Ascari (2000), Bénassy (2000, 2001), Chari-Keohoe-McGrattan (2000), Collard-Ertz (2000), Huang-Liu-Phaneuf (2000), Christiano-Eichenbaum-Evans (2001).

rigidités simultanées de prix et de salaires, et montre qu'on peut ainsi obtenir, avec des valeurs tout à fait réalistes des paramètres, une réponse persistante et « en cloche » de l'output et de l'inflation.

### 1. UN MODÈLE DE BASE

Nous étudierons une économie monétaire où des biens s'échangent contre de la monnaie au prix (moyen)  $P_t$  et du travail contre de la monnaie au salaire (moyen)  $W_t$ . Il y a deux types d'agents : ménages et entreprises.

Le ménage représentatif travaille  $N_t$ , consomme  $C_t$ , et finit la période  $t$  avec une quantité de monnaie  $M_t$ . Il maximise l'espérance de son utilité actualisée, soit :

$$U = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[ \log C_t + \omega \log \frac{M_t}{P_t} - V(N_t) \right] \quad (1)$$

où  $V$  est une fonction convexe. Au début de la période  $t$  le ménage subit un choc monétaire à la Lucas (1972), noté  $\mu_t$ . La quantité de monnaie  $M_{t-1}$  issue de la période  $t-1$  est multipliée par  $\mu_t$ , si bien que le ménage commence la période  $t$  avec une quantité de monnaie  $\mu_t M_{t-1}$ . Sa contrainte de budget pour la période  $t$  est donc :

$$C_t + \frac{M_t}{P_t} + I_t = \frac{W_t}{P_t} N_t + \kappa_t K_t + \frac{\mu_t M_{t-1}}{P_t} \quad (2)$$

où  $\kappa_t$  est le rendement réel du capital en période  $t$ .

Les entreprises ont une technologie Cobb-Douglas :

$$Y_t = Z_t K_t^{1-\alpha} N_t^\alpha \quad (3)$$

où  $K_t$  est le capital,  $N_t$  la quantité de travail utilisée par les entreprises et  $Z_t$  un choc technologique commun à toutes les entreprises. Dans certains cas on supposera, pour simplifier l'exposition, que le capital se déprécie totalement en une période, si bien que :

$$K_{t+1} = I_t \quad (4)$$

où  $I_t$  est l'investissement de la période  $t$ . Pour l'étude de certains problèmes, comme la persistance de l'output, il sera par contre nécessaire de considérer une dépréciation incomplète du capital. Dans ce cas on remplacera l'équation traditionnelle d'évolution du capital :

$$K_{t+1} = (1 - \delta) K_t + I_t \quad (5)$$

par une approximation loglinéaire, étudiée notamment par Hercowitz et Sampson (1991)<sup>3</sup> :

3. Le paramètre  $A$  est choisi de sorte que les équations (5) et (6) soient vérifiées pour les mêmes valeurs de  $K_t$  et  $I_t$  à l'état stationnaire. Par exemple, s'il n'y a pas de croissance,  $I_t = \delta K_t$  à l'état stationnaire, et  $A = (1/\delta)^\delta$ .

$$K_{t+1} = AK_t^{1-\delta} I_t^\delta \quad 0 < \delta \leq 1 \quad . \quad (6)$$

## 2. LA DYNAMIQUE WALRASIIENNE

À titre de référence, nous allons tout d'abord étudier le cas où les marchés du travail et des biens sont en équilibre walrasien à chaque période, comme dans les modèles *RBC* traditionnels, et nous verrons comment cette économie réagit aux chocs technologiques et monétaires.

### 2.1 Résolution du modèle

Comme les deux marchés sont en équilibre, le salaire réel est égal à la productivité marginale du travail :

$$\frac{W_t}{P_t} = \frac{\partial Y_t}{\partial N_t} = \alpha \frac{Y_t}{N_t} \quad . \quad (7)$$

De la même façon le rendement réel du capital est égal à sa productivité marginale :

$$\kappa_t = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = (1-\alpha) \frac{Y_t}{K_t} \quad . \quad (8)$$

Le ménage représentatif maximise l'espérance de son utilité actualisée (1) soumis à la séquence de ses contraintes de budget (2). Appelons  $\beta^t \lambda_t$  le multiplicateur de Lagrange associé à la contrainte de budget (2). Alors les conditions du premier ordre pour le programme du consommateur s'écrivent :

$$\frac{1}{C_t} = \lambda_t \quad , \quad (9)$$

$$V'(N_t) = \lambda_t \frac{W_t}{P_t} \quad , \quad (10)$$

$$\lambda_t = \beta E_t(\lambda_{t+1} \kappa_{t+1}) \quad (11)$$

$$\text{et } \lambda_t = \frac{\omega P_t}{M_t} + \beta E_t \left( \lambda_{t+1} \frac{\mu_{t+1} P_t}{P_{t+1}} \right) \quad . \quad (12)$$

En combinant (9), (11), l'égalité comptable  $Y_t = C_t + I_t$  et la définition de  $\kappa_t$  dans (8), on obtient<sup>4</sup> :

$$\frac{I_t}{C_t} = \beta(1 - \alpha) + \beta(1 - \alpha)E_t \left( \frac{I_{t+1}}{C_{t+1}} \right) . \quad (13)$$

Ceci se résout en :

$$\frac{I_t}{C_t} = \frac{\beta(1 - \alpha)}{1 - \beta(1 - \alpha)} \quad (14)$$

et donc :

$$C_t = (1 - \beta + \alpha\beta) Y_t \quad (15)$$

$$\text{et } I_t = K_{t+1} = \beta(1 - \alpha) Y_t . \quad (16)$$

La condition d'équilibre pour la monnaie est que la quantité de monnaie  $M_t$  demandée par les ménages doit être égale à la dotation en monnaie au début de la période  $\mu_t M_{t-1}$  :

$$M_t = \mu_t M_{t-1} . \quad (17)$$

La condition (12) peut se réécrire, en utilisant (9) et (17) :

$$\frac{M_t}{P_t C_t} = \omega + \beta E_t \left( \frac{M_{t+1}}{P_{t+1} C_{t+1}} \right) \quad (18)$$

ce qui se résout en :

$$\frac{M_t}{P_t C_t} = \frac{\omega}{1 - \beta} . \quad (19)$$

En combinant (15) et (19) on obtient le niveau des encaisses monétaires réelles :

$$\frac{M_t}{P_t} = \frac{\omega(1 - \beta + \alpha\beta)}{1 - \beta} Y_t = \varrho Y_t . \quad (20)$$

Finalement, en combinant la condition (10) avec l'expression du salaire réel (7) et la valeur de la consommation (15), on trouve que l'emploi  $N_t$  est constant et égal à  $N$ , dont la valeur est donnée par :

$$NV'(N) = \frac{\alpha}{1 - \beta + \alpha\beta} . \quad (21)$$

4. Nous supposons ici pour simplifier l'exposition une dépréciation complète du capital. On trouvera dans l'appendice les calculs pour une dépréciation incomplète.

## 2.2 Dynamique

Nous allons, pour la comparer plus tard avec la dynamique non walrasienne, décrire brièvement la dynamique walrasienne de cette économie. Passons en logarithmes<sup>5</sup>. Les équations (21), (3), (7) et (16) deviennent :

$$n_t = n \quad , \quad (22)$$

$$y_t = z_t + (1 - \alpha) k_t + \alpha n \quad , \quad (23)$$

$$w_t - p_t = y_t - n + \log \alpha \quad (24)$$

$$\text{et } k_{t+1} = y_t + \log \beta (1 - \alpha) \quad . \quad (25)$$

En combinant les équations (23) et (25) on obtient l'expression de la production en fonction des chocs technologiques présents et passés :

$$y_t = n + \frac{z_t}{1 - (1 - \alpha)L} + \frac{(1 - \alpha) \log [\beta (1 - \alpha)]}{\alpha} \quad (26)$$

où  $L$  est l'opérateur « retard » défini par :

$$L^j(X_t) = X_{t-j} \quad . \quad (27)$$

Finalement on peut aussi calculer le salaire nominal et le prix :

$$w_t = m_t + \log \alpha - \log \varrho - n \quad (28)$$

$$\text{et } p_t = m_t - \frac{z_t}{1 - (1 - \alpha)L} - \log \varrho - n - \frac{(1 - \alpha) \log [\beta (1 - \alpha)]}{\alpha} \quad (29)$$

où  $\varrho$  est défini dans l'équation (20).

## 2.3 Quelques corrélations

Nous nous abstenons dans cette article de toute véritable calibration, mais nous pouvons néanmoins noter à ce stade un certain nombre de corrélations qui ont posé un problème aux chercheurs dans le domaine des « cycles réels » :

- a) Le premier problème est que les salaires réels sont beaucoup trop procycliques dans ce modèle walrasien. De fait, l'équation (24) montre que la corrélation salaire réel-output est égale à 1. Même si cette corrélation est légèrement inférieure à 1 dans les modèles calibrés où  $N_t$  varie, elle reste toujours nettement supérieure à ce qui est observé dans la réalité (voir, par exemple, Basu-Taylor, 1999, pour des estimations dans un cadre international).

---

5. Une lettre minuscule représente le logarithme de la variable représentée par la lettre majuscule correspondante.

- b) Le second problème concerne les prix. Une comparaison des équations (26) et (29) nous montre que les prix sont toujours contracycliques, quelle que soit l'importance relative des chocs technologiques et monétaires (on suppose qu'ils sont indépendants). Or on admet généralement qu'il y a des périodes où les prix ont été contracycliques, mais également d'autres périodes où ils ont été procycliques (Cooley et Ohanian, 1991; Smith, 1992). Clairement ce modèle walrasien ne peut pas reproduire la variété des expériences concernant le comportement cyclique des prix.
- c) Le troisième problème concerne la corrélation inflation-output, un problème étroitement lié à toute la littérature sur la « courbe de Phillips ». Alors qu'on considère assez généralement que cette corrélation est positive, le modèle ci-dessus donne une corrélation négative pour toutes les spécifications raisonnables du choc de productivité.

