



DOCUMENTS DE TRAVAIL DE LA DGTPE

Numéro 2007/08 - Septembre 2007

Divergences de productivité en union monétaire

Présentation du modèle Oméga3

Benjamin CARTON, Thibault GUYON

Divergences de productivité en union monétaire

-

Présentation du modèle Oméga3

Benjamin Carton et Thibault Guyon

Ce document de travail n'engage que ses auteurs. L'objet de sa diffusion est de stimuler le débat et d'appeler commentaires et critiques.

Au moment de la rédaction de cet article, Benjamin Carton et Thibault Guyon étaient chargés d'études au bureau de l'analyse macroéconomique internationale (MACRO2) de la DGTPE.

Cet article a bénéficié des commentaires de Michel Houdebine, Jean-Luc Schneider et Anne Epaulard. Les opinions exprimées et les éventuelles erreurs n'engagent que les auteurs.

Table des matières

RESUME/ABSTRACT	4
SYNTHESE	5
1 Introduction	7
2 Modèle d'équilibre général dynamique en économie ouverte	9
2.1 Dynamique de la balance courante	9
2.2 Dynamique du taux de change	12
2.3 Economies avec production	16
3 Le modèle OMÉGA3 de la DGTPE	21
3.1 Les ménages	22
3.2 Les entreprises	27
3.3 Le commerce et le marché des biens	30
3.4 Les politiques macroéconomiques	33
4 Divergence des taux de croissance de la productivité entre pays d'une union monétaire	36
4.1 Remarques préliminaires	37
4.2 Effets d'une divergence des taux de croissance de la productivité en union monétaire	38
4.3 Les effets macroéconomiques d'un choc asymétrique de dépenses publiques	41
4.4 Discussion	42
5 Conclusion	43
TABLE DES FIGURES	45
TABLE DES ENCADRES	45
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	47

RESUME

Ce document de travail présente un outil développé à la DGTPE de modélisation en équilibre général avec anticipations rationnelles à prix et salaire rigides comprenant trois économies (OMÉGA3). Deux de ces économies forment une zone monétaire (change fixe), elle même en change flexible vis-à-vis du reste du Monde. Chaque économie produit un bien non échangeable et un bien échangeable, imparfaitement substituables aux biens échangeables des autres économies. Deux types de ménages cohabitent : des ménages à horizon de vie infinie optimisant une utilité intertemporelle (ricardiens) et des ménages suivant une règle de consommation *ad hoc* (keynésiens). Il y a trois sources de demande dans l'économie : la consommation, l'investissement et les dépenses publiques.

Une application d'OMÉGA3 est ensuite développée pour étudier les conséquences macroéconomiques de divergences de productivité au sein d'une union monétaire. Les effets d'une hausse de la productivité sur les déséquilibres de balances courantes intra zone et sur les écarts d'inflation dépendent de la localisation des gains de productivité dans le secteur des échangeables ou dans le secteur des non échangeables. Les anticipations sont un canal puissant de transmission du choc aux économies : la demande intérieure d'un pays en rattrapage de productivité va s'accroître fortement via des effets "hausse du revenu permanent" (pour la consommation) et "hausse du rendement espéré du capital" (pour l'investissement). Par conséquent, des anticipations de croissance relativement plus optimistes que pour le reste de la zone monétaire conduiront à la fois à un creusement du déficit de la balance courante et à une surchauffe, à cause des rigidités nominales et d'un ajustement du taux de change réel (sous son niveau d'équilibre) plus lent qu'en changes flexibles. La politique monétaire et le taux de change externe accentuent les divergences à court terme. Des politiques budgétaires coordonnées peuvent jouer un rôle important pour réduire les écarts de position macroéconomique qui en résultent.

ABSTRACT

The working paper presents a dynamic general equilibrium model with rational expectations and nominal rigidities (OMÉGA3) that has been developed at the French Directorate General for the Treasury and Economic policy (DGTPE). The model includes three economies. Two of them are part of a currency area (fixed exchange rate). The third one stands for the rest of the world. The exchange rate between the currency area and the rest of the world is flexible. Each economy produces a non tradable good and a tradable good which is imperfectly substitutable with the foreign tradable goods. Demand in the economy has three sources : consumption, investment and public expenditures.

As an illustration of OMÉGA3's ability to support macroeconomic analysis, we assess macroeconomic consequences of diverging trends in productivity within a currency area. For a single country of a currency area, more optimistic productivity growth expectations than area average lead to a current account deficit and to a long lasting overheating, because of a slower adjustment of the real exchange rate (up) to its equilibrium than in flexible exchange rate regime. Short-term macroeconomic divergences become more pronounced due to the common monetary policy and fixed nominal exchange rate. Stronger fiscal coordination may help to reduce these cyclical divergences.

SYNTHESE

Ce document de travail présente le modèle OMÉGA3 qui a été développé au bureau de l'Analyse macroéconomique internationale (Macro2) de la DGTPE. Il s'agit d'un modèle d'équilibre général dynamique comprenant trois économies : deux économies formant une zone monétaire et un troisième pays, représentant le reste du monde, en change flexible. OMÉGA3 n'est pas destiné à faire des prévisions mais permet d'analyser dans un cadre unifié les conséquences à court, moyen et long terme d'un certain nombre de chocs transitoires ou permanents affectant un pays particulier de la zone euro comme par exemple un choc de productivité, la politique macroéconomique, une modification de la fiscalité, etc.

Le modèle reprend les ingrédients classiques de la littérature dite de la "nouvelle synthèse" : une économie de production où les agents forment des anticipations rationnelles et décident de leurs actions afin d'optimiser à horizon infini une utilité intertemporelle, des rigidités réelles (sur l'investissement) et nominales (prix et salaires). Le modèle étant multi-pays, il s'apparente directement à l'approche intertemporelle de la balance courante de Obstfeld & Rogoff (1996). OMÉGA3 s'écarte toutefois de ces modélisations aujourd'hui traditionnelles en introduisant des ménages dits "keynésiens" (qui n'optimisent pas une utilité intertemporelle mais suivent une règle de consommation *ad hoc*), ce qui rapproche pour une part le comportement dynamique d'OMÉGA3 des modèles macroéconométriques non structurels : en particulier, les effets d'une hausse des dépenses publiques financée par l'emprunt induit une hausse de la consommation des ménages.

