

# L'apport des modèles de la nouvelle génération à l'analyse économique, l'exemple de MARCOS

*MARCOS (Modèle à Anticipations Rationnelles de la COnjoncture Simulée) est un modèle à fondements microéconomiques réalisé dans un cadre d'équilibre général dynamique. De ce modèle étalonné sur la zone euro, on peut retenir deux caractéristiques essentielles. D'une part, la formation des salaires est décrite à l'aide d'un modèle où les négociations ne portent que sur le salaire et où l'emploi est déterminé de façon unilatérale par les employeurs une fois le salaire négocié (modèle de « droit à gérer l'emploi »). D'autre part, le comportement des ménages est modélisé séparément selon l'accès aux marchés financiers ou le statut d'actifs ou de retraités. Ainsi, les effets d'équivalence ricardienne rencontrés dans les modèles d'équilibre général sont atténués et le système de retraite par répartition est explicitement pris en compte. Les variantes, réalisées pour étudier les propriétés du modèle, mettent notamment en perspective l'impact des chocs de productivité et du mode de financement des comptes sociaux sur la formation des salaires, le rôle majeur des anticipations, les conséquences macroéconomiques de l'allongement de l'espérance de vie des agents en maintenant inchangé l'âge moyen de départ à la retraite et en garantissant l'équilibre des caisses de retraite par relèvement du taux de cotisations employeurs.*

Pascal Jacquinot  
 Direction générale des Études et des Relations internationales  
 Centre de recherche  
 Ferhat Mihoubi <sup>1</sup>  
 EPEE, Université d'Évry

MARCOS est un modèle dynamique <sup>2</sup>, à fondements microéconomiques clairement établis (modèle d'équilibre général), dont les paramètres sont pour la plupart étalonnés <sup>3</sup> sur la zone euro <sup>4</sup>. Ce modèle comportant des anticipations rationnelles est particulièrement adapté à l'évaluation de l'impact de chocs de politiques économiques à moyen et à long termes.

Trois objectifs ont présidé à son élaboration : prendre en compte les critiques adressées aux modèles macroéconométriques traditionnels d'inspiration néo-keynésienne ; incorporer les avancées récentes de la théorie macroéconomique ; disposer d'un outil d'analyse des politiques économiques intellectuellement maîtrisable. Tout en ayant un cadre comptable cohérent, MARCOS est un modèle de taille raisonnable (environ 100 équations <sup>5</sup>).

<sup>1</sup> ferhat.mihoubi@eco.univ-evry.fr.

<sup>2</sup> Prenant en compte les comportements passés et futurs des agents.

<sup>3</sup> Seuls les paramètres de la relation de Phillips et du commerce extérieur ont été estimés.

<sup>4</sup> Voir Jacquinot et Mihoubi (2000) pour la présentation de la version initiale de MARCOS sur la France.

<sup>5</sup> Les équations de MARCOS zone euro sont précisément décrites dans Jacquinot et Mihoubi (2003a).

*Éviter les écueils des modèles traditionnels d'inspiration néo-keynésienne...*

Les modèles traditionnels d'inspiration néo-keynésienne sont en général élaborés dans une perspective d'analyse de court et de moyen termes. L'arbitrage entre cohérence théorique et qualités prédictives de ces modèles se fait alors en faveur des secondes. En outre, le plus souvent, ils s'inscrivent dans une logique de modélisation par blocs conduisant à un manque de cohérence globale (démarche allant des données vers la théorie : *bottom up*). Ces modèles souffrent, de ce fait, d'une absence de relations de long terme ou, tout du moins, d'une mauvaise spécification de ces dernières. De plus, l'interprétation de leurs paramètres est souvent délicate puisqu'ils ne sont pas toujours issus d'une dérivation explicite d'un programme d'optimisation. Ces modèles s'exposent directement à la critique de Lucas, selon laquelle leurs paramètres ne sont pas invariants aux chocs de politique économique, sans échapper à la critique de Sims qui montre que les contraintes imposées aux modèles traditionnels les rendent incohérents avec le processus générateur des données.

Dans les modèles macroéconomiques traditionnels (modèle de l'OFCE par exemple, Chauvin et *alii* (2002)), afin d'obtenir de bonnes propriétés prédictives, les choix de spécification sont souvent trop frustes. C'est le cas, par exemple, de la modélisation des comportements d'offre, qui est, en général, sommaire dans la plupart des modèles macroéconomiques de prévision. Or, à l'évidence, les variables d'offre (investissement, stock de capital, emploi, salaires,...) jouent un rôle important dans le comportement des modèles. Ainsi, les salaires sont souvent modélisés avec une courbe de Phillips, l'emploi dépend principalement d'un simple effet accélérateur et les prix sont déterminés par un taux de marge supposé constant sur les coûts unitaires de production. Autre illustration de ces faiblesses, les relations entre les variables en flux et celles en stocks sont souvent négligées, alors que les variables d'endettement jouent un rôle majeur dans les canaux de transmission des chocs de politique économique.

De même, le traitement des anticipations est pour le moins simpliste (voire inexistant) : bien souvent il se limite à une hypothèse adaptative par un simple lissage sur les valeurs passées. Pourtant, à court terme, les anticipations sont primordiales pour analyser l'effet des politiques macroéconomiques ; en particulier, les processus d'apprentissage, les effets d'annonce et la crédibilité ne sont pas considérés.

*...en retenant un modèle d'équilibre général dynamique*

MARCOS a été construit en adoptant une démarche opposée à celle des modèles d'inspiration néo-keynésienne. Il se situe dans la tradition des modèles de croissance néo-classiques et possède des fondements microéconomiques clairement établis. Cette fois-ci, l'arbitrage entre la cohérence théorique et la qualité des ajustements aux données historiques est effectué en faveur de la théorie, de façon à obtenir un outil bien adapté à des exercices de simulations de politique économique de moyen ou long termes. Ainsi, la cohérence globale du modèle a été assurée en adoptant une démarche partant de la structure d'ensemble vers les équations (*top down*). La contrepartie de cette exigence est l'inadaptation de MARCOS pour la réalisation d'exercices de prévisions.

En outre, MARCOS dispose d'un sentier de croissance équilibré explicitement engendré par le modèle dynamique de court terme. Ses équations dépendent pour l'essentiel de paramètres structurels, invariants aux chocs de politique économique, répondant ainsi à la critique de Lucas. En outre, elles sont déduites, de façon explicite, des comportements d'optimisation des différents agents : ménages, entreprises, syndicats. MARCOS dispose ainsi d'un bloc d'offre homogène prenant en compte le caractère prospectif des anticipations et où la formation des salaires résulte d'un processus de négociation. En revanche, la fonction de réaction des autorités monétaires n'est pas tirée de l'optimisation d'une fonction objectif car la dérivation d'une règle de politique monétaire optimale est trop complexe dans MARCOS <sup>6</sup>.

Les anticipations sont à la fois tournées vers le futur et cohérentes avec les trajectoires engendrées par le modèle. Elles interviennent sur les variables réelles (consommation, investissement, fonction de réaction des autorités budgétaires) ou sur les prix et les variables nominales (courbe de Phillips, fonction de réaction des autorités monétaires, relation de Fisher, parité des taux d'intérêt non couverte).

MARCOS se situe dans la lignée de modèles construits : dans des organismes internationaux, le FMI avec MULTIMOD Mark III (Laxton et *alii* (1998)), la Commission européenne avec QUEST II (Roeger et in't Veld (1997)) ; dans des banques centrales, la Banque du Canada avec QPM (Black et *alii* (1994), Coletti et *alii* (1996)), la *Reserve Bank* de Nouvelle-Zélande avec FPS (Black et *alii* (1997)) ; dans des centres de recherche, le CEPREMAP avec Laffargue (1995) et le CEPII-CEPREMAP avec Cadiou et *alii* (2001). Toutefois, il se distingue de ces modèles par la présence simultanée d'un cadre de concurrence monopolistique et de négociations salariales et par la prise en compte explicite du régime de retraite par répartition combinée avec l'hypothèse de cycle de vie (profil par âges de la consommation).

Une brève synthèse des principales caractéristiques du modèle est proposée dans la première partie. Une attention particulière est portée à deux caractéristiques du modèle : la formation des salaires et du taux de chômage d'équilibre, c'est-à-dire celui réconciliant les exigences contradictoires des employeurs et des salariés, ainsi que le comportement des ménages en tenant compte du système de retraite par répartition. La seconde partie expose les principales propriétés de MARCOS étudiées à l'aide de trois types de variantes analytiques de demande, d'offre et de retraite.