#### 2.4 La persistance de l'output

Une autre critique récurrente des modèles de type *RBC* est qu'ils n'engendrent aucun mécanisme de propagation interne et que la seule persistance dans les mouvements de l'output est celle que l'on trouve dans le processus exogène des chocs technologiques  $z_t$  (voir, par exemple, Cogley et Nason, 1993, 1995). En voyant la formule (26) on pourrait penser à première vue que ce constat est exagérément pessimiste : certes les chocs monétaires n'ont aucun effet, mais les chocs technologiques sont « amplifiés » par une racine autorégressive égale à  $1 - \alpha$ . Nous allons voir toutefois que cette formule est trompeuse. Si l'on remplace en effet la formule de dépréciation totale (4) par la formule de dépréciation partielle au taux  $\delta$  (6), alors l'équation (16) devient (*cf.* appendice) :

$$I_t = \frac{(1-\alpha)\beta\delta}{1-\beta+\beta\delta} Y_t = \sigma Y_t, \quad \sigma = \frac{(1-\alpha)\beta\delta}{1-\beta+\beta\delta} . \quad (30)$$

En combinant cette équation à l'équation (6) donnant l'évolution du capital, on trouve, après passage aux logarithmes :

$$k_{t+1} = (1-\delta)k_t + \delta y_t + \log \sigma + \log A \quad (31)$$

et en combinant à (23) on trouve finalement :

$$y_t = n + z_t + \frac{(1-\alpha)\delta z_{t-1}}{1-(1-\alpha\delta)L} + (1-\alpha) \frac{\delta \log \sigma + \log A}{\alpha\delta} . \quad (32)$$

On voit immédiatement que, dès la seconde période, le choc est multiplié par  $(1-\alpha)\delta$ . Comme  $\delta$  est très faible on trouve que l'effet sur l'output est, à peu de choses près, l'effet direct du choc technologique.

Nous allons maintenant introduire des contrats de salaires, d'abord à une période, puis des contrats multipériodiques imbriqués, et nous verrons que les problèmes ci-dessus trouvent une solution naturelle dans ce cadre.

### 3. CONTRATS DE SALAIRES À UNE PÉRIODE<sup>6</sup>

Supposons donc qu'au lieu d'être déterminé par l'équilibre du marché du travail, le salaire est prédéterminé au début de chaque période, et qu'à ce salaire contractuel les ménages fournissent tout le travail demandé par les entreprises (ce type de contrats a été introduit par Gray, 1976).

Pour ce qui est du niveau auquel le salaire est fixé, nous supposerons que les parties au contrat visent à équilibrer le marché *ex ante* en espérance<sup>7</sup>. On supposera donc que le salaire contractuel (en logarithmes) est égal à l'espérance du salaire walrasien, ce qui, en utilisant la formule (28), nous donne :

$$w_t = E_{t-1} w_t^* = E_{t-1} m_t + \log \alpha - \log \varrho - n \quad (33)$$

où  $E_{t-1} m_t$  représente l'espérance de  $m_t$  formée au début de la période  $t$ , avant que les chocs soient connus.

#### 3.1 Résolution du modèle

Puisque le marché des biens est équilibré et que la demande de travail des entreprises est toujours satisfaite, les équations (7) et (8) concernant les entreprises sont toujours vérifiées. Pour ce qui est des ménages, ils maximisent la fonction d'utilité (1) sous les contraintes de budget (2), mais cette fois-ci en prenant  $N_t$  comme *donné* (et déterminé par la demande de travail des entreprises) au lieu de le choisir. Il se trouve qu'excepté le fait que  $N_t$  n'est pas choisi par les ménages, et donc que les équations (10) et (21) ne sont plus valables, le reste de la résolution du modèle est inchangé, et en particulier les équations (15), (16) et (20) sont toujours valables. En réécrivant les équations (3), (7), (16) et (20) sous forme logarithmique, on obtient le système :

$$y_t = z_t + (1 - \alpha) k_t + \alpha n_t \quad , \quad (34)$$

$$w_t - p_t = y_t - n_t + \log \alpha \quad , \quad (35)$$

$$m_t = p_t + y_t + \log \varrho \quad (36)$$

$$\text{et } k_{t+1} = y_t + \log [(1 - \alpha) \beta] \quad . \quad (37)$$

#### 3.2 La dynamique

En combinant les équations (33) à (36), nous obtenons tout d'abord le niveau de l'emploi en période  $t$  :

6. Cette section s'inspire de Bénassy (1995). Cho-Cooley-Phaneuf (1997) construisent un modèle résolu analytiquement, y compris dans le cas où les salaires sont indexés, et en font une analyse de bien-être. Un article pionnier dans le domaine est Svensson (1986). Des modèles calibrés se trouvent dans Cho (1993), Hairault-Portier (1993), Cho-Cooley (1995).

7. On peut montrer (Bénassy, 2002) qu'une dérivation rigoureuse des salaires dans un cadre de concurrence imparfaite donne le même résultat à une constante près.

$$n_t = n + m_t - E_{t-1} m_t \quad (38)$$

On utilisera souvent dans ce qui suit l'innovation monétaire à la date  $t$ ,  $\varepsilon_{mt}$ , qui se définit comme suit :

$$\varepsilon_{mt} = m_t - E_{t-1} m_t \quad (39)$$

L'expression de l'emploi (38) devient alors :

$$n_t = n + \varepsilon_{mt} \quad (40)$$

En combinant (34) et (40), on obtient l'expression de l'output :

$$y_t = \alpha n + (1 - \alpha) k_t + z_t + \alpha \varepsilon_{mt} \quad (41)$$

Contrairement à ce qui se passait dans la version walrasienne du modèle, des chocs monétaires non anticipés ont maintenant un impact sur le niveau de l'emploi et de l'output. Le mécanisme est très simple. Considérons, par exemple, un choc monétaire positif. Il crée une demande plus forte pour les biens et le travail. Comme les salaires sont bloqués dans le court terme, cet accroissement de demande se traduira naturellement par une augmentation de l'emploi et donc de l'output.

Par ailleurs si on combine (37) et (41) avec les retards appropriés, on trouve :

$$y_t = n + \frac{z_t + \alpha \varepsilon_{mt}}{1 - (1 - \alpha)L} + \frac{(1 - \alpha) \log[(1 - \alpha)\beta]}{\alpha} \quad (42)$$

où l'on voit que les effets des chocs monétaires non anticipés se propagent dans le temps par le même mécanisme que les chocs technologiques, c'est-à-dire via l'accumulation du capital. Notons toutefois une différence très importante entre chocs monétaires et technologiques. Ici un choc technologique  $z_t$  plus persistant donnera un output lui aussi plus persistant, puisque c'est le choc  $z_t$  lui-même qui apparaît dans la formule (42) donnant l'output. Tel n'est pas le cas pour les chocs monétaires puisque c'est l'innovation monétaire  $\varepsilon_{mt}$ , et non le choc monétaire lui-même  $m_t$ , qui apparaît dans la formule (42). Il sera donc plus difficile d'obtenir de la persistance en réponse à des chocs monétaires.

Nous complétons la description de l'équilibre dynamique en donnant les expressions du salaire réel et du prix, qui se déduisent de  $y_t$  via les formules simples :

$$w_t - p_t = y_t - n - \varepsilon_{mt} + \log \alpha \quad (43)$$

$$\text{et } p_t = m_t - y_t - \log \varrho \quad (44)$$

### 3.3 La dynamique du salaire réel, des prix et de l'inflation

Nous allons utiliser les résultats précédents pour montrer que l'hypothèse de salaires fixés à l'avance permet d'améliorer substantiellement certaines corrélations par rapport au modèle walrasien.

Pour avoir une idée simple des corrélations potentielles dans notre modèle, nous considérerons à titre d'illustration le cas, peu réaliste mais simple, où  $z_t$  et  $m_t$  sont stationnaires autour d'une tendance<sup>8</sup> :

$$z_t = a_z t + \varepsilon_{z_t} \quad m_t = a_m t + \varepsilon_{m_t} \quad . \quad (45)$$

Les  $\varepsilon_{z_t}$  et  $\varepsilon_{m_t}$  sont des bruits blancs non corrélés, avec :

$$\text{var}(\varepsilon_{z_t}) = \sigma_z^2, \quad \text{var}(\varepsilon_{m_t}) = \sigma_m^2 \quad . \quad (46)$$

### 3.3.1 Le salaire réel

Commençons par le salaire réel qui, dans le modèle walrasien, a une corrélation positive beaucoup trop forte avec l'output. Pour rendre les corrélations plus transparentes, réécrivons salaire réel et output sous la forme suivante (nous avons supprimé toutes les constantes non pertinentes) :

$$y_t = \alpha \varepsilon_{m_t} + \frac{\alpha(1-\alpha)\varepsilon_{m_{t-1}}}{1-(1-\alpha)L} + \frac{z_t}{1-(1-\alpha)L} \quad (47)$$

$$\text{et } w_t - p_t = -(1-\alpha) \varepsilon_{m_t} + \frac{\alpha(1-\alpha)\varepsilon_{m_{t-1}}}{1-(1-\alpha)L} + \frac{z_t}{1-(1-\alpha)L} \quad . \quad (48)$$

On voit que tous les chocs d'offre et les chocs monétaires *retardés* induisent une corrélation positive entre salaire réel et output. Toutefois les chocs monétaires *contemporains* induisent au contraire une corrélation négative entre salaire réel et output. Notre modèle permet donc de combiner cette dernière caractéristique, typique des modèles keynésiens traditionnels, avec les résultats usuels des modèles *RBC*.

Si on considère les chocs technologiques et monétaires (45) et (46), on obtient la corrélation suivante :

$$\text{corr}(w_t - p_t, y_t) = \frac{\sigma_z^2 - \alpha^2(1-\alpha)\sigma_m^2}{(\sigma_z^2 + \alpha^2\sigma_m^2)^{1/2} [\sigma_z^2 + 2\alpha(1-\alpha)^2\sigma_m^2]^{1/2}} \quad . \quad (49)$$

On voit que la corrélation salaire réel-output est toujours égale à 1 s'il y a *seulement* des chocs technologiques. Mais cette corrélation diminue dès lors que des chocs monétaires sont présents et elle peut même devenir négative. On peut donc reproduire les corrélations observées par des combinaisons adéquates de chocs technologiques et monétaires.

8. On peut calculer aisément les corrélations pour des processus plus complexes, mais les formules deviennent rapidement assez lourdes.

### 3.3.2 Les prix

Passons maintenant aux prix. En combinant les équations (42) et (44) on obtient :

$$p_t = E_{t-1}m_t + (1 - \alpha)\varepsilon_{mt} - \frac{\alpha(1 - \alpha)\varepsilon_{mt-1}}{1 - (1 - \alpha)L} - \frac{z_t}{1 - (1 - \alpha)L} . \quad (50)$$

Si on compare cette expression à celle de l'output (47), on voit que les chocs technologiques et les chocs monétaires *retardés* induisent une corrélation négative entre prix et output, tandis que les chocs monétaires *contemporains* induisent une corrélation positive. De nouveau nous avons une synthèse entre des caractéristiques keynésiennes traditionnelles et les résultats usuels des modèles *RBC*.