Le modèle n'a pas vocation à représenter de façon figée la France dans la zone euro dans le monde. Les simulations sont effectuées autour d'un équilibre stationnaire de long terme que l'on peut facilement calibrer (taille relative des économies, ouverture de chaque économie, part de l'investissement, de la consommation et des dépenses publiques, etc.) et les deux territoires formant la zone monétaire peuvent représenter n'importe quel découpage de la zone euro. Par ailleurs, les éléments précis de la modélisation (un ou deux secteurs de production, taxes forfaitaires ou taxes distorsives, etc.) peuvent être ajustés au niveau de détail nécessaire selon le problème étudié (fiscalité des ménages, choc de productivité, choc de demande dans le reste du monde, accroissement de la concurrence, etc.). Il s'agit plutôt d'un cadre dont on propose ici une incarnation particulière visant à étudier les effets d'un choc progressif de productivité dans un des pays de la zone euro et les réponses possible de politique macroéconomiques.

Un choc anticipé de productivité conduit les ménages à accroître dès aujourd'hui leur consommation (effet "revenu permanent") et favorise l'investissement (le rendement anticipé du capital augmente). Ces deux effets induisent à court et moyen terme une hausse de la demande agrégée (hausse dont l'ampleur est limitée par l'introduction de ménages keynésiens qui ne consomment pas en avance la hausse de leur revenu futur) et une baisse de l'offre de travail (car l'utilité marginale de la consommation diminue). Dans une petite économie ouverte à prix flexibles, le taux de change réel s'apprécie instantanément ce qui permet de concentrer l'excès de demande sur les biens importés : les facteurs de production domestiques se déplacent du secteur producteur des biens échangeables vers le secteur producteur des biens non échangeables. Lorsque les prix sont rigides mais que le taux de change nominal est flexible, le taux de change nominal vient pallier le manque de réaction des prix. En revanche, lorsque le pays fait partie d'une zone monétaire, son taux de change réel reste sous-évalué ce qui entraîne une surchauffe ; symétriquement, le reste de la zone monétaire a un taux de change sur-évalué et voit son écart de production se creuser.

L'ampleur de la dégradation de la balance courante dépend aussi de la localisation des gains de productivité : elle est très forte s'ils sont concentrés dans le secteur des biens échangeables, mais quasi nulle s'ils sont concentrés dans le secteur des biens non échangeables. En effet, la hausse de la consommation liée à l'augmentation du revenu permanent est, à court et moyen terme, modulée par le comportement des taux d'intérêt réel. Lorsque les gains de productivité apparaissent dans le secteur des biens échangeables, le taux de change interne va avoir tendance à s'apprécier (hausse du prix des biens non échangeables par rapport au prix des biens échangeables) ce qui diminue le taux d'intérêt réel et stimule la consommation. A l'inverse, si les gains de productivité apparaissent dans le secteur des biens non échangeables, le taux de change interne se déprécie tendanciuellement et accroît mécaniquement le taux d'intérêt réel.

La nature même des gains de productivité affecte la dynamique du taux de change réel et de la balance courante. Si ceux-ci consistent à produire plus du bien domestique, son prix doit diminuer à long terme pour équilibrer l'offre et la demande sur le marché des biens. La dégradation tendancielle des termes de l'échange

accroît le taux d'intérêt réel et limite la dégradation de la balance courante. Si les gains de productivité prennent la forme d'une hausse des variétés produites domestiquement, la demande pour ces biens s'accroît sans que les termes de l'échange n'aient à se dégrader à long terme et la baisse du taux d'intérêt réel est maximum.

1 Introduction

L'analyse des unions monétaires qui a été menée la décennie précédente la création de la monnaie unique s'est généralement intéressée aux chocs asymétriques transitoires et au besoin de coordination des politiques macroéconomiques. La théorie des zones monétaires optimales due à Mundell (1961) et Kenen (1969) met l'accent sur la nécessité de disposer de mécanismes d'ajustement réels efficaces (forte mobilité des facteurs, flexibilité des prix, coordination des politiques budgétaires, ...) pour pallier l'absence d'ajustement nominal du change lors de chocs asymétriques. Quelques années après la création de l'UEM, l'expérience montre que les écarts de cycle économiques ou les chocs asymétriques transitoires ne suffisent pas à expliquer certains phénomènes persistants comme les déséquilibres de balances courantes ou les écarts d'inflation. Comme le notent Blanchard & Giavazzi (2002), et Blanchard (2007a,b), d'autres facteurs plus structurels peuvent en effet mieux rendre compte de ces phénomènes persistants : écarts de croissance potentielle, facteurs démographiques, chocs asymétriques permanents sur les taux d'intérêt de long terme...

Les modèles macroéconométriques internationaux permettaient d'évaluer de façon satisfaisante les effets de chocs transitoires sur les variables macroéconomiques à court terme, mais ont plus de mal à apporter une analyse pertinente de l'impact de chocs structurels affectant simultanément toutes les variables macroéconomiques. Des modèles structurels, comme les modèles dynamiques d'équilibre général (DGE) de la nouvelle synthèse, permettent en revanche de mettre en évidence les mécanismes à l'oeuvre suite à des chocs structurels divers affectant l'économie. L'introduction de ménages "keynésiens" ayant une règle *ad hoc* de consommation est une originalité importante par rapport au modèle standard comme celui de Christiano et al. (2005) développé en premier lieu pour l'analyse de la politique monétaire. Galí et al. (2007) ont montré comment l'introduction de tels ménages permet de rendre compte de l'effet des dépenses publiques sur la consommation. Nous verrons comment ils modifient aussi l'effet d'un choc de productivité sur la dynamique de la balance courante.

Ce document de travail essaie de contribuer au débat sur les zones monétaires optimales en analysant les conséquences macroéconomiques du rattrapage en union monétaire à l'aide d'un modèle structurel qui sera présenté en détail. Cet outil de modélisation en équilibre général en anticipations rationnelles à trois zones imbriquées (un pays dans la zone euro dans le monde), appelé OMÉGA3, a été développé au bureau Analyse macroéconomique internationale (Macro2) de la Direction Générale du Trésor et de la Politique Economique; il est voué à être mobilisé pour répondre à différents types de questions structurelles en économie internationale et ayant des implications de politique économique. Sa structure est proche de celle du modèle "Global Economy Model" développé au Fonds Monétaire International¹. OMÉGA3 suggère que les effets d'une hausse de la productivité sur les déséquilibres de balances courantes intra zone et sur les écarts d'inflation dépendent de façon cruciale de la localisation des gains de productivité dans le secteur des échangeables ou dans le secteur des non échangeables. Les anticipations sont un canal puissant de transmission du choc aux économies : la demande intérieure d'un pays en rattrapage de productivité va s'accroître fortement via des effets "hausse du revenu permanent" (pour la consommation) et "hausse du rendement espéré du capital" (pour l'investissement). Par conséquent, des anticipations de croissance relativement plus optimistes que pour le reste de la zone monétaire conduiront à la fois à un creusement du déficit de la balance courante et à une surchauffe, à cause des rigidités nominales et d'un ajustement du taux de change réel (sous son niveau d'équilibre) plus lent qu'en changes flexibles. En second lieu, on essaie de déduire de cet exercice de simulations quelques recommandations de politique macroéconomique, notamment sur le rôle de la politique budgétaire. La politique monétaire et le taux de change externe accentuent les divergences à court terme. Des politiques budgétaires coordonnées peuvent jouer un rôle important pour réduire les écarts de position macroéconomique qui en résultent.