Les variantes présentées ont pour but d'illustrer les avantages d'une modélisation explicite du processus de négociation, du système de retraite et des anticipations cohérentes avec le modèle. Cependant, les résultats de ces variantes ne peuvent pas être complètement analysés comme des recommandations de politique économique, puisque les effets purement conjoncturels sont négligés.

<sup>6</sup> La fonction objectif de la Banque centrale doit être maximisée sous la contrainte de l'ensemble des équations du modèle, au nombre de 100. Il est toutefois possible de déterminer les paramètres optimaux de la fonction de réaction à l'aide de méthodes de simulations ; voir à ce sujet Jacquinot et Mihoubi (2003c).

## 1. Présentation du modèle

MARCOS est un modèle annuel étalonné sur les données de la zone euro <sup>7</sup> pour la période 1985-1997. Il a été construit en supposant que les marchés des biens et du travail sont en concurrence monopolistique. Il permet de réaliser des exercices de simulations sur un horizon de moyen et long termes en retenant comme situation de référence un sentier de croissance équilibré à taux constant.

### 1.1 Une vue d'ensemble

Le comportement de six agents est décrit : ménages, entreprises, administrations publiques, banque centrale, reste du monde et syndicats pour les négociations salariales (schéma 1). Deux types de ménages sont considérés : les ménages keynésiens, qui subissent une contrainte de liquidité, et les ménages classiques, non contraints. Les ménages classiques qui détiennent les titres publics (bons du Trésor) et les titres privés (actions émises par les entreprises) déterminent leur niveau de consommation en maximisant leur utilité intertemporelle. On distingue au sein des ménages classiques les actifs et les retraités. Ainsi, la composante non financière du patrimoine des ménages classiques comprend le patrimoine humain (la somme actualisée des flux des revenus du travail) et les équivalents patrimoniaux des droits à la retraite (la somme actualisée des prestations retraite). L'équivalent patrimonial des droits à la retraite est l'unique composante du patrimoine non financier des ménages retraités et vient en complément de la richesse humaine pour les ménages actifs.

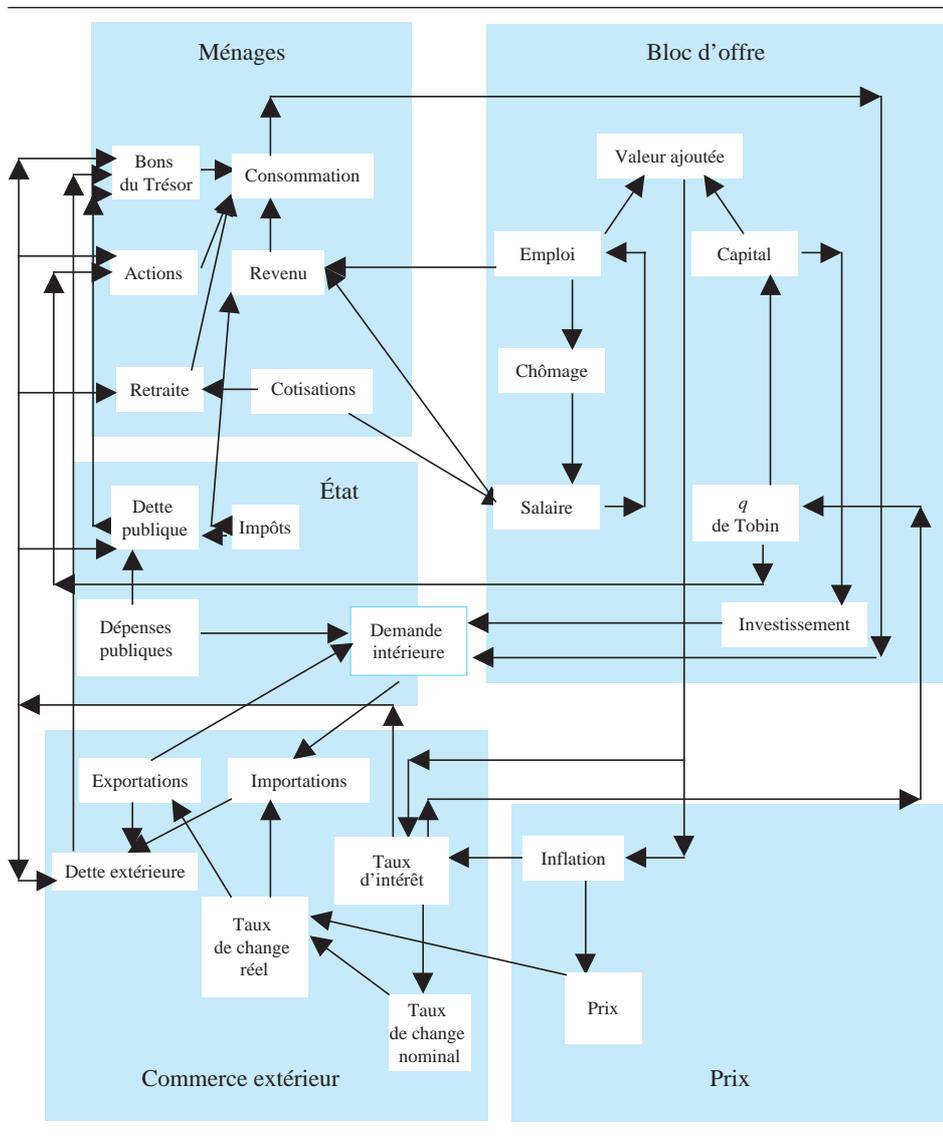
Le capital humain dépend des salaires réels déduits d'un modèle de négociations de type « droit à gérer l'emploi » dans lequel seuls les salaires font l'objet de négociations entre employeurs et salariés. L'emploi, sujet à des coûts d'ajustement, est déduit de la demande de travail émanant des employeurs en tenant compte du salaire négocié. Cette modélisation explicite du processus de négociations salariales permet de calculer un taux de chômage d'équilibre rendant compatibles les objectifs des représentants des salariés et des employeurs.

Les rigidités nominales et l'incidence sur la formation des prix des tensions sur le marché des biens sont modélisées par une courbe de Phillips intégrant des anticipations cohérentes avec celles données par le modèle. L'inflation courante dépend ainsi de ses valeurs passées et anticipées ainsi que d'un terme d'écart de production.

L'investissement est déduit de la maximisation du profit en présence de coûts d'ajustement sur le capital et d'une technologie à élasticité de substitution constante. Il dépend alors du  $q$  de Tobin, ratio entre la valeur financière et la valeur comptable de l'entreprise. Les exportations et les importations sont expliquées par leurs indices respectifs de compétitivité-prix ainsi que par, respectivement, la demande mondiale et la demande intérieure.

<sup>7</sup> Une version multinationale de MARCOS intégrant la zone euro et les États-Unis avec un bouclage international est également disponible (Jacquinot et Mihoubi (2003b)).

Schéma 1  
Structure causale de MARCOS



Études

Les impôts considérés sont : l'impôt sur les sociétés (IS), la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) et l'impôt sur le revenu des personnes physiques (IRPP). Ce dernier, endogène<sup>8</sup>, est ajusté par l'État pour assurer l'adéquation de la dette publique à son niveau désiré. On dispose ainsi d'une fonction de réaction des autorités budgétaires. À court terme, l'État garantit en dernier ressort l'équilibre des comptes sociaux. Le solde budgétaire correspond alors à l'écart entre les dépenses publiques et les recettes fiscales, augmenté du solde des comptes sociaux. À long terme, le taux de cotisations employeurs s'ajuste pour assurer l'équilibre des comptes sociaux.

<sup>8</sup> Le choix de l'impôt permettant d'ajuster les comptes publics est laissé à l'utilisateur dans MARCOS. On a retenu le taux de l'IRPP, dans la mesure où les taux de TVA font l'objet d'une harmonisation au niveau européen et sont moins l'objet d'ajustements.

Un taux d'intérêt à un an (le taux court), un taux à dix ans (le taux long) et le taux court américain interviennent dans MARCOS. Les autorités monétaires fixent le taux de court terme par une règle de Taylor, c'est-à-dire en fonction des écarts d'inflation et de production, alors que la relation entre les taux court et long est assurée par une courbe de taux, augmentée d'une prime de terme constante. Les taux d'intérêt agissent directement sur la consommation des ménages classiques, *via* les effets de richesse et de substitution dans l'arbitrage entre consommation et épargne ; ils influencent leur richesse, puisque les taux d'intérêt déterminent les montants des dettes publique et externe détenus par les ménages. Par ailleurs, la productivité à long terme du stock de capital optimal est égale au taux d'intérêt réel d'équilibre corrigé du taux de déclasserement du capital. Enfin, taux court et taux de change sont liés par une relation de parité des taux d'intérêt non couverte. Par ce canal, les taux d'intérêt jouent sur la compétitivité-prix du commerce extérieur et sur le solde de la balance commerciale.