Considérons de nouveau les processus des équations (45) et (46). On obtient la corrélation :

$$\text{corr}(p_t, y_t) = \frac{\alpha^2(1 - \alpha)\sigma_m^2 - \sigma_z^2}{(\sigma_z^2 + \alpha^2\sigma_m^2)^{1/2} [\sigma_z^2 + 2\alpha(1 - \alpha)^2\sigma_m^2]^{1/2}} . \quad (51)$$

La formule (51) montre qu'on peut obtenir des prix procycliques si les chocs de demande dominant, tandis qu'ils seront contracycliques si les chocs technologiques sont plus importants. Le fait que les prix aient eu un comportement différent suivant les sous-périodes considérées peut alors s'expliquer simplement par le fait que les économies considérées étaient soumises à des combinaisons de chocs différentes durant ces périodes.

### 3.3.3 La corrélation inflation-output

Considérons finalement la relation entre inflation et output, qui sont généralement supposés être corrélés positivement, tout au moins dans la tradition keynésienne. Si on suppose de nouveau que les chocs monétaires et technologiques sont stationnaires autour d'une tendance (équations 45 et 46), on trouve :

$$\text{corr}(\Delta p_t, y_t) = \frac{\alpha^{1/2} [\sigma^2(1 - \alpha)\sigma_m^2 - \sigma_z^2]}{(\sigma_z^2 + \alpha^2\sigma_m^2)^{1/2} [2(1 - \alpha)^2(2 + \alpha)\sigma_m^2 + 2\sigma_z^2]^{1/2}} . \quad (52)$$

La formule (52), et des formules similaires pour d'autres processus pour la monnaie ou la technologie, nous montrent que la corrélation positive entre inflation et output est très liée à la présence de chocs de demande, et que le signe de cette corrélation peut très bien s'inverser s'il y a des chocs technologiques suffisamment forts.

## 3.4 La persistance de l'output

Nous avons vu que des contrats à une période permettent d'améliorer certaines corrélations. Nous allons donc naturellement nous poser une question déjà posée

pour le modèle *RBC* standard : la réponse aux chocs, et en particulier aux chocs de demande, est-elle suffisamment persistante? Nous avons vu que pour répondre de manière satisfaisante à cette question il fallait prendre en compte la dépréciation incomplète du capital. On suppose donc que le capital évolue suivant l'équation (6). Dans ce cas l'équation (42) devient (appendice, formule 125) :

$$y_t = n + z_t + \alpha \varepsilon_{mt} + \frac{(1-\alpha)\delta L}{1-(1-\alpha)\delta L} (z_t + \alpha \varepsilon_{mt}) + (1-\alpha) \frac{\delta \log \sigma + \log A}{\alpha \delta} \quad . \quad (53)$$

On voit que, tout comme les chocs technologiques, les chocs monétaires ont un effet immédiat très marqué, mais que dès la seconde période l'effet des chocs est presque totalement amorti. Des contrats à une période permettent de résoudre l'énigme posée par certaines corrélations, mais certainement pas le problème de la persistance. Nous allons voir dans les deux sections suivantes que l'existence de contrats multipériodiques permet de résoudre ce problème.

#### 4. CONTRATS DE SALAIRES MULTIPÉRIODIQUES<sup>9</sup>

Les modèles que nous avons vus jusqu'ici partagent avec les modèles *RBC* traditionnels le défaut majeur d'avoir un mécanisme de propagation interne extrêmement limité. En particulier la réponse de l'output aux chocs de demande monétaires est presque entièrement transitoire. Or, de nombreux travaux empiriques (voir par exemple Christiano, Eichenbaum et Evans, 1999, 2001) ont souligné que dans la réalité la réponse aux chocs monétaires était non seulement persistante mais présentait même une fonction de réponse « en cloche ». Nous allons maintenant introduire des contrats de salaires multipériodiques dans des modèles dynamiques stochastiques rigoureux et montrer qu'ils permettent de résoudre le problème de la persistance.

##### 4.1 Contrats à la Calvo

La première question à poser est tout naturellement : quel type de contrat utiliser? Depuis les années soixante-dix, différents types de contrats ont été étudiés, notamment associés aux noms de Gray (1976), Fischer (1977), Phelps-Taylor (1977), Phelps (1978), Taylor (1979, 1980) et Calvo (1983). Les contrats proposés par Calvo (1983) sont particulièrement intéressants pour notre étude, puisqu'en faisant varier un paramètre unique on peut décrire des économies allant d'une flexibilité totale à une rigidité totale des salaires.

9. Cette section s'inspire de Bénassy (2000, 2002) qui contiennent une exposition détaillée et les démonstrations. Des modèles avec contrats multipériodiques de prix ou de salaires se trouvent dans Yun (1996), Ambler-Guay-Phaneuf (1997, 2001), Jeanne (1998), Ascari (2000), Chari-Kehoe-McGrattan (2000), Collard-Ertz (2000). Andersen (1998) compare les contrats en salaires et en prix.

Pour être un peu plus précis, chaque contrat de salaire a une probabilité  $\gamma$  de rester inchangé, et une probabilité  $1 - \gamma$  d'être rompu. Si le contrat est rompu, un nouveau contrat est immédiatement renégocié sur la base de l'information de la période courante. Donc pour  $\gamma = 0$ , les salaires sont totalement flexibles, pour  $\gamma = 1$  ils sont totalement rigides.

On peut calculer facilement la durée moyenne des contrats. La probabilité pour qu'un contrat soit encore valable  $j$  périodes après la date où il a été conclu est  $(1 - \gamma) \gamma^j$ . La durée espérée du contrat est donc :

$$\sum_{j=0}^{\infty} (1 - \gamma) j \gamma^j = \frac{\gamma}{1 - \gamma} \quad . \quad (54)$$

On voit donc qu'en faisant varier  $\gamma$  de 0 à 1 la durée moyenne du contrat varie de zéro à l'infini.

Si nous appelons  $X_t$  le nouveau salaire négocié à la période  $t$ , le salaire moyen  $W_t$  s'en déduit en faisant une moyenne pondérée des valeurs passées des  $X_t$ , pondérées par la probabilité pour le contrat correspondant d'être encore en vie. À cause de la loi des grands nombres, et comme la probabilité de survie des contrats de salaire est  $\gamma$ , la proportion des contrats qui viennent de la période  $s \leq t$  est  $(1 - \gamma) \gamma^{t-s}$ . De ce fait le salaire moyen dans l'économie est donné par<sup>10</sup> :

$$\log W_t = (1 - \gamma) \sum_{s=-\infty}^t \gamma^{t-s} \log X_s \quad . \quad (55)$$

#### 4.2 Un nouveau contrat

Une particularité du contrat à la Calvo est que, tout comme dans Taylor (1979, 1980), la valeur du salaire reste constante pendant toute la durée du contrat. Initialement cette rigidité était apparue comme un élément positif dans la mesure où elle semblait créer davantage de persistance que des formulations alternatives. On peut cependant vouloir s'en affranchir aujourd'hui pour deux raisons. La première est empirique : dans la réalité les contrats salariaux multipériodiques stipulent souvent des salaires différents pour des périodes futures différentes. La seconde raison est normative : dans un environnement inflationniste on est amené dans le cadre d'un contrat à la Calvo à choisir un salaire unique pour des périodes où le niveau général des prix sera très différent. Un tel contrat peut donc créer de très fortes inefficacités.

Nous allons donc utiliser un nouveau contrat (Bénassy 2000) qui s'inspire très fortement de celui de Calvo, mais permet à la valeur des salaires négociés de dépendre du moment où le travail sera effectivement fourni. Comme dans Calvo

10. Nous prenons une moyenne logarithmique, car nous verrons plus loin que c'est la moyenne pertinente pour le modèle que nous étudions.

(1983), chaque contrat continue avec probabilité  $\gamma$ , et est rompu avec probabilité  $1 - \gamma$ . La durée de vie moyenne des contrats est donc toujours donnée par la formule (54).

On notera toujours  $W_t$  le salaire moyen. Par contre les nouveaux salaires négociés dépendent non seulement de la date à laquelle ils ont été négociés (comme dans Calvo), mais également de la date à laquelle ils s'appliqueront. On notera donc  $X_{st}$  le contrat de salaire signé en période  $s$  pour la période  $t \geq s$ . Dans Calvo (1983)  $X_{st}$  est indépendant de  $t$  pour tout  $t \geq s$ , tandis qu'ici ils peuvent être différents.

La formule donnant le salaire moyen  $W_t$  est très semblable à celle que nous avons vue pour les contrats à la Calvo (équation 55), puisque c'est la moyenne logarithmique de tous les contrats signés pour la date  $t$  :

$$\log W_t = (1 - \gamma) \sum_{s=-\infty}^t \gamma^{t-s} \log X_{st} \quad . \quad (56)$$

#### 4.3 Le reste du modèle

Par rapport au modèle que nous avons utilisé jusqu'ici nous allons apporter quelques modifications.

Tout d'abord nous avons vu que l'accumulation du capital, si on prend en compte une valeur faible du paramètre de dépréciation  $\delta$ , complique l'analyse sans pour autant apporter grand chose à la dynamique. Nous allons donc supprimer le capital, et la fonction de production devient<sup>11</sup> :

$$Y_t = Z_t N_t^\alpha \quad . \quad (57)$$

$N_t$  est un indice de travail agrégé, qui combine un continuum de types de travail indicés par  $i \in [0, 1]$ <sup>12</sup> :

$$\log N_t = \int_0^1 \log N_{it} di \quad . \quad (58)$$

La différence fondamentale entre ces types, comme on le verra ci-dessous, est qu'ils auront signé des contrats de salaire différents à des moments différents. Chaque index  $N_{it}$  est lui même un agrégat CES d'une infinité de types de travail indicés par  $k$  :

$$N_{it} = \left( \int_0^1 N_{ikt}^\theta dk \right)^{1/\theta} \quad . \quad (59)$$

11. Les résultats de cette section sont très semblables avec une accumulation explicite du capital (cf. l'appendice).

12. On a donc ici une formalisation du marché du travail analogue à la formalisation du marché des biens à la Dixit-Stiglitz (1977). Cette formalisation est due à Snower (1983).

Une interprétation naturelle est que l'indice  $i$  représente des secteurs, tandis que le sous-indice  $k$  représente les entreprises dans ces secteurs.

On suppose que tous les ménages dans un même secteur  $i$  sont confrontés à la même situation en termes de contrats de salaires, quel que soit leur sous-indice  $k$ . Les entreprises dans un même secteur sont donc en concurrence monopolistique à travers leurs prix et leurs salaires, mais renégocient toujours leurs salaires au même moment. Par contre ces négociations ne sont absolument pas synchronisées entre deux secteurs différents.

Les modifications ci-dessus modifient l'équilibre walrasien de notre économie. En particulier le niveau walrasien d'emploi  $N$  est maintenant donné par :

$$NV'(N) = \alpha \quad . \quad (60)$$

#### 4.4 La demande de travail

La formule (56) montre que qu'on connaitra le salaire moyen  $W_t$  si on connait les salaires négociés  $X_{st}$ . Pour calculer ceux-ci, un élément déterminant est évidemment la demande de travail qui s'adresse à chaque type de travail  $(i, k)$ .