¹Bayoumi et al. (2004), Juillard et al. (2005), WEO(2005), présentent des variantes du modèle GEM, illustrant plus généralement l'usage pédagogique et qualitatif que l'on peut faire des modèles d'équilibre général dynamiques en économie ouverte.

De nombreuses autres institutions (essentiellement des banques centrales) ont développé des modèles d'équilibre général dynamique stochastique à des fins d'évaluation plus quantitative des politiques monétaires : on peut citer par exemple Smets & Wouters (2002) pour la BCE, Erceg et al. (2005) pour la Fed, Langedijk & Roeger (2007) pour la Commission européenne, ...

Ce document de travail s'organise en trois parties, et permet différents niveaux de lecture, chacune d'elles ayant sa cohérence propre et pouvant être lue de façon indépendante. La première partie constitue un guide pour toutes celles et ceux qui désirent comprendre comment construire pas à pas un modèle d'équilibre général dynamique en économie ouverte à prix flexibles ; elle insiste sur les modèles d'équilibre général de taux de change et de balance courante. La seconde partie présente en détail les équations du modèle OMEGA3, et met en exergue le rôle des rigidités nominales. La troisième partie est consacrée à l'étude problématisée des conséquences macroéconomiques d'une divergence des taux de croissance de la productivité au sein d'une zone monétaire.

2 Modèle d'équilibre général dynamique en économie ouverte

Dans cette partie, on propose une construction pas à pas d'un modèle d'équilibre général dynamique international. Ce que les différents auteurs entendent par modèle international n'est pas univoque. En général cela consiste en l'existence de deux types d'agents différents au moins (les ménages domestiques et les ménages étrangers) qui se différencient (i) par la composition du panier de consommation (*home bias*) où (ii) par le fait qu'ils ne peuvent s'assurer contre des risques idiosyncratiques (*imperfect risk sharing*) en l'absence d'un marché complet de titres financiers. Une dernière caractéristique des modèles internationaux, et qui est partagée avec beaucoup d'autres types de modèles, c'est bien sûr (iii) la segmentation des marchés d'un certain nombre de facteurs de production (le travail, le capital, la terre, etc.). ici, les trois aspects (*home bias*, *imperfect risk sharing* et segmentation du marché des facteurs) seront présents simultanément.

Afin de simplifier la présentation, on supposera dans cette partie l'absence de rigidités nominales ce qui revient à dire que l'on s'intéresse à la dynamique de moyen et de long terme de l'économie. L'équilibre macroéconomique est donc atteint par des variations de prix relatifs (entre les différents types de biens) et du taux d'intérêt (variation du prix relatif de demain par rapport à aujourd'hui). Les comportements keynésiens standards (les prix sont rigides, le taux d'intérêt réel dépend du taux nominal, l'équilibre épargne-investissement est obtenu par l'ajustement de l'activité, etc.) seront abordés lors de la présentation du modèle OMEGA3.

2.1 Dynamique de la balance courante

A chaque période les deux économies (Home et Foreign) ont chacune une dotation en bien mondial (identique pour les deux économies). Cette dotation est stationnaire mais stochastique de moyenne 1/2 (la taille de l'économie mondiale est égale en moyenne à 1).

Il n'existe pas de titres contingents permettant aux deux économies de se couvrir contre des risques idiosyncratiques. Si de tels titres existaient, ils permettraient de réaliser une dotation *ex post* égalitaire : chaque économie consommant la moitié de la production mondiale de la période². Il existe toutefois un titre court au rendement certain (le taux d'intérêt est fixé aujourd'hui) qui permet d'échanger une unité de bien aujourd'hui contre $1 + r$ unité de bien demain. Ainsi, lorsque Home voit sa dotation augmenter de façon transitoire (disons pour une période), elle aura tendance à acheter des titres, c'est-à-dire à échanger des biens aujourd'hui contre des biens demain pour lisser sa consommation.

2.1.1 Stationnarité de la position extérieure nette

Après un choc de dotation transitoire, Home détient une créance sur Foreign (sa position extérieure nette est positive). Dans un monde sans croissance, on peut se demander si Home va consommer exactement les intérêts de sa richesse ce qui conduira à la perpétuer (en moyenne) ou si elle va consommer un peu plus que le montant des intérêts ce qui tendra à faire revenir sa position extérieure nette vers zéro. Dans le premier cas, la position extérieure nette n'est pas stationnaire mais suit une marche aléatoire, dans le second cas elle est stationnaire de moyenne nulle, mais éventuellement très persistante.

En théorie, tout dépend de l'aversion pour le risque des agents. Dans un monde où la dotation est stochastique et où les ménages ont une aversion pour le risque décroissante avec le niveau de consommation (ce qui est par exemple le cas si les consommations négatives sont impossibles), la position extérieure nette aura tendance à revenir vers zéro, mais très lentement car la dynamique n'est pas linéaire. Si en revanche l'aversion pour le risque des ménages est constante, le raisonnement en "équivalent certain" s'applique et la position extérieure nette suit une marche aléatoire. Dans le premier cas, il y a un unique état stationnaire, dans l'autre il y en a autant que de niveaux possibles de la position extérieure nette. Les méthodes de

²Dans le cas général, la présence de marchés financiers complets égalise dans tous les états de la nature et à toute date le rapport des utilités marginales des ménages des deux économies. Lorsque les deux économies sont identiques, ceci se traduit par le fait que la consommation des deux pays est la même.

résolution (linéarisation de la dynamique autour d'un état stationnaire isolé) est problématique dans les deux cas car même s'il existe un seul état stationnaire, le modèle linéarisé admet une valeur propre égale à 1 et l'on ne peut trouver le *stable path*.

Dès lors, on est obligé d'introduire une force de rappel linéaire pour assurer que suite à un choc transitoire, l'économie retrouve l'équilibre stationnaire initial³. Plusieurs artifices de modélisation, tout à fait équivalents quant à leurs implications sur la dynamique du modèle, permettent de simuler une telle force. Schmitt-Grohé & Uribe (2005) propose plusieurs modélisation⁴ et un calibrage de cette force permettant d'éviter qu'elle ne vienne parasiter la dynamique du modèle là où elle est intéressante⁵. On propose ici deux présentations, deux "histoires" rendant compte de cette force de rappel.