Deux aspects essentiels de MARCOS méritent un examen plus attentif : la formation des salaires, décrite à l'aide d'un modèle de négociations de type « droit à gérer l'emploi », et le comportement des ménages, qui sont séparés selon l'accès aux marchés financiers ou le statut d'actifs ou de retraités.

## 1.2. La formation des salaires et le taux de chômage d'équilibre

Dans MARCOS, la formation des salaires s'inscrit dans le cadre des modèles dits *Wage-Setting/Price-Setting* (WS-PS) proposés par Layard, Nickell et Jackman (1991). Les objectifs des salariés et des employeurs portent sur le niveau du salaire réel en référence au prix de la consommation pour les salariés et au prix de la valeur ajoutée pour les employeurs. Toutefois, leurs objectifs sont contradictoires : obtenir le salaire le plus élevé pour les travailleurs et produire avec le moindre coût salarial pour les employeurs. Le taux de chômage d'équilibre est celui qui rend compatible ces exigences opposées. L'emploi atteint alors son niveau d'équilibre et, à population active constante, le taux de chômage rejoint son niveau d'équilibre. Les salaires sont négociés suivant le modèle de « droit à gérer l'emploi ». La détermination des salaires et de l'emploi s'effectue en deux étapes. Dans un premier temps, les employeurs et les représentants des salariés négocient le salaire. Pour le salaire ainsi négocié, les employeurs fixent ensuite, de façon unilatérale, le niveau de l'emploi. Cette démarche est décrite à l'aide de deux relations, l'équation de salaire réel et celle d'emploi.

### *L'équation de salaire*

L'équation WS découle du modèle de négociations salariales qui peuvent être considérées comme un jeu où les protagonistes (syndicats et employeurs) tentent d'obtenir la plus grande part du surplus (ou encore de la rente) dégagé par l'appariement entre employeurs et salariés dans un contexte de concurrence monopolistique (voir encadré 1).

Le salaire réel ainsi négocié (équation WS, encadré 1) est égal aux revenus de remplacement (les indemnités chômage) augmenté d'un taux de marge salariale. Il dépend positivement des revenus de remplacement, dans la mesure où les salariés refusent les opportunités d'emploi dont le salaire est inférieur aux revenus de remplacement.

## Encadré 1

## La formation des salaires

La négociation est usuellement formalisée à l'aide d'un critère (critère de Nash généralisé) qui permet de décrire la répartition du surplus total engendré par l'embauche d'un salarié. Ce surplus se compose du gain net en termes d'utilité du salarié passant du statut de demandeur d'emploi, percevant une indemnité chômage, à celui de travailleur, percevant un salaire supérieur à cette indemnité. Le surplus se compose aussi du gain net de l'employeur qui, s'il n'embauche pas, ne produit pas et donc supporte une perte d'exploitation. Dans le cas opposé, sa production lui permet de dégager un profit, puisque les entreprises se situent dans un contexte de concurrence monopolistique. C'est donc sur l'ensemble formé du profit et de l'écart entre l'utilité d'un travailleur et celle d'un chômeur que porte la négociation. En pratique, le pouvoir de négociation intervient sous la forme d'une pondération dans le critère retenu ( $\Omega$ ), indiquant quelles exigences seront privilégiées lors des négociations.

$$\Omega = (\Pi_i - \Pi^0)^{1-\beta} (V_i - V^0)^\beta$$

avec  $\Pi_i$  : le profit de l'entreprise  $i$  ;  $\Pi^0$  : le profit de l'entreprise en l'absence de production ;  $V_i$  : l'utilité dégagée par un travailleur ;  $V^0$  : l'utilité dégagée par un chômeur ;  $\beta$  : le pouvoir de négociation des salariés.

Le pouvoir de négociation est l'une des variables centrales du processus de négociation. Dans la situation extrême d'un monopole syndical ( $\beta = 1$ ), seuls les intérêts des salariés ou de leurs représentants sont pris en compte, l'ensemble du surplus dégagé étant alors accaparé par les salariés. A contrario, si les employeurs détiennent l'ensemble du pouvoir de négociation ( $\beta = 0$ ), ils fixent le salaire de façon à accaparer l'ensemble du surplus. Cette dernière situation est qualifiée de situation « concurrentielle » dans la mesure où les salaires coïncident avec les indemnités chômage (le taux de marge salariale est nul).

La fonction d'utilité des salariés dépend, outre du niveau du salaire, du volume d'emploi et des revenus de remplacement (RR), en général les indemnités chômage. Dans la mesure où l'emploi intervient dans la fonction d'utilité des salariés et dans la mesure où son niveau est déterminé, dans le cadre du modèle de « droit à gérer l'emploi », par les seuls employeurs, les salariés tiennent compte du comportement de demande de travail de la firme.

La solution du problème de négociation est obtenue en maximisant le critère par rapport au salaire :

$$\text{Max}_w \Omega = \text{Max}_w (\Pi_i - \Pi^0)^{1-\beta} (V_i - V^0)^\beta$$

Le salaire, solution du partage du surplus, est alors de la forme :

$$\frac{w}{pc} = [1 + TM^w] RR \quad (WS)$$

avec  $w$  : le salaire nominal ;  $pc$  : le prix à la consommation ;  $RR$  : les revenus de remplacement en termes réels ;  $TM^w$  : le taux de marge salariale appliqué sur les revenus de remplacement.

L'issue des négociations dépend ainsi des déterminants du taux de marge salariale :

- le pouvoir de négociation des salariés, souvent approché par le taux de syndicalisation ou par le nombre de journées de grève, en est l'un des plus importants facteurs. Il est de 0,43. Cette valeur est endogène au modèle, de sorte que le gain dégagé par l'appariement d'un poste vacant et d'un chômeur est réparti entre salarié et employeur suivant leurs degrés d'impatience, mesurés par leurs taux de préférence pour le présent respectifs.

- le taux de chômage détermine les opportunités extérieures des salariés lors des négociations : en présence d'une réduction du taux de chômage, les opportunités extérieures sont plus favorables et les salariés ou leurs représentants peuvent être plus revendicatifs en matière salariale. Le taux de chômage exerce donc une influence négative sur le taux de marge salariale et, par conséquent, sur les salaires.
- plus le degré de concurrence sur le marché des biens (supposé exogène) est faible, plus le profit de monopole dégagé par la firme est élevé et plus la perte que devrait subir l'entreprise en cas d'échec des négociations est importante. Le salaire réalisable s'en trouve, par conséquent, plus élevé.
- les caractéristiques de la fonction d'utilité des salariés ou de leurs représentants exercent aussi une influence sur le taux de marge. À titre d'exemple, dès lors que les syndicats prennent en compte les intérêts des chômeurs, une aversion marquée des salariés pour le risque les dissuade de demander des salaires qui conduiraient à réduire l'emploi en présence d'un choc défavorable.

Encadré 2

**La courbe PS équation de prix et équation de demande de travail**

La courbe PS déduite de la maximisation du profit des employeurs est de la forme

$$p = (1 + TM^p) \frac{\text{coût}}{F'_L} \quad (\text{PS})$$

avec  $p$  le prix de la valeur ajoutée ;  $TM^p$  : le taux de marge sur les coûts unitaires de production dont l'ampleur dépend du degré de concurrence sur le marché des biens ;  $\text{coût}$  : le coût total du travail ;  $F'_L$  : la productivité marginale du travail.

Pour une fonction de production de type Cobb-Douglas ( $Y = A.L^\alpha.K^{1-\alpha}$  avec  $Y$  la valeur ajoutée en volume,  $L$  l'emploi,  $K$  le stock de capital,  $A$  le facteur d'échelle et  $\alpha$  le coefficient technique), l'équation PS peut s'écrire :

$$p = (1 + TM^p) \text{coût} \frac{L}{\alpha Y}$$

L'inversion de la courbe PS permet d'obtenir une écriture en termes de demande de travail reliant positivement le coût réel du travail à sa productivité marginale :

$$F'_L = \frac{1}{1 + TM^p} \frac{\text{coût}}{p}$$

On a alors :

$$L = \frac{\alpha}{(1 + TM^p)} Y \frac{p}{\text{coût}}$$

Pour une population active ( $\bar{L}$ ) supposée constante, on peut déduire une expression du taux de chômage ( $u$ ) de l'équation précédente :

$$u = 1 - \frac{L}{\bar{L}} = 1 - \frac{\alpha}{(1 + TM^p)} \frac{Y}{\bar{L}} \frac{p}{\text{coût}}$$

Le taux de chômage apparaît ainsi comme une fonction croissante, entre autres, du coût réel du travail.