Commençons par voir ce qui se passe au niveau d'un secteur  $i$ . Pour un indice sectoriel  $N_{it}$  donné, les entreprises choisiront la combinaison de  $N_{ikt}$  qui minimise les coûts, ce qui revient à résoudre le programme :

$$\min \int_0^1 W_{ikt} N_{ikt} dk \quad \text{t.q.} \quad \left( \int_0^1 N_{ikt}^\theta dk \right)^{1/\theta} = N_{it}$$

dont la solution est :

$$N_{ikt} = N_{it} \left( \frac{W_{ikt}}{W_{it}} \right)^{-1/(1-\theta)} \quad (61)$$

$$\text{et } W_{it} = \left( \int_0^1 W_{ikt}^{-\theta/(1-\theta)} dk \right)^{-(1-\theta)/\theta} \quad . \quad (62)$$

De la même façon pour un indice agrégé  $N_t$  donné les entreprises choisiront la combinaison des  $N_{it}$  qui minimise le coût en résolvant le programme :

$$\min \int_0^1 W_{it} N_{it} di \quad \text{t.q.} \quad \int_0^1 \log N_{it} di = \log N_t$$

dont la solution est :

$$N_{it} = \frac{W_t N_t}{W_{it}} \quad (63)$$

$$\text{et } \log W_t = \int_0^1 \log W_{it} di \quad . \quad (64)$$

En combinant les équations (61) et (63) on obtient l'expression de la demande de travail de type  $(i, k)$  :

$$N_{ikt} = \frac{W_t N_t}{W_{it}} \left( \frac{W_{ikt}}{W_{it}} \right)^{-1/(1-\theta)} \quad . \quad (65)$$

Un point très important à retenir pour ce qui suit est que, en vertu de l'équation (63), le revenu salarial sera le même dans tous les secteurs :

$$W_{it} N_{it} = W_t N_t \quad , \quad \forall i \quad . \quad (66)$$

#### 4.5 Les contrats salariaux optimaux

Nous allons maintenant calculer le niveau optimal des contrats de travail, en supposant désormais la spécification suivante pour la désutilité du travail :

$$V(N_t) = \frac{\xi N_t^v}{v} \quad . \quad (67)$$

Le syndicat représentant les travailleurs va donc maximiser l'espérance des utilités actualisées :

$$E_s \sum_{t \geq s} \beta^{t-s} \gamma^{t-s} \left[ \log C_{ikt} + \omega \log \frac{M_{ikt}}{P_t} - \frac{\xi N_{ikt}^v}{v} \right] \quad (68)$$

sous la contrainte de respecter à chaque période la contrainte de budget (où  $\Pi_t$  représente les profits distribués) :

$$C_{ikt} + \frac{M_{ikt}}{P_t} = \frac{W_{ikt}}{P_t} N_{ikt} + \frac{\mu_t M_{ikt-1}}{P_t} + \Pi_t \quad (69)$$

ainsi que l'équation donnant la demande de travail (65) :

$$N_{ikt} = \frac{W_t N_t}{W_{it}} \left( \frac{W_{ikt}}{W_{it}} \right)^{-1/(1-\theta)} \quad . \quad (70)$$

On obtient la caractérisation suivante :

**Proposition 1** : *Le contrat salarial  $X_{st}$  signé en période  $s$  pour la période  $t$  est donné par :*

$$X_{st} = \left( \frac{\xi}{\alpha \theta} \right)^{1/v} \frac{\alpha(1-\beta)}{\omega} [E_s M_t^v]^{1/v} \quad . \quad (71)$$

On peut donner de l'expression (71) une interprétation particulièrement intuitive en la rapprochant de l'expression du salaire walrasien  $W_t^*$ . En combinant (60) et (67), on trouve le niveau walrasien d'emploi :

$$N = \left( \frac{\alpha}{\xi} \right)^{1/v} \quad (72)$$

et le salaire walrasien :

$$W_t^* = \frac{\alpha(1-\beta)}{\omega N} \quad M_t = \frac{\alpha(1-\beta)}{\omega} \left( \frac{\xi}{\alpha} \right)^{1/v} M_t \quad (73)$$

En comparant (71) et (73) on trouve une relation particulièrement simple :

$$X_{st}^v = \frac{1}{\theta} E_s(W_t^*)^v \quad (74)$$

On voit que  $X_{st}^v$  est égal à l'espérance en période  $s$  de  $(W_t^*)^v$ , multiplié par  $1/\theta$ , le « *mark-up* de monopole » associé à la courbe de demande de travail (70). Les nouveaux contrats de salaires sont donc très directement reliés à une espérance particulière du salaire walrasien  $W_t^*$ .

#### 4.6 La dynamique de l'emploi et de la production

Nous allons maintenant calculer la dynamique de l'emploi en supposant que les chocs monétaires sont donnés par le processus autorégressif traditionnel :

$$m_t - m_{t-1} = \frac{\varepsilon_{mt}}{1 - \rho L} \quad (75)$$

où  $\varepsilon_{mt}$  est un bruit blanc de moyenne zéro et de variance  $\sigma_m^2$ . La dynamique de l'emploi est caractérisée par la proposition suivante :

**Proposition 2 :** *Si la monnaie suit le processus (75) la dynamique de l'emploi est donnée par :*

$$n_t = n + \frac{\gamma \varepsilon_{mt}}{(1 - \gamma L)(1 - \gamma \rho L)} + \Phi \quad (76)$$

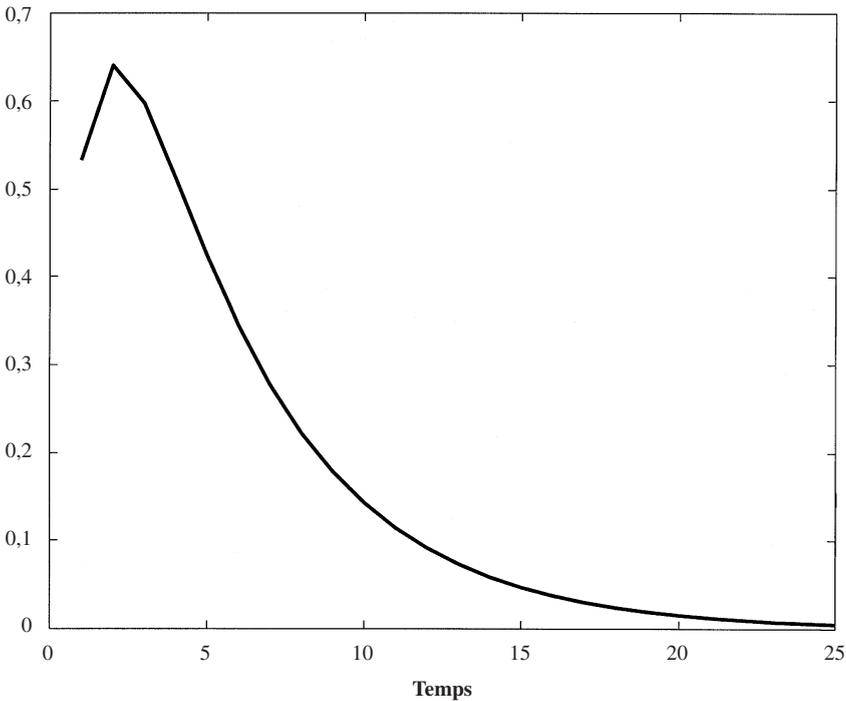
$$\text{et } \Phi = \frac{\log \theta}{v} - \frac{(1 + \gamma \rho) \gamma v \sigma_m^2}{2(1 - \gamma \rho)(1 - \gamma \rho^2)(1 - \gamma)} \quad (77)$$

La formule (77) nous montre qu'un pouvoir de marché accru, tout comme une plus grande incertitude, vont diminuer le niveau moyen de l'emploi.

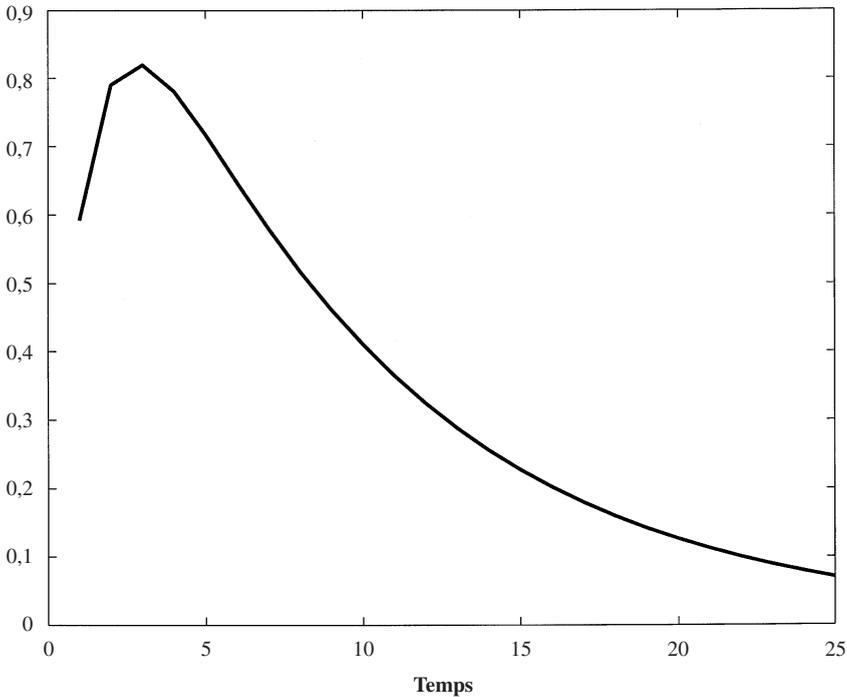
Si on considère les aspects dynamiques, la formule (76) montre clairement que, contrairement au cas des contrats à une période, la réponse à un choc monétaire peut être très persistante. Nous pouvons nous faire une idée du profil temporel de cette réponse en calculant la fonction de réponse de l'emploi et de l'output à un choc monétaire. Les paramètres importants sont, bien sûr,  $\gamma$  et  $\rho$ . La valeur de  $\rho$  qu'on trouve habituellement dans la littérature est  $\rho = 0,5$ . Pour ce qui est de  $\gamma$ , nous avons vu plus haut (formule 54) que la durée moyenne des contrats de salaires est égale à  $\gamma/(1 - \gamma)$ . Or, on considère généralement que la durée moyenne effective des contrats de salaires est comprise entre un et deux ans. On a donc représenté sur les graphiques 1 et 2 deux fonctions de réponse. Toutes deux prennent la valeur  $\rho = 0,5$ . Le graphique 1 prend  $\gamma = 4/5$  (ce qui correspond à un contrat d'un an, ou quatre trimestres), tandis que le graphique 2 prend  $\gamma = 8/9$  (ce qui correspond à des contrats d'une durée moyenne de deux ans).