Première histoire : marchés financiers imparfaits

Pour rendre stationnaire la position extérieure nette de l'économie, on introduit des "frictions" sur les marchés financiers internationaux. Plus précisément, le taux d'intérêt s'appliquant aux ménages d'une économie dépend négativement de la position extérieure nette du pays. Par exemple, si Foreign est endetté auprès de Home, le taux d'intérêt que verse Foreign sur sa dette est supérieur au taux du marché. Dans le même temps, Home reçoit des intérêts sur les créances qu'il détient sur Home, mais le taux d'intérêt qui s'applique est plus faible que le taux de marché.

Comme les dettes de l'une représentent les créances de l'autre, le montant total des intérêts versés par Foreign est supérieur au montant des intérêts reçus par Home ce qui pose un problème comptable. La différence entre les deux est en fait reversée sous la forme d'un transfert forfaitaire aux deux ménages. Plus précisément, on fait l'hypothèse que les ménages de chaque économie reçoivent une somme forfaitaire représentant le montant de dette fois la différence entre le taux d'intérêt effectif et le taux de marché⁶; au niveau de la comptabilité nationale, le taux d'intérêt qui s'applique à la dette extérieure est donc égal au taux d'intérêt de marché r .

Deuxième histoire : les ménages n'aiment pas les dettes

Dans la contrainte budgétaire des ménages des deux économies, le taux d'intérêt qui intervient est bien le taux de marché. Mais le taux d'intérêt *subjectif* qui intervient dans la décision d'épargne dépend de la position extérieure nette. Ainsi, une économie endettée ressentira un taux d'intérêt supérieur à une économie créancière, ce qui conduira la première à consommer moins et la seconde à consommer plus.

Dans les deux histoires, l'artifice de modélisation permet de tordre les comportements de consommation afin de stationnariser la position extérieure nette, sans pour autant affecter la comptabilité macroéconomique.

2.1.2 Ecriture du modèle

Les dotations exogènes des deux économies, domestique (H) et étranger (F), sont notées Y_t et Y_t^* . Chaque économie comprend un ménage représentatif (les marchés sont complets à l'intérieur de chaque pays) qui maximise son utilité intertemporelle (\mathcal{W} et \mathcal{W}^* respectivement).

$$\mathcal{W}_\tau = E_\tau \sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau} U(C_t)$$

Le paramètre β représente le facteur d'escompte psychologique que l'on suppose identique à l'état station-

³En équivalent certain, les algorithmes de résolution des modèles d'équilibre général dynamiques et stochastiques se heurtent au cas des chocs transitoires ayant des effets permanents (i.e. modifiant l'état stationnaire, comme les marches aléatoires). Toutefois, dans certains modèles simplifiés, il est possible de calculer explicitement le nouvel équilibre stationnaire; c'est le cas dans le modèle de Obstfeld & Rogoff (1995).

⁴Ghironi (2000) parvient à dériver également une dynamique stationnaire et non triviale de la balance courante à partir d'un modèle à générations imbriquées.

⁵Dans certains cas, pour éviter que la position extérieure nette de long terme reviennent vers zéro après un choc permanent qui tend manifestement à l'en éloigner, on peut calibrer un choc supplémentaire sur la position extérieure nette d'équilibre tel que le modèle reproduise une dynamique très proche de celle qui aurait lieu sans la force de rappel *ad hoc*.

⁶Cet artifice ne simule donc pas une prime de risque liée au risque de défaut.

naire dans les deux pays⁷. On suppose que ce paramètre peut subir des chocs transitoires : une baisse de β revient à augmenter la "préférence pour le présent" ce qui accroît la consommation aujourd'hui et l'endettement, au détriment de la consommation de demain (il faut payer les intérêts sur la dette et rembourser progressivement le capital).

En faisant apparaître les frictions sur les marchés financiers sous la forme du terme $\Gamma(B)$ ("première histoire"), la contrainte de budget du ménage domestique s'écrit :

$$C_t + B_t \leq Y_t + (1 + r_{t-1}) [1 - \Gamma(B_{t-1})] B_{t-1} + \Phi_t$$

B_t représente l'encours des créances des ménages domestiques sur les ménages étrangers en fin de période t (la position extérieure nette), Γ représente la différence entre le taux d'intérêt effectif et le taux d'intérêt de marché et Φ_t le transfert forfaitaire qui assure l'équilibre comptable. La forme donnée à Γ est :

$$\Gamma(B_t) = \phi B_t$$

La contrainte budgétaire avec frictions sur les marchés financiers permet de dériver la condition d'Euler pour le ménage domestique :

$$1 = \beta (1 + r_t) [1 - \Gamma(B_t)] E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \right\}$$

Comme l'utilité marginale de la consommation est décroissante ($U_c(C_t) < 0$), l'équation d'Euler implique que la consommation de demain est supérieure à la consommation courante lorsque le taux d'intérêt s'applique à chaque ménage ($(1 + r)(1 - \Gamma)$) est inférieur à la préférence pour le présent ($1/\beta$).

Le marché des biens et le marché des titres sont supposés équilibrés à chaque période :

$$\begin{aligned} C_t + C_t^* &= Y_t + Y_t^*, \\ B_t + B_t^* &= 0. \end{aligned}$$

Le montant des transferts forfaitaires est déterminé en écrivant que le taux d'intérêt qui s'applique dans la contrainte budgétaire de la nation est égal au taux de marché :

$$C_t + B_t = Y_t + (1 + r_{t-1}) B_{t-1}$$

A l'équilibre stationnaire, il n'y a aucune créance échangée ($B = 0$) et le niveau de la consommation des deux économies est égal à la valeur moyenne de leur dotation.

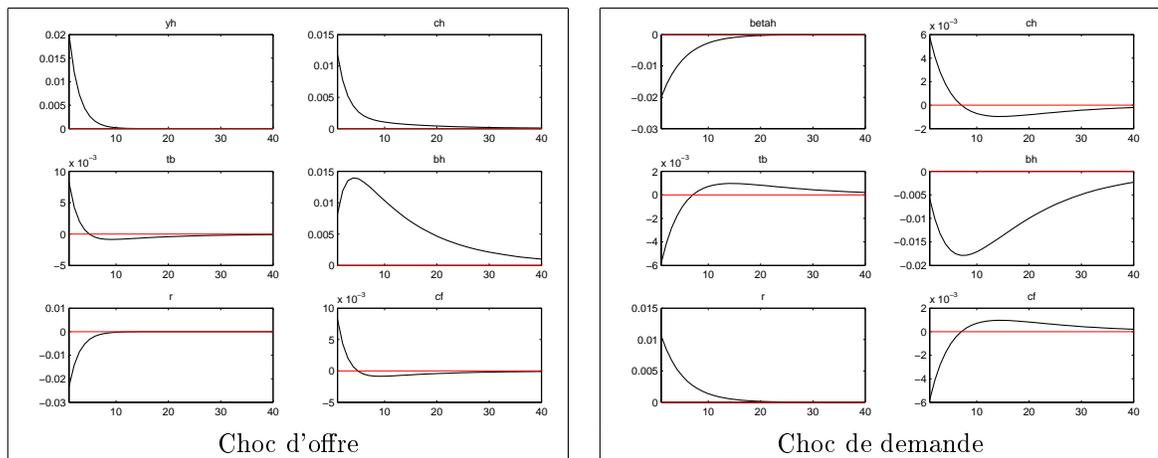
2.1.3 Simulation de chocs de dotation et de préférence