### *L'équation de prix*

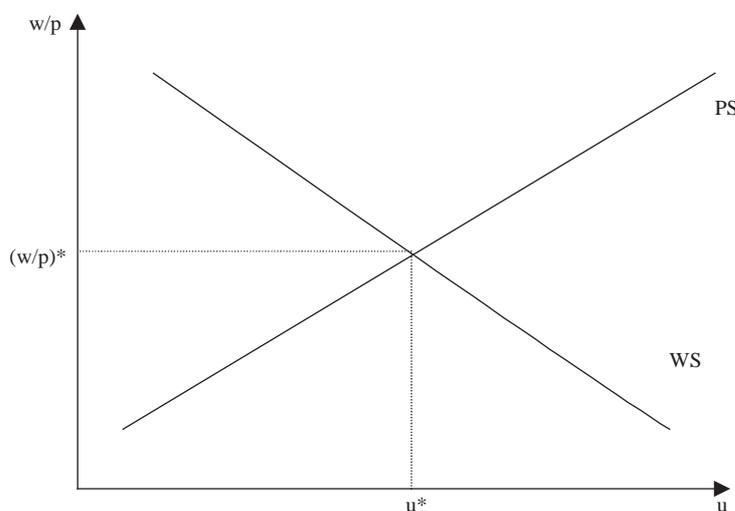
En pratique, l'emploi est déterminé par l'égalisation du coût réel du travail (salaires bruts et cotisations sociales employeurs rapportés au prix de la valeur ajoutée) à sa productivité marginale. Cette équation peut aussi être considérée comme décrivant le prix déterminé par application d'un taux de marge constant sur les coûts unitaires de production. Il s'agit dans les deux cas de l'équation PS (voir encadré 2)

### *Le chômage d'équilibre*

En résolvant le système d'équations WS-PS, on obtient les valeurs d'équilibre du salaire et du chômage qui rendent compatibles les exigences contradictoires des deux partenaires sociaux (respectivement  $(w/p)^*$  et  $u^*$ , voir graphique 1).

Notons que les revenus de remplacement, le pouvoir de négociation des représentants des salariés et les taux de cotisations sociales influencent positivement le taux de chômage d'équilibre. En revanche, le degré d'aversion pour le risque des salariés exerce une influence négative sur le taux de chômage d'équilibre.

*Graphique 1*  
**Le modèle WS-PS**



### 1.3. La consommation des ménages

Les modèles d'équilibre général dynamique souffrent de caractéristiques parfois caricaturales en matière de comportements d'épargne des ménages. En pratique, ils présentent des phénomènes d'équivalence ricardienne. À la suite d'une hausse du déficit budgétaire (résultant soit d'une augmentation des dépenses publiques soit d'une réduction des impôts), les ménages, ayant une durée de vie infinie, anticipent parfaitement une augmentation future des prélèvements fiscaux afin de résorber le déficit public. Par conséquent, dès la mise en œuvre d'une politique induisant un déficit des comptes publics, les ménages accroissent leur épargne d'un montant équivalent. Les effets multiplicateurs traditionnels sont alors totalement absents de ce type de modèle.

Afin d'éviter cet écueil, MARCOS adopte, comme dans MULTIMOD, QUEST II et QPM, deux mécanismes limitant les phénomènes d'équivalence ricardienne :

- deux types de ménages sont distingués, les ménages classiques et les ménages keynésiens. Les premiers détiennent en exclusivité les entreprises<sup>9</sup> et, en concurrence avec les non-résidents, les bons du Trésor. Les ménages keynésiens, sans patrimoine financier, n'accèdent pas aux marchés financiers et de ce fait ne peuvent ni épargner ni s'endetter. Ils consomment donc l'ensemble de leurs revenus. Par conséquent, ils ne peuvent réagir en modifiant leur épargne à la suite d'un choc affectant le déficit des comptes publics, réduisant par là-même les phénomènes d'équivalence ricardienne.
- la modélisation du comportement des ménages classiques s'inscrit dans la perspective du modèle dit de jeunesse perpétuelle de Blanchard (1985) dans lequel les individus ont une durée de vie finie. Dans ce cas, pour les ménages, la probabilité qu'une augmentation des prélèvements fiscaux pour résorber le déficit public survienne après leur décès est non nulle. Dans ce dernier cas, ils ne répercutent pas la totalité du choc sur leur épargne<sup>10</sup>.

Toutefois, MARCOS se démarque du modèle de Blanchard par l'introduction du système de retraite par répartition. Au lieu de considérer qu'un individu actif a une probabilité de mourir à chaque date, on suppose, en suivant Gertler (1997), que tout individu connaît deux grandes phases de vie : la période d'activité et celle de retraite. Les agents actifs connaissent à chaque date une probabilité non nulle de devenir retraités. Ils ne peuvent pas s'assurer contre la perte de revenu liée au passage à la retraite. Dans le modèle, une fois retraités, ils ont une probabilité non nulle de mourir. Un système d'assurance permet de répartir le patrimoine (néгатif ou positif) des individus décédés entre les individus toujours vivants.

Les ménages keynésiens perçoivent durant leur vie active les seuls revenus du travail et durant leur période de retraite uniquement les prestations retraite. En revanche, les ménages classiques ayant accès aux marchés financiers perçoivent, en plus de leurs revenus salariaux et de leurs retraites, les revenus de leur patrimoine

<sup>9</sup> L'immobilité des ménages entraîne celle du capital des entreprises.

<sup>10</sup> En l'absence naturellement de comportements d'altruisme intergénérationnel.

financier. Leur décision de consommation dépend directement de leur patrimoine total, qui regroupe, outre le patrimoine financier, la richesse humaine et les équivalents patrimoniaux des droits à la retraite durant la période d'activité, et les seuls équivalents patrimoniaux des droits à la retraite une fois devenus non actifs. Deux types de richesse et deux types de propension marginale à consommer la richesse doivent donc être considérés suivant le statut de l'individu (actif ou retraité).

Le patrimoine non financier des ménages se compose pour les actifs de la richesse humaine, somme actualisée des revenus présents et futurs du travail, et des équivalents patrimoniaux des droits à la retraite, somme actualisée des prestations retraite futures pondérées par la probabilité d'être retraité. Le patrimoine non financier des ménages retraités se limite naturellement aux seuls équivalents patrimoniaux des droits à la retraite, somme actualisée des prestations retraites présentes et futures. Dans la mesure où, pour chaque retraité, les prestations retraites sont plus faibles que ses précédents revenus du travail, sa propension marginale à consommer excède celle observée durant sa période d'activité afin de lisser sa consommation sur son horizon de vie. Cette caractéristique est importante notamment pour les variantes modifiant le patrimoine financier des ménages, puisqu'elle engendre des effets de composition sur la consommation entre ménages actifs et retraités.

Pour rendre compte de la structure des revenus par âges en forme de cloche durant la période d'activité, MARCOS reprend la modélisation adoptée par Faruqee et alii (1997). Le revenu des ménages actifs connaît trois phases : les premières années, qui se caractérisent par un revenu de faible montant mais connaissant un rythme de croissance soutenu ; la période de milieu de vie active, durant laquelle le revenu est élevé mais avec un rythme de progression faible ; la période de fin d'activité, marquée par une légère baisse de revenu. Avec une telle structure de revenus par âges, des variantes fiscales peuvent présenter des distorsions générationnelles. Par exemple, une réduction du taux de l'IRPP compensée par une augmentation du taux de la TVA aura pour effet de pénaliser les ménages âgés qui se sont acquittés d'un taux d'IRPP plus élevé durant leur période d'activité et ne bénéficient que dans une moindre mesure de la baisse du taux de l'IRPP étant retraités.

## 2. Les principales propriétés de MARCOS

Pour illustrer les principales caractéristiques de MARCOS, nous présentons trois types de variantes : de demande, d'offre et de retraite. Le choc de demande représenté par un allègement des taxes directes met en perspective les mécanismes limitant les effets caricaturaux, notamment de neutralité des politiques budgétaires. Les deux chocs d'offre, l'un de productivité, l'autre de financement des comptes sociaux, permettent d'examiner la détermination des salaires, des prix et de l'emploi. Nous évaluons les conséquences d'un allongement de l'espérance de vie des agents, en l'absence de réforme du système de retraite par répartition, financé par un relèvement du taux de cotisations employeurs.