### GRAPHIQUE 1

FONCTION DE RÉPONSE DE L'OUTPUT,  $\gamma = 4/5$



## GRAPHIQUE 2

FONCTION DE RÉPONSE DE L'OUTPUT,  $\gamma = 8/9$ 

Nous voyons que les deux fonctions de réponse montrent une certaine persistance des effets des chocs monétaires, et ont même une réponse « en cloche », celle-ci étant plus marquée pour le contrat à deux ans que pour le contrat à un an. La réponse de l'output se déduit trivialement de celle de l'emploi via la formule (57) :

$$y_t = \alpha n_t + z_t \quad . \quad (78)$$

#### 4.7 La réponse en cloche

La formule (76) nous suggère, et les graphiques 1 et 2 confirment, que la réponse de l'emploi et de l'output à un choc monétaire peut être d'abord croissante, puis décroissante, présentant donc le profil « en cloche » qui caractérise apparemment cette réponse dans la réalité. Nous allons maintenant préciser les choses en donnant les conditions exactes sous lesquelles la fonction de réponse aura ce profil en cloche, ainsi que l'expression exacte du moment où la réponse maximale a lieu.

**Proposition 3 :** *Sous le processus monétaire (75), la réponse de l'emploi au choc monétaire aura un profil en cloche si :*

$$\gamma > \frac{1}{1+\rho} \quad . \quad (79)$$

*Dans ce cas la réponse maximale lieu à la période  $\hat{j}$  donnée par :*

$$\hat{j} < \frac{1}{\log \rho} \log \left( \frac{1-\gamma}{1-\gamma\rho} \right) < \hat{j}+1 \quad . \quad (80)$$

#### 4.8 Les autocorrélations des variations d'emploi

Un autre fait stylisé que les modèles *RBC* traditionnels ont souvent du mal à reproduire est l'autocorrélation positive des accroissements d'output ou d'emploi, tout au moins pour des délais assez faibles. Nous allons voir à travers la proposition suivante que notre modèle permet de reproduire ces autocorrélations positives.

**Proposition 4 :** *Notons  $\Delta n_t = n_t - n_{t-1}$  les variations d'emploi. Les autocorrélations de ces variations sont données par :*

$$\text{cov}(\Delta n_t, \Delta n_{t-j}) = \left[ \frac{a^2 \gamma^j}{1-\gamma^2} + \frac{b^2 \zeta^j}{1-\zeta^2} + \frac{ab(\gamma^j + \zeta^j)}{1-\gamma\zeta} \right] \sigma_m^2 \quad (81)$$

où

$$\zeta = \gamma\rho, \quad a = -\frac{1-\gamma}{1-\rho} \quad \text{et} \quad b = \frac{1-\zeta}{1-\rho} \quad . \quad (82)$$

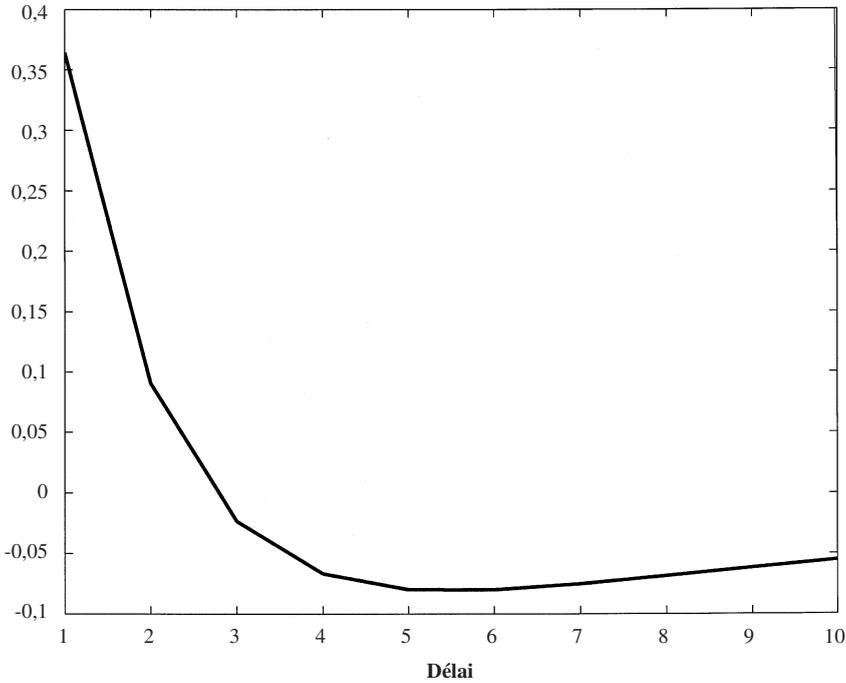
La formule (81) nous permet de calculer explicitement les autocorrélations pour toutes les valeurs du délai  $j$ . Pour un délai d'une période, la formule est relativement simple :

$$\text{corr}(\Delta n_t, \Delta n_{t-1}) = \frac{\gamma + \gamma\rho + \gamma^2\rho - 1}{2} \quad . \quad (83)$$

Cette autocorrélation est clairement positive si les valeurs de  $\gamma$  et  $\rho$  sont suffisamment élevées. Pour des délais supérieurs à une période, les formules deviennent rapidement très lourdes, mais on peut utiliser l'ordinateur pour obtenir le profil des autocorrélations. Le graphique 3 montre les autocorrélations des variations d'emploi en fonction du délai, et ceci pour les mêmes valeurs des paramètres que pour le graphique 2. On voit que pour de faibles valeurs du délai ces autocorrélations sont bien positives.

## GRAPHIQUE 3

## AUTOCORRÉLATIONS DES VARIATIONS DE L'OUTPUT

5. CONTRATS MULTIPÉRIODIQUES EN PRIX ET SALAIRES<sup>13</sup>

Nous allons maintenant élargir notre modèle à la considération simultanée de contrats échelonnés de prix et de salaires.

5.1 *Le modèle*

La modélisation des contrats de salaires est exactement la même que dans la section précédente : chaque contrat est maintenu avec probabilité  $\gamma$ , ou bien renégocié avec probabilité  $1 - \gamma$ .  $W_t$  est le salaire moyen et  $X_{st}$  le salaire négocié en période  $s$  pour la période  $t \geq s$ .

Les contrats en prix peuvent se décrire de manière totalement symétrique : chaque contrat de prix est maintenu avec probabilité  $\phi$ , ou annulé et renégocié avec probabilité  $1 - \phi$ . On notera  $P_t$  le prix moyen, et  $Q_{st}$  le prix négocié en période  $s$  pour la période  $t$ . Ils sont reliés par :

13. Cette section s'inspire de Bénassy (2001). Des modèles calibrés avec contrats de prix et de salaires se trouvent dans Huang-Liu-Phaneuf (2000), Christiano-Eichenbaum-Evans (2001).

$$\text{Log}P_t = (1 - \phi) \sum_{s=-\infty}^t \phi^{t-s} \text{Log}Q_{st} \quad . \quad (84)$$

La description des ménages est exactement la même que dans les sections précédentes et en particulier leur utilité est toujours décrite par l'équation (1).

Du fait de l'introduction de contrats de prix, nous devons raffiner un petit peu la description de la sphère productive. L'output  $Y_t$  est un agrégat d'un continuum de bien différenciés indexés par  $j \in [0, 1]$  :

$$\text{Log}Y_t = \int_0^1 \text{Log}Y_{jt} dj \quad . \quad (85)$$

Chaque  $Y_{jt}$  est lui-même un agrégat d'une infinité de biens indexés par  $l$  :

$$Y_{jt} = \left( \int_0^1 Y_{jlt}^\sigma dl \right)^{1/\sigma} \quad . \quad (86)$$

Toutes les entreprises avec le même index  $j$  ont exactement les mêmes contrats de prix, ce qui veut dire en particulier que leurs contrats sont renouvelés simultanément. De nouveau on peut interpréter l'indice  $j$  comme représentant des secteurs, tandis que l'indice  $l$  représente des entreprises dans ces secteurs.

L'entreprise représentative a une fonction de production (on omet les indices  $j$  et  $l$ ) :

$$Y_t = Z_t N_t^\alpha \quad . \quad (87)$$

L'indice  $N_t$  est lui-même un agrégat d'indices de travail sectoriels, comme dans les formules (58) et (59), que nous ne reproduisons pas.

## 5.2 Contrats de prix et salaires optimaux

En utilisant les mêmes méthodes que dans la section précédente on trouve que les demandes pour le travail de type  $(i, k)$  et pour le bien de type  $(j, l)$  sont respectivement :

$$N_{ikt} = \frac{W_t N_t}{W_{it}} \left( \frac{W_{ikt}}{W_{it}} \right)^{-1/(1-\theta)} \quad (88)$$

$$\text{et } Y_{jlt} = \frac{P_t Y_t}{P_{jt}} \left( \frac{P_{jlt}}{P_{jt}} \right)^{-1/(1-\sigma)} \quad (89)$$

où  $W_{it}$  et  $W_t$  ont été définis plus haut (formules 62 et 64), et  $P_{jt}$  et  $P_t$  sont donnés par :

$$P_{jt} = \left( \int_0^1 P_{jlt}^{-\sigma/(1-\sigma)} dl \right)^{-(1-\sigma)/\sigma} \quad (90)$$

$$\text{et } \text{Log}P_t = \int_0^1 \text{Log}P_{jt} dj \quad . \quad (91)$$

Pour calculer les contrats de salaires et de prix optimaux nous allons de nouveau supposer la désutilité du travail suivante :

$$V(N_t) = \frac{\xi N_t^v}{v} \quad . \quad (92)$$

On obtient les contrats de salaires en maximisant l'utilité (1), sous la contrainte de respecter les contraintes de budget et la courbe de demande de travail (88). On obtient la caractérisation suivante :

**Proposition 5 :** *Le contrat de salaire  $X_{st}$  signé en  $s$  pour la période  $t$  est donné par :*

$$X_{st}^v E_s \left( \frac{W_t N_t}{M_t} \right) = \frac{\xi(1-\beta)}{\omega\theta} E_s (W_t N_t)^v \quad . \quad (93)$$

Symétriquement on obtient le contrat de prix en maximisant les profits, sous la contrainte de la fonction de demande de biens (89). On obtient :

**Proposition 6 :** *Le contrat de prix  $Q_{st}$  signé en  $s$  pour la période  $t$  est donné par :*

$$Q_{st}^{1/\alpha} = \frac{1}{\alpha\sigma} \left( \frac{1-\beta}{\omega} \right)^{(1-\alpha)/\alpha} E_s [W_t M_t^{(1-\alpha)/\alpha} Z_t^{-1/\alpha}] \quad . \quad (94)$$