Définition des variables de la simulation

betah	facteur d'escompte	yh	dotation de Home
ch	consommation de Home	tb	balance commerciale de Home
bh	créances de Home sur Foreign	cf	consommation de Foreign
r	taux d'intérêt		

⁷Supposer des β différents avec la spécification que l'on fait sur les frictions sur les marchés financiers internationaux permettrait de simuler les cas où la position extérieure nette d'équilibre est non nulle.

FIG. 1: Choc d'offre et de demande chez Home



- En cas de hausse transitoire de la dotation de Home, le taux d'intérêt mondial décroît. Ceci conduit à augmenter la consommation des deux économies dans des proportions presque identiques. La balance commerciale de Home s'améliore et Home accumule des titres sur Foreign. Une fois le choc de dotation disparu, la consommation de Home reste supérieure au "compte central" et le stock de créance décroît progressivement. (Vu le paramétrage de la force de rappel, il est divisé par deux en 10 trimestres. Voir figure 1.)
- En cas de hausse transitoire de préférence pour le présent des ménages domestiques, le niveau du taux d'intérêt croît, ce qui déprime la consommation étrangère et équilibre le marché des biens. La détérioration de la balance courante conduit à une accumulation de dettes par les ménages domestiques. Par la suite, les ménages domestiques consommeront plus faiblement et la position extérieure nette reviendra vers sa valeur de long terme soit zéro ici (voir figure 1).

2.2 Dynamique du taux de change

Dans le premier modèle, la dotation des deux économies étaient dans le même bien. On suppose maintenant que chaque économie est dotée d'une quantité stochastique d'un bien spécifique échangeable et d'un bien spécifique non échangeable. D'une part les deux biens échangeables sont imparfaitement substituables entre eux mais en plus l'agrégat formé des deux biens échangeables est lui-même imparfaitement échangeable avec le bien non échangeable. Chaque pays est donc simultanément importateur du bien échangeable de l'autre pays et exportateur de son propre bien échangeable.

Deux types de créances sont introduites dans l'économie, l'une est l'échange d'une unité de bien domestique (produit par Home) aujourd'hui contre $1 + r_h$ unités de biens domestiques demain, l'autre est l'échange d'une unité de bien étranger (produit par Foreign) aujourd'hui contre $1 + r_f$ unités de biens étrangers demain. Le rendement de chaque titre, exprimé en unités de biens, est certain (le taux d'intérêt est fixé aujourd'hui), mais les deux titres ne sont pas équivalents car le prix relatif des deux biens demain n'est pas connu aujourd'hui (il est influencé par les chocs de demain). *Ex ante* les rendements des deux titres sont, en moyenne, identiques; *ex post*, ils peuvent différer.

On ne cherche pas à dériver le portefeuille optimal de chaque agent en s'appuyant sur la corrélation entre le différentiel de rendement *ex post* et le différentiel d'utilité marginale de la consommation entre Home et Foreign pour couvrir une partie des risques idiosyncratiques (*partial consumption risk sharing*). On impose une valeur pour la détention nette de chaque titre à l'état stationnaire et une force de rappel sur chaque

titre dépendant de l'écart entre la détention de titre actuelle et sa valeur à l'état stationnaire⁸.

2.2.1 Le commerce et l'équilibre sur le marché des biens

Les dotations de biens échangeables et non échangeables domestiques et étrangers sont données par : Y_{NT} , Y , Y_{NT}^* , Y^* , chacun de ces biens a un prix unique dans les deux pays noté respectivement P_{NT} , P , P_{NT}^* , P^* .

La consommation des ménages est composée de biens non échangeables (C_{NT}) et de biens échangeables (C_T) :

$$C^{\frac{\theta-1}{\theta}} = \eta^{\frac{1}{\theta}} C_{NT}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1-\eta)^{\frac{1}{\theta}} C_T^{\frac{\theta-1}{\theta}}$$

La consommation de biens échangeables est elle-même composée de biens échangeables domestiques et de biens échangeables étrangers (importations). Elle est définie par :

$$C_T^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} = \gamma^{\frac{1}{\sigma}} D^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1-\gamma)^{\frac{1}{\sigma}} M^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

Pour dériver les fonctions de demande, on définit deux indices de prix : l'indice des prix à la consommation domestique (CP) et l'indice des prix des biens échangeables (P_T) :

$$\begin{aligned} CP^{1-\theta} &= \eta P_{NT}^{1-\theta} + (1-\eta) P_T^{1-\theta} \\ P_T^{1-\sigma} &= \gamma P^{1-\sigma} + (1-\gamma) P^{*1-\sigma} \end{aligned}$$

La demande en chaque type de biens peut s'exprimer en fonction de la consommation totale et de ces indices de prix :

$$\left\{ \begin{array}{ll} C_{NT} = \eta \left(\frac{P_{NT}}{CP}\right)^{-\theta} C & \text{demande de biens non échangeables} \\ D = (1-\eta)\gamma \left(\frac{P_T}{CP}\right)^{-\theta} \left(\frac{P}{P_T}\right)^{-\sigma} C & \text{demande de biens échangeables domestiques} \\ M = (1-\eta)(1-\gamma) \left(\frac{P_T}{CP}\right)^{-\theta} \left(\frac{P^*}{P_T}\right)^{-\sigma} C & \text{demande de biens échangeables étrangers (importations)} \end{array} \right.$$

Les équilibres sur les marchés des biens s'écrivent :

$$\begin{aligned} Y_{NT} &= C_{NT} & Y_T &= D + M^* \\ Y_{NT}^* &= C_{NT}^* & Y_T^* &= D^* + M \end{aligned}$$

L'élasticité de substitution entre les biens échangeables domestiques et les biens échangeables étrangers est en général assez forte ($\sigma = 2$) alors que l'élasticité de substitution entre les biens échangeables et les biens non-échangeables est plus faible (η autour de 1). La part de la production des biens non-échangeables dans le PIB est en général supérieure à 0,5 dans les grandes économies (USA, Japon, zone euro)⁹.