## 2.1. Une réduction du taux de pression fiscale de deux points durant cinq ans suivie d'une augmentation permanente du ratio dette publique sur PIB de dix points

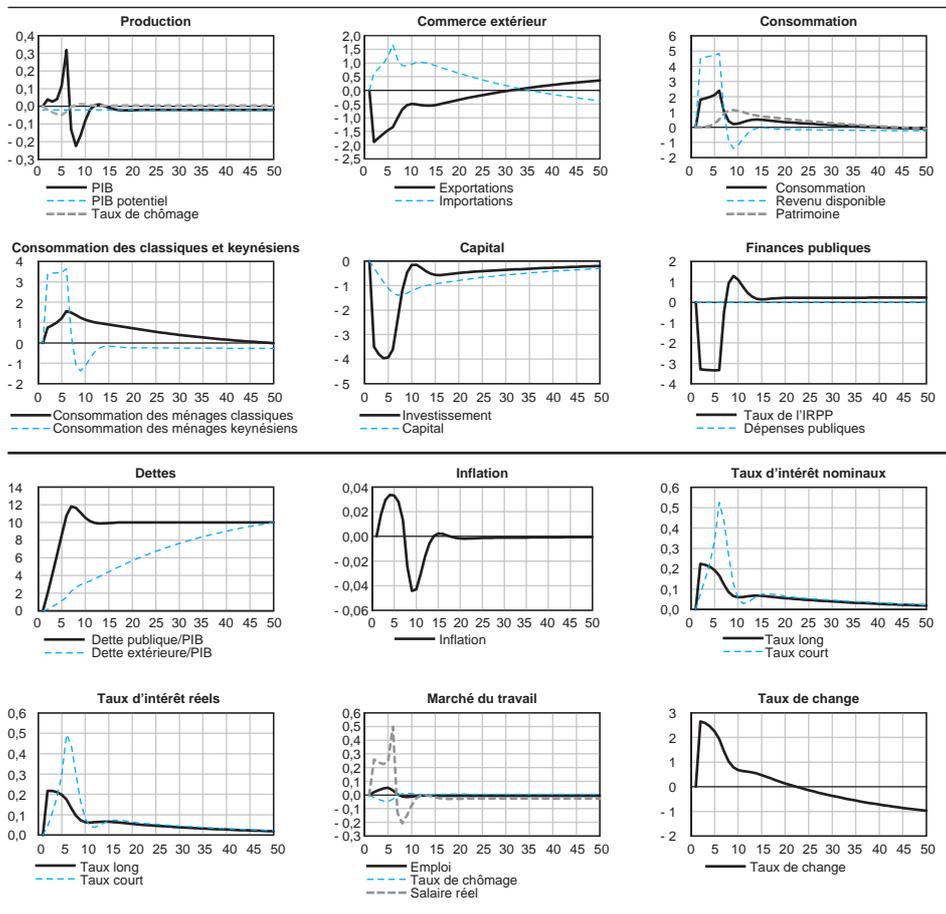
Dans cette variante, l'État ne réagit pas à l'augmentation de la dette publique induite par l'allègement fiscal, durant les cinq premières années (graphique 2). Concrètement, le taux de l'IRPP, temporairement exogène, est réduit de deux points, de sorte que le ratio dette publique sur PIB croît sur les cinq premières années. La fonction de réaction des autorités budgétaires est aussi temporairement « débranchée ». À partir de la sixième année et jusqu'à la fin de la simulation, la fonction de réaction de l'État est « réactivée », le taux de l'IRPP redevient endogène, avec un objectif de ratio dette publique sur PIB supérieur de dix points à sa valeur dans le compte central.

À long terme, l'accroissement de dix points du ratio dette publique sur PIB nécessite une augmentation modérée du taux d'IRPP (moins d'un demi point) pour couvrir le niveau plus élevé de la charge de la dette. Cette augmentation du taux d'IRPP provoque une réduction quasi équivalente de la consommation des ménages.

L'augmentation de la dette publique ne conduit pas à un effet d'équivalence

### Graphique 2

#### Réduction de 2 % du taux de l'IRPP suivie d'une augmentation du ratio dette publique sur PIB de 10 %



L'augmentation de la dette publique ne conduit pas à un effet d'équivalence ricardienne pour deux raisons. D'une part, les ménages ont un horizon de vie fini, contrairement à l'État. De ce fait, les ménages classiques n'achètent pas l'ensemble des titres émis par l'État et n'augmentent pas leur épargne à due concurrence à long terme. En effet, ils anticipent que le remboursement de la dette publique *via* un accroissement de l'IRPP a une probabilité non nulle d'être réalisé à une date ultérieure à leur mort. D'autre part, une fraction des ménages est sujette à une contrainte de liquidité et ne peut pas accroître son épargne.

L'épargne des ménages n'augmente pas suffisamment pour compenser l'accroissement de la dette publique, financée presque exclusivement par l'extérieur. En d'autres termes, l'accroissement de la dette publique s'accompagne de celui quasi identique de la dette extérieure. L'équilibre de la balance des paiements est alors obtenu par une amélioration de la balance commerciale (les sorties de capitaux nécessaires au remboursement de la dette extérieure sont contrebalancées par un excédent de la balance commerciale) résultant de la dégradation du taux de change réel.

À très brève échéance, la réduction du taux de l'IRPP provoque un accroissement du revenu disponible des ménages, un accroissement presque proportionnel de la consommation des ménages ainsi que, de façon générale, un regain d'activité. Ce dernier provoque l'apparition d'un écart de production positif et de faibles tensions inflationnistes. Toutefois, ces deux derniers effets entraînent une hausse du taux d'intérêt, *via* la fonction de réaction des autorités monétaires, ce qui induit un phénomène d'éviction. L'investissement privé enregistre donc une baisse marquée, de près de 4 % au bout de 5 ans. De la même façon, du fait de la parité des taux d'intérêt non couverte, l'augmentation du taux d'intérêt de court terme induit une appréciation du taux de change réel et donc une réduction des exportations et un accroissement des importations déjà dopées par le surcroît de demande intérieure.

À moyen terme, l'accroissement du taux de l'IRPP ralentit puis réduit la consommation et l'activité et ramène l'économie sur sa trajectoire de long terme.

## 2.2. Une augmentation de 1 % de la productivité du travail

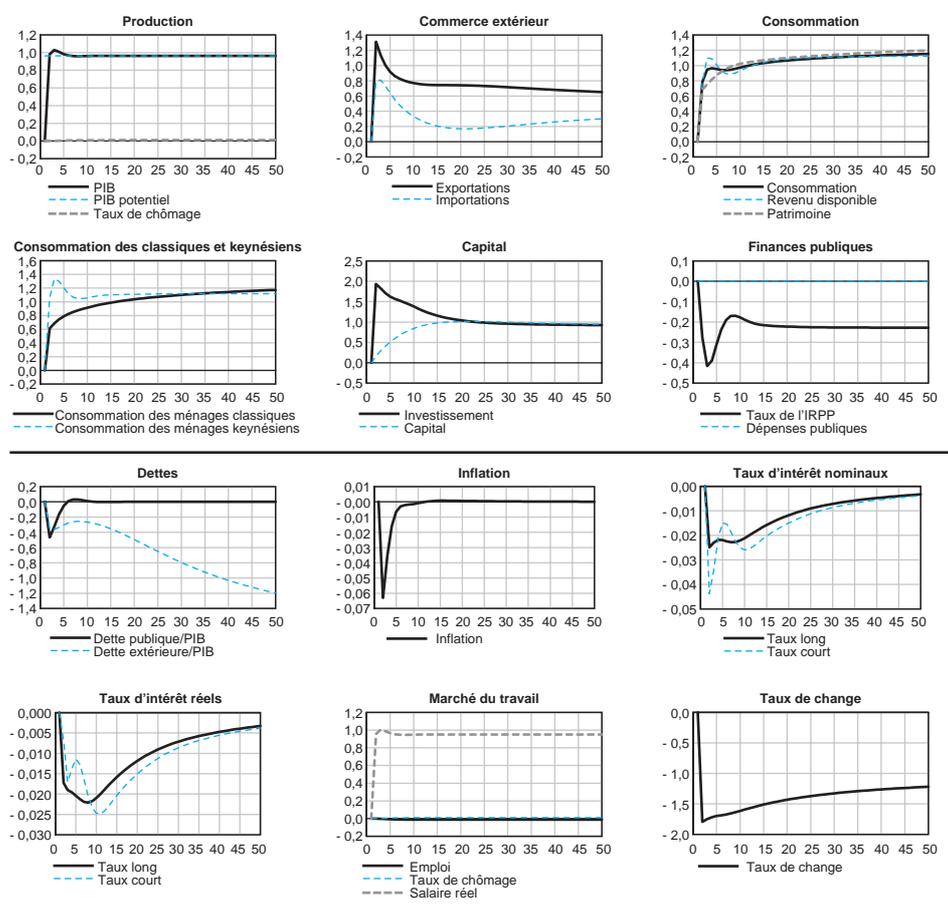
Cette variante donne une première évaluation des effets à long terme d'un choc entretenu sur la productivité du travail (graphique 3). L'accroissement de 1 % de cette productivité conduit, à brève échéance, à une hausse des salaires en laissant l'emploi inchangé (encadré 3). Le choc augmente simultanément le salaire susceptible d'être accordé par les employeurs et les aspirations salariales des syndicats. Les négociations salariales étant modélisées dans le cadre d'un modèle de « droit à gérer l'emploi », en l'absence de coûts d'ajustement, le salaire réel s'ajuste quasi immédiatement à la productivité du travail et l'emploi demeure inchangé.