### 5.3 La dynamique macroéconomique

Nous allons réécrire sous forme loglinéaire, et en omettant les termes constants non pertinents, les équations (87), (19), (93), (56), (94) et (84) qui décrivent le modèle :

$$y_t = \alpha n_t + z_t \quad , \quad (95)$$

$$p_t + y_t = m_t \quad , \quad (96)$$

$$v x_{st} = (v-1) E_s (w_t + n_t) + E_s (m_t) \quad , \quad (97)$$

$$w_t = (1-\gamma) \sum_{s=-\infty}^t \gamma^{t-s} x_{st} \quad , \quad (98)$$

$$q_{st} = E_s [\alpha w_t + (1-\alpha) m_t - z_t] \quad (99)$$

$$\text{et } p_t = (1-\phi) \sum_{s=-\infty}^t \phi^{t-s} q_{st} \quad , \quad (100)$$

Pour avoir une expression relativement simple de la dynamique, nous supposons, comme précédemment, que les accroissements monétaires suivent un processus autorégressif :

$$m_t - m_{t-1} = \frac{\varepsilon_{mt}}{1 - \rho L} \quad (101)$$

Par ailleurs on trouve le plus souvent l'hypothèse que le choc technologique  $z_t$  suit un processus autorégressif, avec éventuellement une racine unitaire :

$$z_t = \frac{\varepsilon_{zt}}{1 - \phi L} \quad (102)$$

Finalement nous étudierons le cas  $\nu = 1$ , qui correspond à une offre de travail élastique<sup>14</sup>. La dynamique de l'output est alors caractérisée par la proposition suivante :

**Proposition 7** : *Si la monnaie et la technologie suivent les processus (101) et (102), et si  $\nu = 1$ , alors l'output est donné par :*

$$y_t = z_t + \frac{\alpha \gamma \varepsilon_{mt}}{(1 - \gamma L)(1 - \gamma \rho L)} + \frac{\phi \varepsilon_{mt}}{(1 - \phi L)(1 - \phi \rho L)} - \frac{\alpha \gamma \phi \varepsilon_{mt}}{(1 - \gamma \phi L)(1 - \gamma \phi \rho L)} - \frac{\phi \varepsilon_{zt}}{(1 - \phi \phi L)} \quad (103)$$

On peut tout d'abord noter que, dès qu'il y a rigidité des prix ( $\phi > 0$ ), la réponse de l'emploi à un choc technologique sera négative, ce qui correspond à des travaux empiriques récents (*cf.* par exemple Gali, 1999; Francis et Ramey, 2001). Dans ce qui suit, toutefois, nous allons surtout nous intéresser à la réponse aux chocs monétaires, et donc ignorer le premier et le dernier terme de l'équation (103), qui correspondent aux chocs technologiques.

#### 5.4 Persistance et réponse en cloche

Nous allons maintenant étudier, à l'aide de la proposition 7, si certaines combinaisons de contrats échelonnés en prix et en salaires peuvent engendrer une dynamique suffisamment persistante en réponse aux chocs monétaires. Nous ne nous livrerons à aucune calibration véritable, mais chercherons plutôt à savoir pour quelles combinaisons de paramètres on peut obtenir une réponse persistante et en cloche de l'output et de l'inflation à des chocs monétaires. La réponse de l'output à un choc monétaire aura un profil en cloche si la réponse en première période est plus faible que celle de deuxième période, c'est-à-dire si :

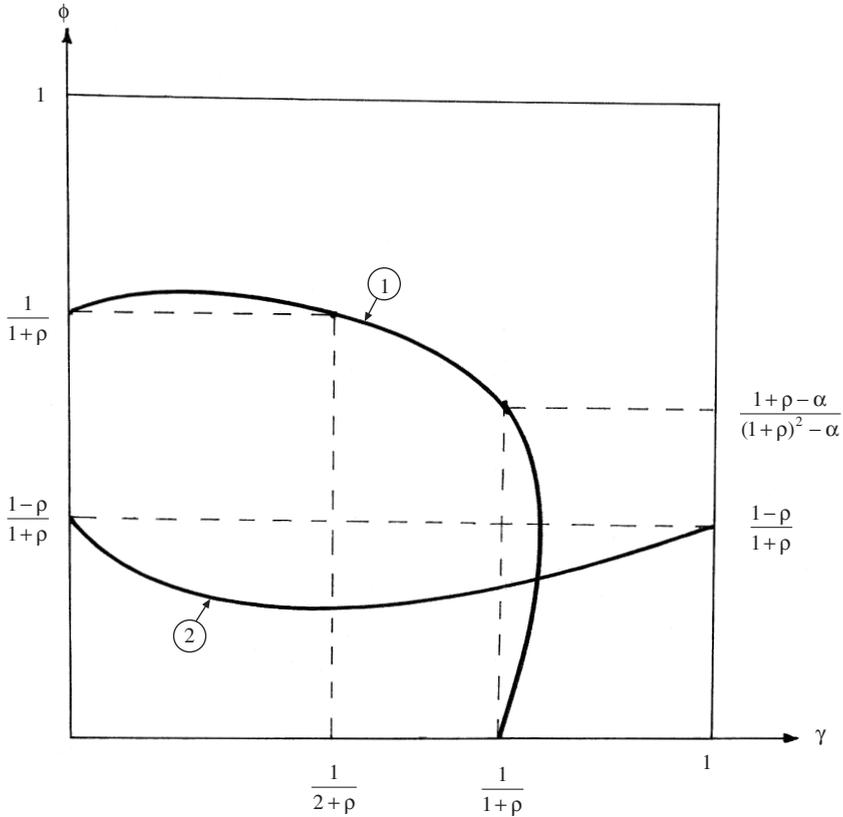
14. Le cas  $\nu > 1$  donne une dynamique plus complexe. On trouvera les formules correspondantes et les démonstrations dans Bénassy (2001).

$$\alpha \gamma + \phi - \alpha \gamma \phi < (1 + \rho) (\alpha \gamma^2 + \phi^2 - \alpha \gamma^2 \phi^2) . \tag{104}$$

La région correspondante est représentée dans le graphique 4 dans l'espace de paramètres  $(\gamma, \phi)$ . C'est la zone au-dessus et à droite de la courbe notée (1).

GRAPHIQUE 4

CONDITIONS POUR UNE RÉPONSE EN CLOCHE DE L'OUTPUT ET DE L'INFLATION



Passons maintenant à l'inflation, qui est donnée par :

$$\pi_t = (1 - L) p_t = (1 - L) (m_t - y_t) = (1 - L) m_t - (1 - L) y_t . \tag{105}$$

Et donc, en utilisant la formule (103) :

$$\pi_t = \frac{\varepsilon_{mt}}{1 - \rho L} - \frac{\alpha \gamma (1 - L) \varepsilon_{mt}}{(1 - \gamma L)(1 - \gamma \rho L)} - \frac{\phi (1 - L) \varepsilon_{mt}}{(1 - \phi L)(1 - \phi \rho L)} + \frac{\alpha \gamma \phi (1 - L) \varepsilon_{mt}}{(1 - \gamma \phi L)(1 - \gamma \phi \rho L)} . \quad (106)$$

De nouveau on obtiendra un profil en cloche si l'impact de première période est plus petit que celui de deuxième période, ce qui donne la condition :

$$(1 + \phi)(1 + \rho) > \frac{2(1 - \alpha \gamma)}{1 - \alpha \gamma^2} . \quad (107)$$

La région correspondante a été représentée dans le graphique 4. C'est la zone au-dessus de la courbe notée (2).

### 5.5 Quelques exemples

Nous allons maintenant donner, à titre d'illustration, les résultats de quelques simulations des résultats théoriques ci-dessus. Comme la formule (103) le montre, il y a quatre paramètres centraux,  $\alpha$ ,  $\rho$ ,  $\gamma$  et  $\phi$ . Pour  $\alpha$  et  $\rho$  nous prendrons dans toutes les simulations les deux valeurs traditionnelles  $\alpha = 2/3$  et  $\rho = 1/2$ . Pour évaluer  $\gamma$  et  $\phi$ , rappelons que la durée moyenne des contrats de salaires (formule 54) est égale à  $\gamma / (1 - \gamma)$ . Symétriquement la durée moyenne des contrats de prix est  $\phi / (1 - \phi)$ .

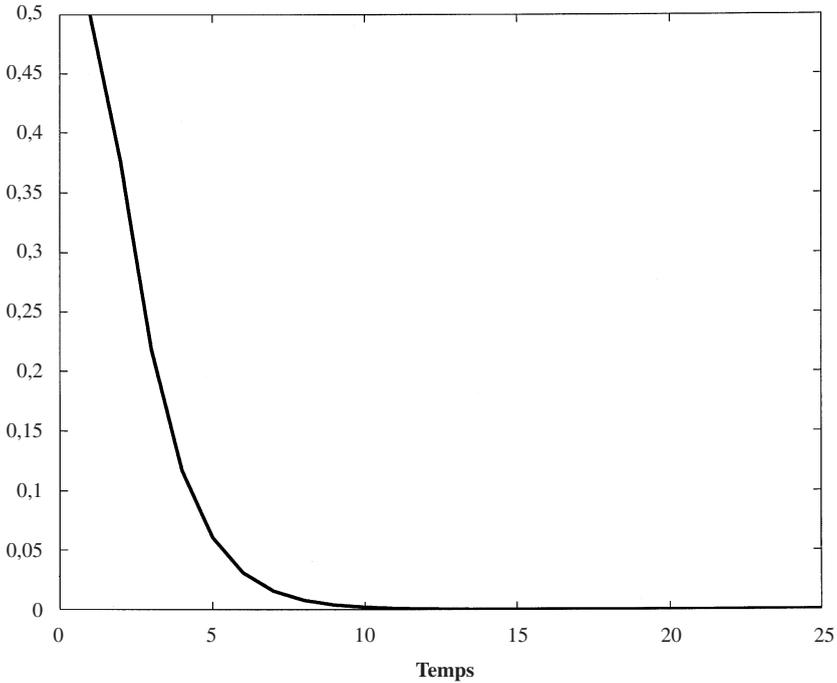
Nous allons tout d'abord montrer que notre modèle permet de retrouver très facilement des résultats obtenus dans la littérature dans des modèles « calibrés ».

Commençons en considérant uniquement des rigidités salariales ( $\phi = 0$ ). Collard et Ertz (2000) ont montré que des contrats salariaux à un ou deux ans donnaient une réponse persistante et en cloche. Nous avons déjà vu (graphiques 1 et 2) que notre modèle donne exactement le même résultat.

Passons maintenant à une contribution qui aboutit à des conclusions totalement opposées. Chari, Kehoe et McGrattan (2000) étudient une économie soumise uniquement à des rigidités de prix ( $\gamma = 0$ ), avec une hypothèse centrale correspondant à une durée moyenne des contrats de prix d'un trimestre ( $\phi = 1/2$ ), et concluent à une absence totale de persistance. Le graphique 4 nous montre qu'on ne devrait pas s'attendre à obtenir une réponse persistante de l'output dans ce cas. Ceci nous est confirmé par une simulation directe (graphique 5) de la formule (103).