⁸L'artifice permettant de stationnariser la position extérieure nette dans la première partie est utilisée pour chaque type de titre indépendamment. L'utiliser sur la position extérieure nette agrégée ne permettrait pas de déterminer l'état stationnaire de la détention de chacun des titres.

⁹Obstfeld & Rogoff (2004) calibrent la part des biens non-échangeables dans l'économie américaine à 0,7.

2.2.2 L'équilibre sur le marché des titres

Les ménages domestiques et étrangers peuvent détenir des titres rapportant un rendement réel certain en chacun des deux types de biens, le titre rapportant un rendement en bien domestique est appelé "titre domestique" (ou, par abus, titre en monnaie domestique) et l'autre "titre étranger". La quantité de titres domestiques détenue à la fin de la période t par les ménages domestiques est notée B_{H_t} et la quantité de titres étrangers détenue est notée B_{F_t} . La contrainte intertemporelle du ménage domestique est donnée par :

$$CP_t C_t + P_t B_{H_t} + P_t^* B_{F_t} \leq P_{NT_t} Y_{NT_t} + P_t Y_{T_t} + (1 + r_{t-1})(1 - \Gamma_{H_{t-1}})P_t B_{H_{t-1}} + (1 + r_{t-1}^*)(1 - \Gamma_{F_{t-1}})P_t^* B_{F_{t-1}} + \Phi_t$$

Où $\Gamma_{H_t} = \phi B_{H_t}$ et $\Gamma_{F_t} = \phi B_{F_t}$. Les équations d'Euler relatives à chaque type de titre s'écrivent :

$$1 = \beta(1 + r_t)(1 - \Gamma_H)E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{CP_t}{CP_{t+1}} \right\},$$

$$1 = \beta(1 + r_t^*)(1 - \Gamma_F)E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \frac{P_{t+1}^*}{P_t^*} \frac{CP_t}{CP_{t+1}} \right\}.$$

Les hypothèses définissant les transferts permettant l'équilibre comptable sont les mêmes que dans le modèle à un seul bien, on a donc :

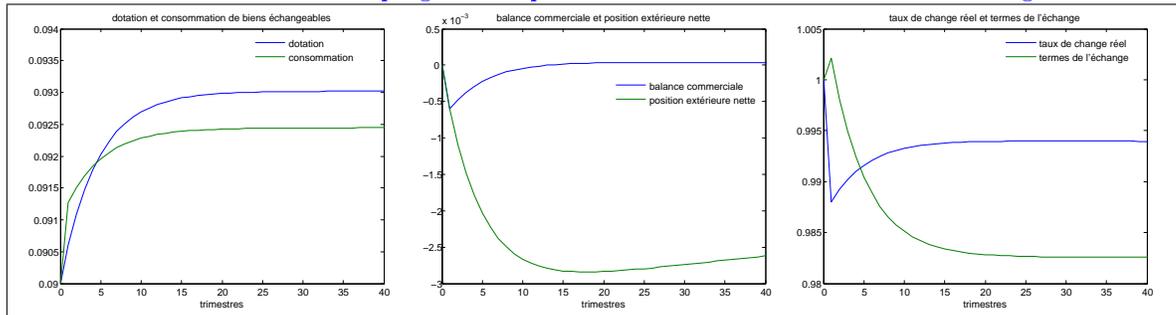
$$CP_t C_t + P_t B_{H_t} + P_t^* B_{F_t} \leq P_{NT_t} Y_{NT_t} + P_t Y_{T_t} + (1 + r_{t-1})P_t B_{H_{t-1}} + (1 + r_{t-1}^*)P_t^* B_{F_{t-1}}$$

2.2.3 Choc permanent de dotation dans le secteur des biens échangeables

Lors d'une hausse progressive et permanente de la dotation dans le secteur des biens échangeables domestique, les ménages domestiques vont anticiper la hausse de revenu permanent en augmentant fortement leur consommation dès le premier trimestre. Cette hausse de la demande domestique conduit à une appréciation du change et une amélioration des termes de l'échange (*home bias* sur les biens échangeables). La balance commerciale se dégrade. A mesure que la production de biens échangeable augmente, la balance commerciale s'améliore et les termes de l'échange se dégradent (au nouvel équilibre, la hausse de l'offre de bien échangeables domestiques pèse sur leur prix).

Dans la simulation, une croissance de la dotation en biens échangeables domestiques permettant une hausse du PIB de 1% au bout de cinq ans conduit le premier trimestre à une dégradation de la balance commerciale de 0,2 point de PIB et le taux de change réel s'apprécie de 1,2% (voir figure 2).

FIG. 2: Choc de dotation progressif et permanent dans le secteur des biens échangeables



2.2.4 Choc transitoire de dotation dans le secteur des biens non échangeables

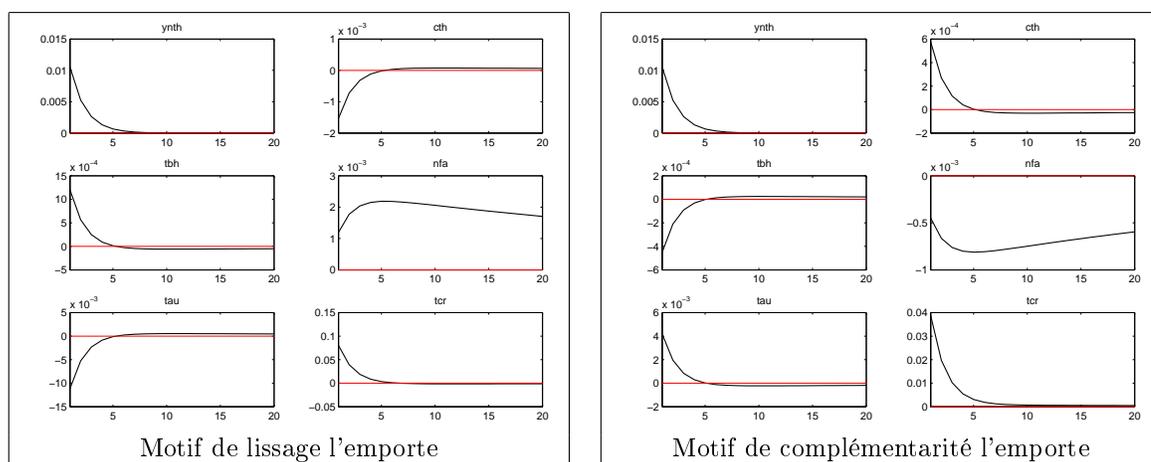
Suite à un choc de dotation transitoire positif dans le secteur des biens non échangeables à Home, on s'attendrait à une baisse du taux d'intérêt mondial (la dotation mondiale de demain est plus faible que celle d'aujourd'hui, pour inciter à la consommation aujourd'hui il faut baisser le taux d'intérêt) et une amélioration de la balance commerciale de Home. Toutefois, des mécanismes moins intuitifs peuvent apparaître. En effet, si les biens échangeables et non échangeables sont complémentaires, la hausse de la production dans le secteur des non échangeables peut pousser les ménages domestiques à consommer aussi plus de biens échangeables. Dès lors deux effets sont en concurrence :

- **Motif de lissage.** Les ménages domestiques souhaitent lisser leur consommation au cours du temps et profitent de la hausse de la production de biens non échangeables pour réduire leur consommation de biens échangeables. Cet effet est d'autant plus fort que l'élasticité de substitution intertemporelle ($1/\sigma$) et que la préférence pour le présent ($1/\beta$) est faible¹⁰.
- **Motif de complémentarité.** Les biens échangeables et non échangeables sont complémentaires, les ménages domestiques augmentent leur consommation de biens échangeables. Cet effet est d'autant plus fort que l'élasticité de substitution (θ) entre les deux types de biens est faible.