La hausse des salaires provoque une augmentation instantanée de la consommation des ménages keynésiens et plus progressive (*via* la richesse humaine) de la consommation des ménages classiques. De la sorte, la consommation totale augmente de moins de 1 % dès la première année pour se stabiliser à plus de 1 % au bout de dix ans. À très court terme, le revenu disponible réel des ménages s'accroît de plus

de 1 % du fait de l'accroissement des revenus patrimoniaux et de la réduction du taux de l'impôt sur le revenu. Cette dernière baisse résulte de la contraction du poids de la dette publique dans le PIB. En effet, l'État ajuste le taux de l'IRPP à un objectif de ratio de dette sur PIB. À long terme, le taux d'épargne des ménages est inchangé.

À court terme, l'accroissement de l'efficacité du travail induit une hausse de la production à volume de facteurs inchangé. La productivité du capital s'améliorant, le stock de capital désiré augmente entraînant une hausse de l'investissement. Toutefois, la production augmentant plus rapidement que la demande, une très faible baisse de l'inflation se produit à court terme : le taux d'inflation diminue marginalement de près de 0,06 point durant les premières années. Ce très léger recul est attribuable à la faiblesse de l'effet Phillips, mesurant le lien entre l'*output gap* et l'inflation. En outre, la dégradation des termes de l'échange et l'amélioration de la compétitivité-prix du commerce extérieur qui en résulte permettent d'améliorer le solde de la balance commerciale. Les exportations augmentent de plus de 1 % à court terme et d'environ 0,8 % à long terme alors que les importations progressent moins rapidement avec une croissance respective de 0,8 % à court terme et près de 0,4 % à long terme.

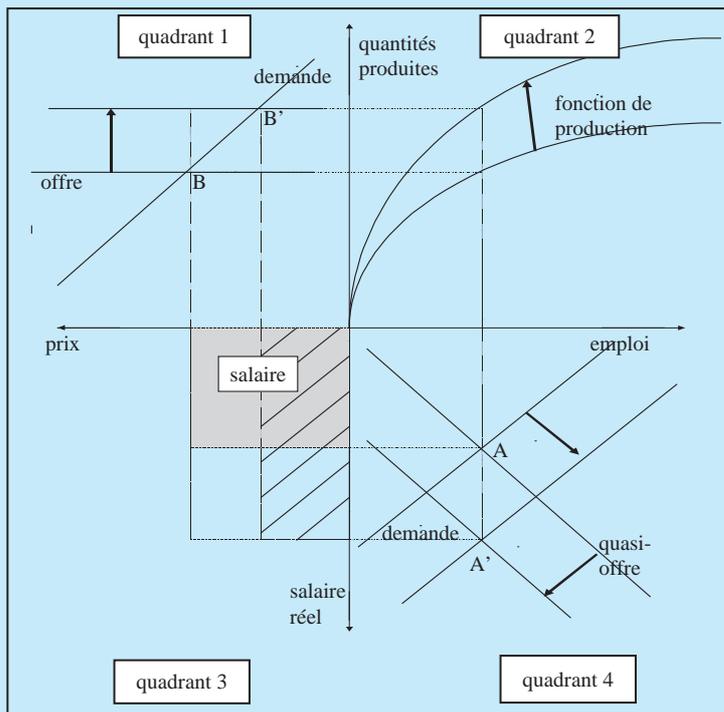
Graphique 3  
Augmentation de 1 % de la productivité du travail



Encadré 3

Impact d'une augmentation de l'efficacité du travail

Un accroissement de l'efficacité du travail déplace la fonction de production vers le haut dans le plan production emploi : une même quantité de travail permet de produire davantage (quadrant 2). L'amélioration de l'efficacité du travail provoque ainsi un accroissement de la productivité apparente du travail et partant une diminution des coûts unitaires de production. À long terme, les prix, déterminés par application d'un taux de marge constant sur les coûts unitaires, diminuent (quadrant 1). La demande de travail, obtenue à long terme par égalisation du salaire réel à la productivité du travail, se déplace vers la droite du fait de l'augmentation de la productivité du travail. Toutefois, la quasi-offre de travail émanant des syndicats tient compte de l'amélioration de la productivité du travail. Elle enregistre un déplacement proportionnel à celui observé sur la demande de travail (quadrant 4). De la sorte, le salaire réel d'équilibre s'établit à un niveau plus élevé, mais l'emploi et donc le chômage d'équilibre demeurent inchangés. Enfin, la hausse du salaire réel est obtenue par la baisse des prix et donc le salaire nominal ne subit pas de modifications : la zone hachurée mesurant le salaire nominal à la suite du choc sur l'efficacité du travail est de même aire que la zone grisée correspondant au salaire nominal avant le choc (quadrant 3).

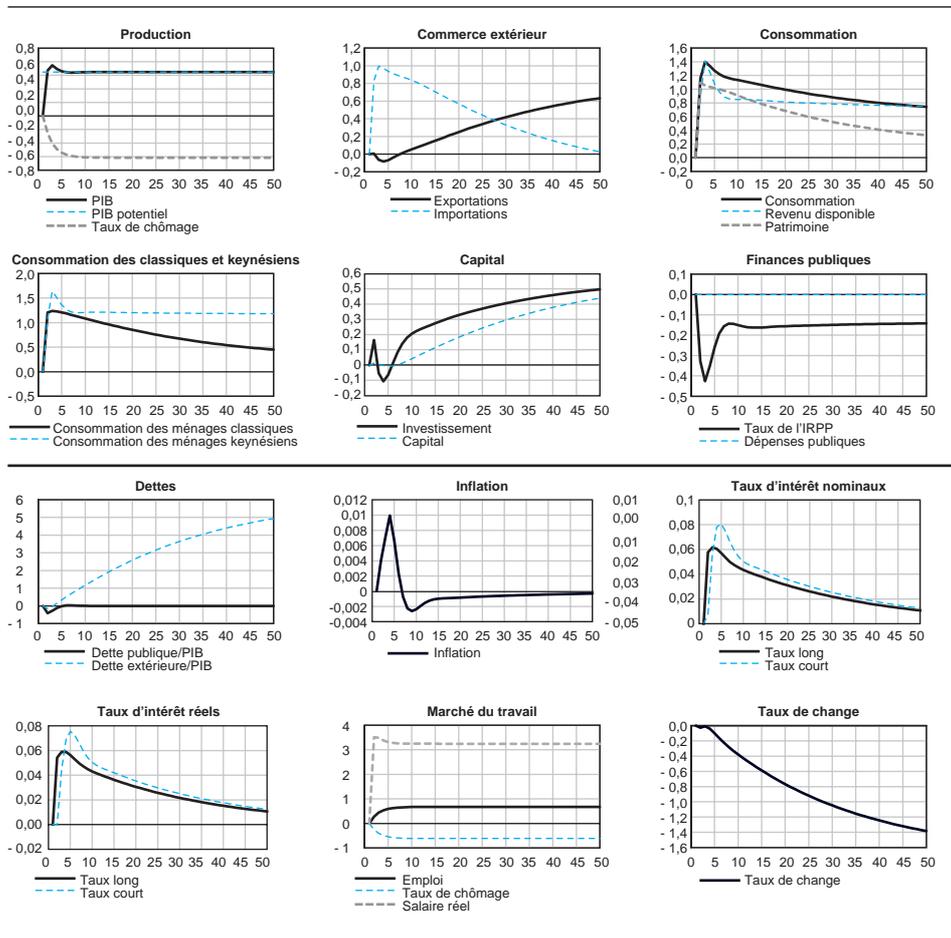


### 2.3. Impact d'une réduction du taux de cotisations sociales employeurs de trois points compensée par une cotisation sociale assise sur l'ensemble des revenus

À long terme, les comptes sociaux sont équilibrés dans MARCOS. Par conséquent, la diminution du taux de cotisations sociales employeurs, ici conventionnellement de trois points, est compensée par un nouveau prélèvement social, assimilable à une contribution sociale généralisée (CSG) à l'échelle européenne de 2 %.