Notre modèle permet donc de reproduire, et surtout de mieux comprendre, aussi bien les résultats concluant à la persistance que ceux concluant à l'absence de persistance, ce qui montre sa flexibilité.

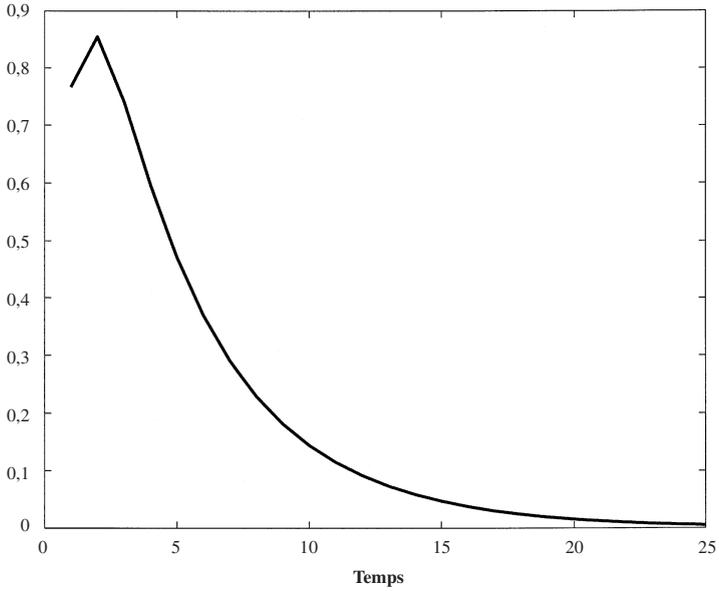
## GRAPHIQUE 5

FONCTION DE RÉPONSE DE L'OUTPUT,  $\gamma = 0$ ,  $\phi = 1/2$ 

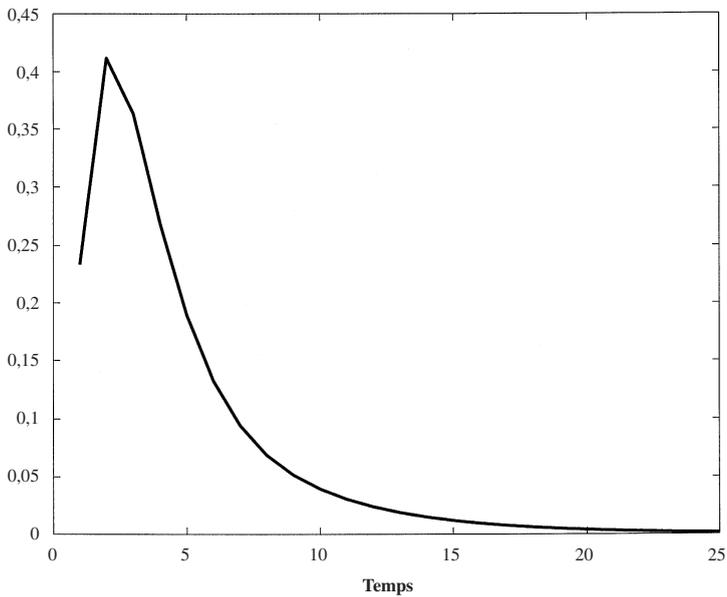
À ce stade il semble naturel de passer à une combinaison des deux rigidités. Pour montrer qu'une combinaison des deux peut réaliser ce que chaque rigidité individuellement ne pouvait pas, nous allons combiner des valeurs déjà étudiées ci-dessus, soit  $\gamma = 4/5$  (contrats de salaires d'un an) et  $\phi = 1/2$  (contrats de prix d'un trimestre). Le graphique 4 nous amène à anticiper qu'il y aura une réponse en cloche de l'output et de l'inflation, ce que des simulations directes confirment de nouveau. (graphiques 6 et 7)<sup>15</sup>.

15. Il est facile de voir (graphique 4) que la combinaison  $\gamma = 4/5$  et  $\phi = 0$  ne donnerait pas une réponse en cloche pour l'inflation, et qu'il faut donc ajouter des rigidités de prix aux rigidités de salaires.

## GRAPHIQUE 6

FONCTION DE RÉPONSE DE L'OUTPUT,  $\gamma = 4/5$ ,  $\phi = 1/2$ 

## GRAPHIQUE 7

FONCTION DE RÉPONSE DE L'INFLATION,  $\gamma = 4/5$ ,  $\phi = 1/2$ 

## CONCLUSION

Nous avons construit dans cet article un modèle dynamique que nous avons étudié successivement sous les hypothèses suivantes : (a) équilibre walrasien; (b) contrats de salaires à une période; (c) contrats de salaires multipériodiques; (d) contrats multipériodiques de salaires et de prix. À chaque étape une solution analytique du modèle a été proposée. Résumons brièvement les résultats :

- a) le modèle walrasien produit une persistance négligeable dans la réponse de l'output aux chocs monétaires. Par ailleurs des corrélations importantes entre l'output et le salaire réel, les prix ou l'inflation sont loin de leurs valeurs empiriques;
- b) l'introduction de contrats à une période permet d'améliorer les corrélations, mais n'apporte pas de solution au problème de la persistance;
- c) des contrats de salaires multipériodiques permettent d'obtenir une réponse persistante et en cloche de l'output aux chocs monétaires;
- d) finalement la combinaison de contrats de salaires et de prix permet d'obtenir, pour des valeurs raisonnables des durées moyennes des contrats, une réponse persistante et en cloche de l'output et de l'inflation aux chocs monétaires.

On notera que ces résultats ont été obtenus en utilisant uniquement des rigidités nominales. Clairement l'adjonction de rigidités « réelles » permettrait d'arriver encore plus près des statistiques observées dans la réalité<sup>16</sup>.

---

16. Des résultats encourageants dans cette direction ont déjà été obtenus par Ambler-Guay-Phaneuf (1997, 2001), Jeanne (1998), Huang-Liu-Phaneuf (2000), Christiano-Eichenbaum-Evans (2001).

## ANNEXE

## DÉPRÉCIATION INCOMPLÈTE

Nous allons étudier ici le cas de la dépréciation incomplète du capital. Pour avoir une solution exacte nous utiliserons une approximation loglinéaire de l'équation d'accumulation du capital proposée par Hercowitz et Sampson (1991) :

$$K_{t+1} = AK_t^{1-\delta} I_t^\delta, \quad 0 < \delta \leq 1 \quad (108)$$

où  $\delta$  est le taux de dépréciation. Le cas de dépréciation complète étudié dans le texte de l'article correspond à  $\delta = 1$  et  $A = 1$ . Nous allons voir comment ceci modifie l'analyse.

Nous notons toujours  $\kappa_t$  le rendement réel du capital. On a :

$$\kappa_t = \frac{\partial Y_t}{\partial K_t} = (1 - \alpha) \frac{Y_t}{K_t} \quad (109)$$

La contrainte de budget des ménages est toujours :

$$C_t + \frac{M_t}{P_t} + I_t = \frac{W_t}{P_t} N_t + \kappa_t K_t + \frac{\mu_t M_{t-1}}{P_t} \quad (110)$$

Le ménage maximise l'espérance de son utilité :

$$E_0 \sum_t \beta^t \left[ \log C_t + \omega \log \frac{M_t}{P_t} - V(L_t) \right] \quad (111)$$

soumis aux contraintes de budget (110) et à l'équation d'accumulation du capital (108). Le Lagrangien de ce programme est l'espérance de :

$$\begin{aligned} & \sum_t \beta^t \left[ \log C_t + \omega \log \frac{M_t}{P_t} - V(L_t) \right] + \sum_t \beta^t \zeta_t (AK_t^{1-\delta} I_t^\delta - K_{t+1}) \\ & + \sum_t \beta^t \lambda_t \left[ \frac{W_t}{P_t} N_t + \kappa_t K_t + \frac{\mu_t M_{t-1}}{P_t} - C_t - I_t - \frac{M_t}{P_t} \right] \quad (112) \end{aligned}$$

Les conditions du premier ordre pour la consommation, l'investissement et le capital nous donnent :

$$\lambda_t = \frac{1}{C_t} \quad (113)$$

$$\lambda_t = \delta A \zeta_t K_t^{1-\delta} I_t^{\delta-1} \quad (114)$$

$$\text{et } \zeta_t = \beta E_t [\lambda_{t+1} \kappa_{t+1} + (1 - \delta) AK_{t+1}^{-\delta} I_{t+1}^\delta \zeta_{t+1}] \quad (115)$$

En combinant les équations (108), (109), (113), (114) et (115), on obtient :

$$\begin{aligned} \frac{I_t}{C_t} &= \beta(1-\alpha)\delta E_t \left( \frac{Y_{t+1}}{C_{t+1}} \right) + \beta(1-\delta) E_t \left( \frac{I_{t+1}}{C_{t+1}} \right) \\ &= \beta(1-\alpha)\delta + \beta(1-\alpha\delta) E_t \left( \frac{I_{t+1}}{C_{t+1}} \right) \end{aligned} \quad (116)$$

qui se résout en :

$$\frac{I_t}{C_t} = \frac{\beta(1-\alpha)\delta}{1-\beta(1-\alpha\delta)} \quad . \quad (117)$$

Par conséquent :

$$C_t = \frac{1-\beta(1-\alpha\delta)}{1-\beta+\beta\delta} Y_t \quad (118)$$

$$\text{et } I_t = \frac{\beta(1-\alpha)\delta}{1-\beta+\beta\delta} Y_t \quad . \quad (119)$$

L'équation (19) est toujours valide, et en la combinant à (118) on obtient :

$$\frac{M_t}{P_t} = \frac{\omega[1-\beta(1-\alpha\delta)]}{(1-\beta)(1-\beta+\beta\delta)} Y_t \quad . \quad (120)$$

Finalement les équations (7), (9), (10), et (118) donnent une quantité de travail walrasienne constante et égale à  $N$ , qui est maintenant donnée par :

$$N V'(N) = \frac{\alpha(1-\beta+\beta\delta)}{1-\beta(1-\alpha\delta)} \quad . \quad (121)$$

#### CONTRATS DE SALAIRES À UNE PÉRIODE

Passons maintenant à la situation avec contrats de salaires et notons  $\sigma$  le taux d'épargne. L'équation (119) se réécrit donc :

$$I_t = \sigma Y_t, \quad \sigma = \frac{\beta(1-\alpha)\delta}{1-\beta+\beta\delta} \quad . \quad (122)$$