Le motif de lissage l'emporte sur le motif de complémentarité. Lorsque l'élasticité de substitution intertemporelle est faible relativement à l'élasticité de substitution entre biens non échangeables et biens échangeables, les ménages vont chercher à lisser leur consommation quitte à consommer moins de biens échangeables lorsque la quantité de biens non échangeables est plus élevée. Le taux d'intérêt domestique diminue, ce qui fait baisser le taux d'intérêt étranger et conduit à une hausse de la consommation des ménages étrangers. La balance commerciale s'améliore. (voir figure 3)

Le motif de complémentarité l'emporte sur le motif de lissage. Lorsque l'élasticité de substitution intertemporelle est forte relativement à l'élasticité de substitution entre biens échangeables et non échangeables, les ménages préfèrent augmenter leur consommation de biens échangeables lorsque la quantité de biens non échangeables est plus élevée. Les ménages domestiques s'endettent vis-à-vis de l'étranger (voir figure 3).

FIG. 3: Choc transitoire de dotation dans le secteur des biens non échangeables



¹⁰ β joue un faible rôle ici.

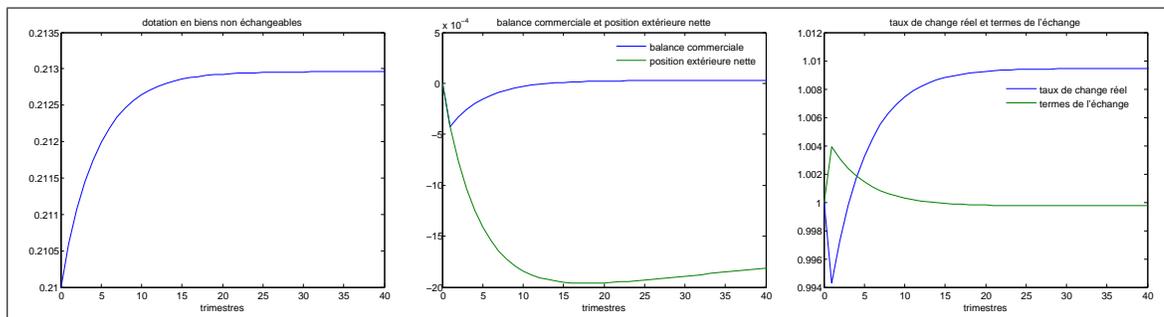
Prix relatifs en cas de choc de dotation dans le secteur des biens non échangeables. La hausse de la production de biens non échangeables domestiques conduit à une dépréciation des termes de l'échange interne (le prix des biens non échangeables diminue par rapport au prix de biens échangeables produits domestiquement). L'effet sur les termes de l'échange externe dépend du comportement des ménages domestiques. Si le motif de lissage l'emporte, les termes de l'échange externes se dégradent (à cause du *home bias*, la demande de biens échangeables domestiques diminue relativement à la demande de biens échangeables étrangers). Dans le cas contraire, les termes de l'échange s'améliorent. Dans tous les cas, le taux de change réel se déprécie (déflaté par les prix de consommation).

2.2.5 Choc permanent de dotation dans le secteur des biens non échangeables

En cas de hausse progressive et permanente de la dotation dans le secteur des biens non échangeables, les motifs de complémentarité et de lissage sont toujours en concurrence. Si le motif de lissage l'emporte, les ménages vont augmenter dès aujourd'hui leur consommation totale en prévision d'une consommation plus forte à l'avenir ce qui dégradera la balance commerciale. Si le motif de complémentarité l'emporte, les ménages vont vouloir consommer plus de biens échangeables lorsque leur consommation de biens non échangeables sera plus élevée (car les biens sont complémentaires) et vont donc diminuer la consommation d'échangeables aujourd'hui pour l'augmenter demain. Dès lors, la balance commerciale s'améliore.

On trace ici la réaction de la balance courante et du taux de change lorsque le motif de lissage l'emporte. La hausse de la dotation en biens non échangeables permet une hausse du PIB de 1% au bout de cinq ans. La balance commerciale se dégrade de 0,13 point de PIB le premier trimestre et la position extérieure nette se dégrade jusqu'à 0,13 point de PIB au bout de cinq ans (elle revient très progressivement vers zéro grâce à la force de rappel par la suite). Le taux de change réel s'apprécie de 0,4% en début de période puis se déprécie progressivement et reste durablement déprécié¹¹ (voir figure 4).

FIG. 4: Choc de dotation progressif et permanent dans le secteur des biens non échangeables



2.3 Economies avec production

Les effets des chocs de productivité et des chocs de préférences, en particulier le rôle des variations des prix relatifs dont le taux de change, faisait jusqu'à présent l'hypothèse que les facteurs de production étaient en quantité fixe et ne pouvaient pas être réalloués entre les deux secteurs : les chocs technologiques étaient en fait des chocs de dotation. Seuls les prix relatifs permettaient d'équilibrer l'offre et la demande sur le marché des biens.

Une description plus pertinente à moyen terme exige cependant de prendre en compte la possibilité de réallouer les facteurs de production entre les différents secteurs, de faire dépendre l'offre de travail du

¹¹Comme l'offre de biens non échangeables est durablement supérieure, il faut que son prix relatif diminue pour que les ménages acceptent de le consommer, ce qui pèse sur le taux de change effectif réel de long terme de l'économie.

salaire réel et de tenir compte de l'accumulation du capital. On fera bien sûr l'hypothèse que le travail et le capital ne sont pas échangeables internationalement. La structure de la production et l'offre de travail ne sont pas spécifiques aux modèles internationaux mais il est utile de les introduire dès à présent avant de présenter le modèle complet comportant des rigidités nominales (partie suivante).