Cette variante correspond à une modification de l'assiette des prélèvements sociaux (graphique 4). D'une assiette ne portant que sur le facteur travail, les prélèvements sociaux sont étendus à une assiette portant à la fois sur les revenus du travail et sur les revenus du capital. Le relèvement du taux de la CSG a une incidence négative sur le patrimoine financier des ménages (actions plus obligations détenues par les ménages). Toutefois, les entreprises n'étant détenues que par les ménages,

**Graphique 4**  
**Réduction des cotisations sociales employeurs compensée par l'introduction d'une cotisation sociale assise sur l'ensemble des revenus (assimilable à une CSG européenne)**



et ceux-ci étant immobiles, ils ne peuvent répercuter cette augmentation des prélèvements que sur la composante obligataire de leur patrimoine financier. En pratique, le patrimoine total des ménages (actions, obligations et capital humain) progresse plus faiblement (les gains en matière de richesse humaine sont partiellement compensés par les pertes sur la richesse financière) de 0,2 % à long terme, les ménages cédant aux non-résidents une partie de leur portefeuille obligataire.

L'augmentation du taux de la CSG provoque également une distorsion fiscale au sein des ménages. L'ensemble des ménages bénéficie de la progression de leurs revenus salariaux. Toutefois, les ménages ne subissant pas de contrainte de liquidité enregistrent, du fait de leur détention de titres, un ralentissement de leurs revenus patrimoniaux après impôts. Ainsi, la consommation des ménages non contraints progresse moins que celle des ménages contraints. À long terme, la consommation totale augmente légèrement (0,6 %).

La hausse du taux de la CSG ne modifie pas non plus les choix des entreprises en matière de combinaison des facteurs de production capital et travail. De façon plus précise, ce choc n'induit pas de réduction du capital puisque le coût relatif entre le capital et le travail ne s'est pas modifié. À moyen et long termes, dans la mesure où les aspirations salariales sont orientées à la hausse en raison de la baisse du taux de chômage (0,5 point), la baisse du taux de cotisations sociales employeurs est quasiment compensée par une augmentation du salaire réel (de plus de 3 %). Ceci limite *ex post* les effets positifs sur l'emploi (0,5 %). Par conséquent, le coût réel du travail n'est presque pas modifié (encadré 4). Le coût du capital, pour sa part, demeurant inchangé, puisque la CSG n'est acquittée que par les ménages, l'intensité capitaliste n'est pas modifiée. *In fine*, cette modification n'induit pas de réduction du stock de capital comme l'aurait fait un choc induisant une augmentation de la fiscalité sur le capital.

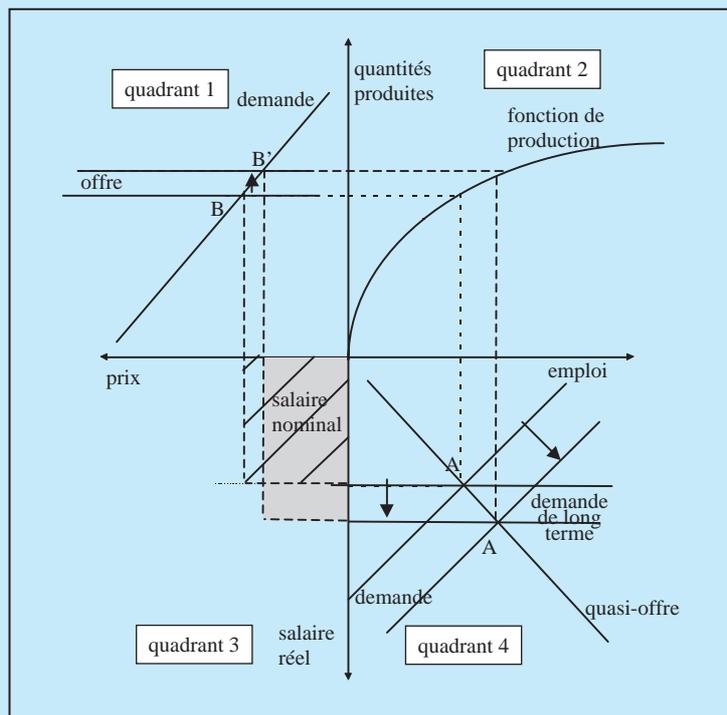
Les entreprises bénéficient d'un allègement des cotisations sociales employeurs de trois points qui provoque à long terme un accroissement de la production, de l'emploi et du capital de 0,5 % (encadré 4), maintenant inchangé la productivité du travail et du capital (leurs coûts réels respectifs étant constants). Toujours en raison du choc d'offre positif, les salaires et l'emploi augmentent, induisant une baisse du taux de chômage et un accroissement de la richesse humaine.

À court terme, la forte progression de la consommation des ménages cumulée à la hausse de l'investissement engendre un *output gap* positif. On observe donc, par le canal de la courbe de Phillips, une très faible augmentation de l'inflation.

Encadré 4

**Les mécanismes induits par une réduction du taux de cotisations sociales employeurs compensée par une augmentation du taux de la CSG**

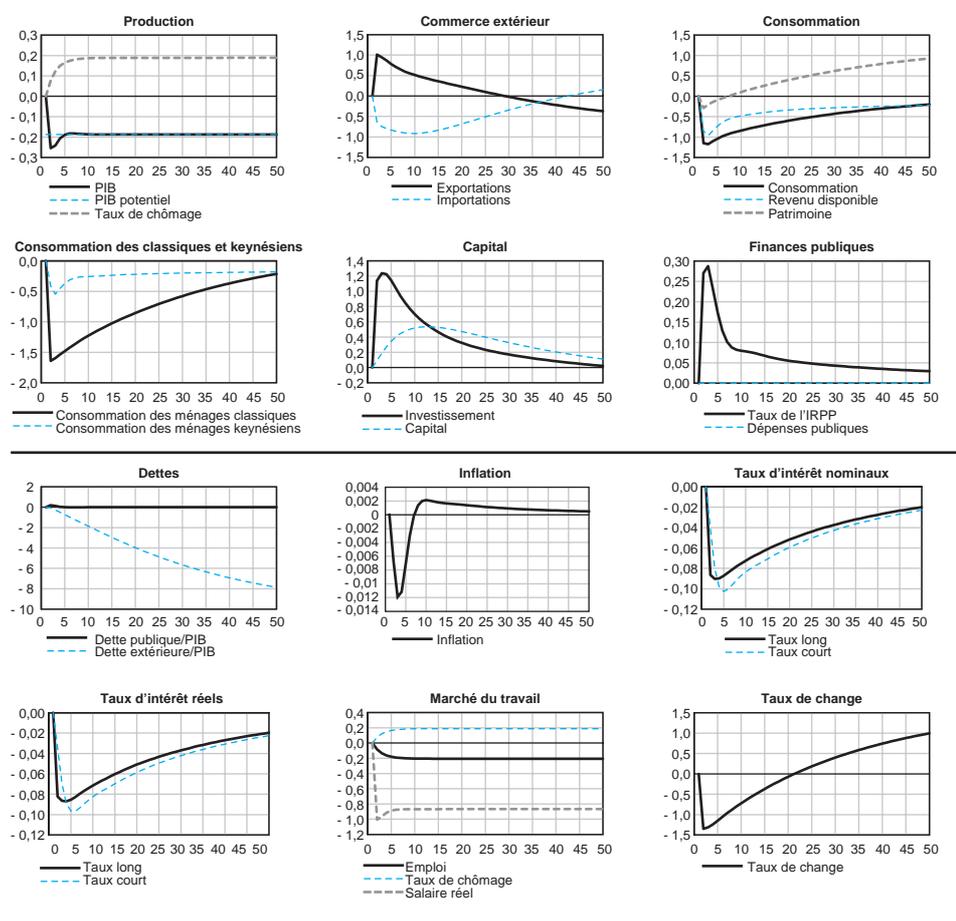
Pour maintenir l'équilibre des comptes sociaux en laissant inchangé le montant des indemnités chômage, la baisse du taux de cotisations employeurs nécessite un accroissement du taux de la CSG. La baisse du taux de cotisations employeurs a pour effet de déplacer les courbes de demande de travail de court et de long termes vers le bas dans le plan emploi-salaire réel (quadrant 4). En revanche, dans MARCOS, les objectifs des syndicats portant sur le pouvoir d'achat du salaire net (y compris de la CSG), les syndicats considèrent donc les prélèvements sociaux, qu'ils soient effectués par la CSG ou par les cotisations employeurs, comme des prélèvements), les modifications du taux de la CSG n'ont aucun effet ex ante sur la quasi-offre de travail. Le déplacement de la courbe de demande de travail a un double effet. D'une part, il induit une augmentation du salaire réel, maintenant le coût réel du travail inchangé (égal à la productivité marginale du travail). D'autre part, il entraîne une augmentation de l'emploi et par conséquent de la production (quadrant 2). À niveau de demande inchangé, cette augmentation de l'offre de biens provoque une réduction des prix (quadrant 1, passage de B à B').