En combinant (122) avec les équations (3) et (108), on trouve que l'output est donné par :

$$y_t = \frac{[1-(1-\delta)L](z_t + \alpha n_t)}{1-(1-\alpha\delta)L} + \frac{1-\alpha}{\delta\alpha} (\delta \log \sigma + \log A) \quad . \quad (123)$$

L'emploi est toujours donné par :

$$n_t = n + \varepsilon_{mt} \quad . \quad (124)$$

En combinant (123) et (124), nous obtenons l'expression finale de l'output :

$$y_t = n + \frac{[1 - (1 - \delta)L](z_t + \alpha \varepsilon_{mt})}{1 - (1 - \alpha\delta)L} + \frac{1 - \alpha}{\delta\alpha} (\delta \log \sigma + \log A) \quad . \quad (125)$$

#### CONTRATS DE SALAIRES À PLUSIEURS PÉRIODES

De nouveau un certain nombre d'équations restent inchangées, notamment l'équation d'investissement (122). En la combinant avec les équations (3) et (108), on trouve que l'output est donné par :

$$y_t = \frac{[1 - (1 - \delta)L](z_t + \alpha n_t)}{1 - (1 - \alpha\delta)L} + \frac{1 - \alpha}{\delta\alpha} (\delta \log \sigma + \log A) \quad . \quad (126)$$

On peut insérer dans (126) la valeur de  $n_t$  dans (76), qui est elle aussi valide. Ceci nous donne l'expression finale de l'output :

$$y_t = n + \Phi + \frac{[1 - (1 - \delta)L]\alpha\gamma\varepsilon_{mt}}{[1 - (1 - \alpha\delta)L](1 - \gamma L)(1 - \gamma\rho L)} + \frac{[1 - (1 - \delta)L]z_t}{1 - (1 - \alpha\delta)L} + \frac{1 - \alpha}{\delta\alpha} (\delta \log \sigma + \log A) \quad . \quad (127)$$

## BIBLIOGRAPHIE

- AMBLER, STEVEN, ALAIN GUAY et LOUIS PHANEUF (1997), « Wage Contracts and Labor Adjustment Costs as Internal Propagation Mechanisms », UQAM, Montréal.
- AMBLER, STEVEN, ALAIN GUAY et LOUIS PHANEUF (2001), « Labor Market Frictions and Endogenous Business Cycle Propagation », UQAM, Montréal.
- ANDERSEN, TORBEN M. (1994), *Price Rigidity: Causes and Macroeconomic Implications*, Oxford, Oxford University Press.
- ANDERSEN, TORBEN M. (1998), « Persistency in Sticky Price Models », *European Economic Review*, 42 : 593-603.
- ASCARI, GUIDO (2000), « Optimising Agents, Staggered Wages and Persistence in the Real Effects of Money Shocks », *The Economic Journal*, 110 : 664-686.
- BASU, SUSANTO et ALAN M. TAYLOR (1999), « Business Cycles in International Historical Perspective », *Journal of Economic Perspectives*, 13 : 45-68.
- BÉNASSY, JEAN-PASCAL (1995), « Money and Wage Contracts in an Optimizing Model of the Business Cycle », *Journal of Monetary Economics*, 35 : 303-315.
- BÉNASSY, JEAN-PASCAL (2000), « Staggered Contracts and Persistence: Microeconomic Foundations and Macroeconomic Dynamics », CEPREMAP, Paris. À paraître, *Recherches Économiques de Louvain*.
- BÉNASSY, JEAN-PASCAL (2001), « Output and Inflation Persistence under Price and Wage Staggering: Analytical Results », CEPREMAP, Paris. À paraître, *Annales d'Économie et de Statistique*.
- BÉNASSY, JEAN-PASCAL (2002), *The Macroeconomics of Imperfect Competition and Nonclearing Markets: A Dynamic General Equilibrium Approach*, Cambridge : MIT Press.
- CALVO, GUILLERMO (1983), « Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework », *Journal of Monetary Economics*, 12 : 383-398.
- CHARI, V.V., PATRICK J. KEHOE et ELLEN R. McGRATTAN (2000), « Sticky Price Models of the Business Cycle: Can the Contract Multiplier Solve the Persistence Problem? », *Econometrica*, 68 : 1 151-1 179.
- CHO, JANG-OK (1993), « Money and the Business Cycle with One-period Nominal Contracts », *Canadian Journal of Economics*, 26 : 638-659.
- CHO, JANG-OK et THOMAS F. COOLEY (1995), « Business Cycles with Nominal Contracts » *Economic Theory*, 6 : 13-34.
- CHO, JANG-OK, THOMAS F. COOLEY et LOUIS PHANEUF (1997), « The Welfare Cost of Nominal Wage Contracting », *Review of Economic Studies*, 64 : 465-484.
- CHRISTIANO, LAWRENCE J., MARTIN EICHENBAUM et CHARLES EVANS (1999), « Monetary Policy Shocks: What Have we Learned and to what End? », in J. TAYLOR et M. WOODFORD (éds), *Handbook of Macroeconomics, Volume 1A*, Amsterdam : North Holland, p. 65-148.

- CHRISTIANO, LAWRENCE J., MARTIN EICHENBAUM et CHARLES EVANS (2001), « Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy », NBER, Cambridge.
- COGLEY, TIMOTHY et JAMES M. NASON (1993), « Impulse Dynamics and Propagation Mechanisms in a Real Business Cycle Model », *Economics Letters*, 43 : 77-81.
- COGLEY, TIMOTHY et JAMES M. NASON (1995), « Output Dynamics in Real-Business-Cycle Models », *American Economic Review*, 85 : 492-511.
- COLLARD, FABRICE et GUY ERTZ (2000), « Stochastic Nominal Wage Contracts in a Cash-in-Advance Model », *Recherches Économiques de Louvain*, 66 : 281-301.
- COOLEY, THOMAS F. et GARY D. HANSEN (1989), « The Inflation Tax in a Real Business Cycle Model », *American Economic Review*, 79 : 733-748.
- COOLEY, THOMAS F. et LEE E. OHANIAN (1991), « The Cyclical Behavior of Prices », *Journal of Monetary Economics*, 28 : 25-60.
- DANTHINE, JEAN-PIERRE et JOHN B. DONALDSON (1990), « Efficiency Wages and the Business Cycle Puzzle », *European Economic Review*, 34 : 1 275-1 301.
- DANTHINE, JEAN-PIERRE et JOHN B. DONALDSON (1991), « Risk Sharing, the Minimum Wage and the Business Cycle », in W. BARNETT, B. CORNET, C. D'ASPROMONT, J.J. GABSZEWICZ ET A. MAS-COLELL (éds), *Equilibrium Theory and Applications: A Conference in Honor of Jacques Drèze*, Cambridge, Cambridge University Press, p. 299-318.
- DANTHINE, JEAN-PIERRE et JOHN B. DONALDSON (1992), « Risk Sharing in the Business Cycle », *European Economic Review*, 36 : 468-475.
- DIXIT, AVINASH K. et JOSEPH E. STIGLITZ (1977), « Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity », *American Economic Review*, 67 : 297-308.
- FISCHER, STANLEY (1977), « Long-term Contracts, Rational Expectations, and the Optimal Money Supply Rule », *Journal of Political Economy*, 85 : 191-205.
- FRANCIS, NEVILLE et VALÉRIE RAMEY (2001), « Is the Technology-driven Real Business Cycle Hypothesis Dead? Shocks and Aggregate Fluctuations Revisited », UCSD, San Diego.
- GALI, JORDI (1999), « Technology, Employment and the Business Cycle: Do Technology Shocks Explain Aggregate Fluctuations? », *American Economic Review*, 89 : 249-271.
- GRAY, JO-ANNA (1976), « Wage Indexation: A Macroeconomic Approach », *Journal of Monetary Economics*, 2 : 221-235.
- HAIRAULT, JEAN-OLIVIER et FRANCK PORTIER (1993), « Money, New-Keynesian Macroeconomics and the Business Cycle », *European Economic Review*, 37 : 1 533-1 568.
- HERCOWITZ, ZVI et MICHAEL SAMPSON (1991), « Output, Growth, the Real Wage, and Employment Fluctuations », *American Economic Review*, 81 : 1 215-1 237.
- HUANG, KEVIN X. D., ZHENG LIU et LOUIS PHANEUF (2000), « On the Transmission of Monetary Policy Shocks », UQAM, Montréal.

- JEANNE, OLIVIER (1998), « Generating Real Persistent Effects of Monetary Shocks: How Much Nominal Rigidity do we Really Need? », *European Economic Review*, 42, 1 009-1 032.
- KING, ROBERT G. et CHARLES I. PLOSSER (1984), « Money, Credit and Prices in a Real Business Cycle », *American Economic Review*, 74 : 363-380.
- KYDLAND, FINN E. et EDWARD PRESCOTT (1982), « Time to Build and Aggregate Fluctuations », *Econometrica*, 50 : 1 345-1 370.
- LONG, JOHN B. et CHARLES I. PLOSSER (1983), « Real Business Cycles », *Journal of Political Economy*, 91 : 39-69.
- LUCAS, ROBERT E. Jr (1972), « Expectations and the Neutrality of Money », *Journal of Economic Theory*, 4 : 103-124.
- MCCALLUM, BENNETT T. (1989), « Real Business Cycle Models » in R.J. BARRO (éd.), *Modern Business Cycle Theory*, Harvard University Press, Cambridge, MA.
- MUTH, JOHN F. (1961), « Rational Expectations and the Theory of Price Movements », *Econometrica*, 29 : 315-358.
- ROTEMBERG, JULIO J. (1982) « Sticky Prices in the United States », *Journal of Political Economy*, 90 : 1 187-1 211.
- SMITH, R. TODD (1992), « The Cyclical Behavior of Prices », *Journal of Money, Credit and Banking*, 24 : 413-430.
- SNOWER, DENNIS (1983), « Imperfect Competition, Unemployment and Crowding out », *Oxford Economic Papers*, 35 : 569-584.
- SVENSSON, LARS E. O. (1986), « Sticky Goods Prices, Flexible Asset Prices, Monopolistic Competition and Monetary Policy », *Review of Economic Studies*, 53 : 385-405.
- TAYLOR, JOHN B. (1979), « Staggered Wage Setting in a Macro Model » *American Economic Review*, 69 : 108-113.
- TAYLOR, JOHN B. (1980), « Aggregate Dynamics and Staggered Contracts » *Journal of Political Economy*, 88 : 1-23.
- TAYLOR, JOHN B. (1999), « Staggered Price and Wage Setting in Macroeconomics », in J. TAYLOR et M. WOODFORD (éds), *Handbook of Macroeconomics, Volume 1*, Amsterdam : North Holland, p. 1 009-1 050.
- YUN, TACK (1996), « Nominal Price Rigidity, Money Supply Endogeneity and Business Cycles », *Journal of Monetary Economics*, 37 : 345-370.