## 2.4. Augmentation de l'espérance de vie d'une année sans modification du régime de retraite

Les prestations retraites étant indexées sur les salaires dans MARCOS, l'allongement de la durée de vie des ménages provoque mécaniquement une augmentation du montant total des prestations retraites (graphique 5). À long terme, afin de maintenir les comptes sociaux à l'équilibre, le taux de cotisations sociales employeurs est augmenté. Les conséquences de ce choc s'analysent donc comme celles d'un choc d'offre négatif : le coût du travail augmente *ex ante*. Cette augmentation du taux de cotisations sociales employeurs provoque *ex post* une réduction à quasi due concurrence du salaire réel, afin de maintenir le coût réel du travail inchangé (égal à la productivité du travail). Cette baisse du salaire réel induit de faibles effets sur l'emploi, le coût total du travail étant quasi inchangé, et une réduction marquée de la masse salariale. Par conséquent, la consommation des ménages actifs diminue (du fait de la baisse instantanée du revenu des ménages keynésiens et par la réduction de la richesse humaine pour les ménages classiques). En revanche, la consommation des ménages retraités augmente en raison de

Graphique 5  
Augmentation de l'espérance de vie d'un an, en maintenant la durée moyenne d'activité



l'accroissement du nombre de retraités. L'effet agrégé sur la consommation est à court terme marqué (avec une réduction de plus de 1 % de la consommation), mais à long terme négligeable. À long terme, ces effets s'analysent comme un transfert intergénérationnel allant des actifs vers les retraités.

Les ménages retraités classiques enregistrent donc une augmentation de leurs équivalents patrimoniaux de droits à la retraite alors que leur espérance de vie s'accroît. La consommation des ménages classiques retraités augmente. Toutefois, l'accroissement de la population des retraités se fait progressivement alors que les ménages classiques actifs subissent immédiatement la réduction de leur richesse humaine. De ce fait, à court terme, la baisse de la consommation des ménages classiques actifs fait plus que compenser l'augmentation de la consommation des ménages retraités. Par conséquent, la consommation totale enregistre à brève échéance une réduction marquée. Cette baisse de la consommation induit une réduction des recettes de TVA et, pour maintenir le ratio dette publique sur PIB inchangé, le taux d'IRPP est augmenté. Cette hausse du taux d'IRPP vient alimenter la baisse de la consommation des ménages keynésiens. L'accroissement du nombre de retraités induit à moyen terme une augmentation de la consommation et le retour de sa valeur à l'état stationnaire initial.

MARCOS est un outil d'analyse d'un large éventail de chocs de politique économique. Les variantes précédentes ont permis de mettre notamment en évidence le rôle majeur joué par les négociations salariales, la structure détaillée de consommation des ménages, les rigidités nominales à court terme et les fonctions de réaction des autorités monétaires et budgétaires. Plusieurs enseignements peuvent être tirés des exercices de simulations menés ici.

Lors des évaluations des effets d'une réduction du taux de pression fiscale, les effets d'équivalence ricardienne sont notablement réduits par la présence simultanée de ménages n'accédant pas aux marchés financiers et ayant une espérance de vie finie. La dette publique est alors financée en quasi-totalité par le reste du monde.

Le choc de productivité a permis de mettre en évidence le rôle majeur de l'hypothèse de négociations salariales de type « droit à gérer l'emploi ». Ce choc se répercute presque intégralement sur les salaires mais laisse l'emploi inchangé. Par ailleurs, dans un contexte d'imparfaite mobilité du capital, une modification de l'assiette des cotisations sociales, en substituant une cotisation portant sur l'ensemble des revenus à une partie des cotisations sociales employeurs, améliore les salaires et, dans une moindre mesure, l'emploi.

L'allongement de l'espérance de vie des ménages fournit des indications sur les modes de financement du régime de retraite par répartition. Le financement s'effectue par un relèvement des taux de prélèvement obligatoire, ce qui a pour effets d'accroître *ex ante* le coût du travail et de réduire *ex post* les salaires réels nets. Cette variante s'analyse comme un choc d'offre négatif et illustre les phénomènes de transferts intergénérationnels entre actifs et retraités.

Par rapport aux modèles néo-keynésiens traditionnels, ces exercices de simulations ont mis en évidence les avantages de MARCOS qui, grâce à ses fondements microéconomiques, simule une dynamique de long terme cohérente. Cette propriété est particulièrement utile pour l'analyse de chocs, notamment ceux d'offre, qui ont des effets à long terme sur l'économie. De même, la séparation des ménages selon leur accès aux marchés financiers et leur statut d'actifs ou de retraités permet de mesurer des effets de composition au sein des ménages, en particulier à la suite d'une modification de la fiscalité ou du système de retraite. Toutefois, ce choix qui consiste à favoriser la théorie économique au détriment de la dynamique de court terme et à ne pas prendre en compte des phénomènes plus conjoncturels rend MARCOS peu adapté aux exercices de prévision. Ce parti pris en fait un outil complémentaire des modèles de l'« ancienne génération ».

## Bibliographie

Black (R.), Cassino (V.), Drew (A.), Hansen (E.), Hunt (B.), Rose (D.) et Scott (A.) (1997) : « The Forecasting and Policy System : The Core Model », Reserve Bank of New Zealand, *Research Paper*, n° 43.

Black (R.), Laxton (D.), Rose (D.), et Tetlow (R.) (1994) : « SSQPM : The Structure, Calibration and Properties of the Steady State of QPM », Bank of Canada, *mimeo*.

Blanchard (O.J.) (1985) : « Debt, Deficits, and Finite Horizons », *Journal of Political Economy*, n° 93, p. 223-47.

Cadiou (L.), Déés (S.), Guichard (S.), Kadareja (A.), Laffargue (J-P.), Rzepkowski (B.) (2001) : « MARMOTTE A Multinational Model by CEPII/CEPREMAP », CEPII, *Document de travail*, n° 15.

Chauvin (V.), Dupont (G.), Heyer (E.), Plane (M.), Timbeau (X.) (2002) : « Le modèle France de l'OFCE », Revue de l'OFCE, avril.

Coletti (D.), Hunt (B.), Rose (D.) et Tetlow (R.) (1996) : « The Dynamic Model QPM », Bank of Canada, *mimeo*.

Faruqee (H.), Laxton (D.) et Symansky (S.) (1997) : « Government Debt, Life-Cycle Income and Liquidity Constraints : Beyond Approximate Ricardian Equivalence », IMF, *Staff Papers*, n° 44, p. 374-382.

Gertler (M.) (1997) : « Government Debt and Social Security in a Life-Cycle Economy », NBER, *Working Paper*, n° 6000.

Jacquinet (P.) et Mihoubi (F.) (2000) : « Modèle à anticipations rationnelles de la conjoncture simulée : MARCOS », Banque de France, *NER*, n° 78, <http://www.banque-france.fr/publi/telechar/ner78.htm>.

Jacquinet (P.) et Mihoubi (F.) (2003a) : « MARCOS zone euro », Banque de France, *NER*, à paraître.

Jacquinet (P.) et Mihoubi (F.) (2003b) : « MARCOS à plusieurs zones », Banque de France, *NER*, à paraître.

Jacquinet (P.) et Mihoubi (F.) (2003c) : « The Optimality of the US and Euro Area Taylor Rule in MARCOS », Banque de France, *NER*, à paraître.

Laffargue (J-P.) (1995) : « A Dynamic Model of the French Economy, with Rational Expectations, Monopolistic Competition and Labour Market Bargaining », *Annales d'Économie et de Statistique*, 37/38.

Laxton (D.), Isard (P.), Faruqee (H.), Prasad (E.) et Turtelboom (B.) (1998) : « MULTIMOD Mark III, The Core Dynamic and Steady-State Models », IMF, *Occasional Paper*, n° 164.

Layard (R.), Nickell (S.) et Jackman (R.) (1991) : « *Unemployment* », University Press.

Roeger (W.) et in't Velt (J.) (1997) : « QUEST II : A Multi Country Business Cycle and Growth Model », European Commission, *Economic Papers*, n° 123.