La technologie de production est la même dans tous les secteurs (même part du travail et du capital dans la valeur ajoutée) et ne diffèrent que par la productivité totale des facteurs. Sous ces hypothèses, et contrairement aux mécanismes d'ajustements étudiés jusqu'ici, la parfaite mobilité des facteurs au sein de chaque économie assure que le taux de change interne ne dépend que du rapport de la productivité totale des facteurs dans les deux secteurs (effet Balassa-Samuelson¹²). En revanche, le taux de change externe continue de jouer un rôle dans la dynamique d'ajustement des économies.

2.3.1 La fonction de production et la demande de facteur

Dans chaque secteur, la production dépend de la productivité et de la quantité de travail et de capital¹³. $Y_{NT} = A_{NT}K_{NT}^\alpha L_{NT}^{1-\alpha}$ et $Y_T = A_T K_T^\alpha L_T^{1-\alpha}$. Le salaire réel est noté W et le rendement du capital RK . Les conditions de premier ordre sur la demande de facteurs sont données par :

$$\begin{aligned} \frac{W}{P_{NT}} &= (1 - \alpha)A_{NT} \left(\frac{K_{NT}}{L_{NT}} \right)^\alpha & \frac{RK}{P_{NT}} &= \alpha A_{NT} \left(\frac{K_{NT}}{L_{NT}} \right)^{\alpha-1} \\ \frac{W}{P_T} &= (1 - \alpha)A_T \left(\frac{K_T}{L_T} \right)^\alpha & \frac{RK}{P_T} &= \alpha A_T \left(\frac{K_T}{L_T} \right)^{\alpha-1} \end{aligned}$$

Le stock total de capital K_{t-1} est celui disponible pour la production en t et est constitué de l'investissement passé jusqu'en $t - 1$. Sa répartition entre les deux secteurs n'est, en revanche, décidé qu'en t ; en particulier le capital est parfaitement mobile entre les deux secteurs et le rendement marginal du capital est identique. Afin de garder comme convention d'indice temporel la date à laquelle une variable est déterminée, l'équilibre sur le marché du capital s'écrit : $K_{t-1} = K_{Tt} + K_{NTt}$

2.3.2 Accumulation de capital et offre de travail

On peut ici faire l'hypothèse que le capital est détenu par les ménages qui le loue aux firmes. Supposer que les firmes détiennent le capital et appartiennent aux ménages ne changerait pas la dynamique car le noyau d'actualisation retenu par les firmes est exactement celui des ménages (marchés financiers complets dans chaque pays). Par ailleurs, pour modéliser l'offre de travail, on introduit les heures travaillées dans l'utilité des ménages dont l'utilité intertemporelle devient :

$$\mathcal{W}_\tau = E_\tau \sum_{t=\tau}^{\infty} \beta^{t-\tau} U(C_t, L_t)$$

Comme les ménages peuvent accumuler du capital, leur contrainte budgétaire est modifiée (on note IP l'indice des prix des biens d'investissement) :

$$\begin{aligned} &CP_t C_t + IP_t I_t + P_t B_{Ht} + P_t^* B_{Ft} \\ &\leq P_{NTt} Y_{NTt} + P_t Y_{Tt} + (1 + r_{t-1})(1 - \Gamma_{Ht})P_t B_{Ht-1} + (1 + r_{t-1}^*)(1 - \Gamma_{Ft})P_t^* B_{Ft-1} + \Phi_t \end{aligned}$$

On note δ le taux de dépréciation du capital. En l'absence de coûts dans l'accumulation du capital, le stock de capital disponible pour la période $t + 1$ est donnée par :

¹²Ce mécanisme est en général présenté lorsqu'il n'y a qu'un facteur de production dont le rendement marginal est constant dans les deux secteurs. Il se généralise ici.

¹³On fait ici l'hypothèse que l'intensité en capital est la même dans les deux secteurs. Cette hypothèse n'est utile que pour assurer que le taux de change interne ne dépend que du rapport de productivité.

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

Le bien d'investissement n'est pas forcément homogène au bien de consommation si bien que le prix d'une unité de bien d'investissement IP peut différer du prix d'une unité de bien de consommation. Les ménages ont un plus grand nombre de degrés de liberté car ils doivent choisir simultanément le montant des titres (domestiques et étrangers) qu'ils détiennent, le niveau de l'investissement et de l'offre de travail. Il y a quatre équations en tout pour décrire le comportement des ménages.

Les équations d'Euler relatives à chaque type de titre s'écrivent :

$$\begin{aligned} 1 &= \beta(1 + r_t)(1 - \Gamma_H)E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \frac{P_{t+1}}{P_t} \frac{CP_t}{CP_{t+1}} \right\}, \\ 1 &= \beta(1 + r_t^*)(1 - \Gamma_F)E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \frac{P_{t+1}^*}{P_t^*} \frac{CP_t}{CP_{t+1}} \right\}. \end{aligned}$$

L'équation d'Euler relative à l'investissement s'écrit :

$$\frac{IP_t}{CP_t} = \beta E_t \left\{ \frac{U_c(C_{t+1})}{U_c(C_t)} \left[\frac{RK_{t+1}}{CP_{t+1}} + \frac{IP_{t+1}}{CP_{t+1}}(1 - \delta) \right] \right\}$$

Cette équation de q de Tobin signifie que lorsque l'investissement est au niveau optimal, il est indifférent au ménage de se priver d'une unité de biens de consommation aujourd'hui pour accumuler CP_t/IP_t unités de capital supplémentaire qui lui rapporteront demain des intérêts supplémentaires RK_{t+1} ainsi qu'un stock de capital supplémentaire $IP_{t+1}(1 - \delta)$ et qu'il pourra échanger contre des biens de consommation au prix CP_{t+1} .

La dernière équation est celle qui régit l'offre de travail des ménages ; elle est donnée par :

$$\frac{W}{IPC} = - \frac{U_l(C, L)}{U_c(C, L)}$$

2.3.3 Chocs de productivité avec accumulation de capital

L'introduction de l'accumulation du capital dans le modèle transforme fortement la dynamique de la balance courante et du taux de change en cas de choc de productivité. En particulier, le besoin d'accumuler du capital conduit en général à une dégradation à court terme de la balance courante du pays dont la productivité s'accroît (que cette hausse concerne le secteur des biens échangeables ou le secteur des biens non échangeables). Cet effet peut être plus ou moins fort selon la composition en biens échangeables de l'investissement (le contenu en importations de l'investissement est en général plus élevé que le contenu en importations de la consommation).

Lorsqu'on n'envisage aucune entrave à la mobilité des facteurs de production au sein de l'économie, et que l'offre de travail des ménages (l'emploi total) s'ajuste immédiatement, la dynamique de la balance courante lors de chocs de productivité est parfois contre-intuitive.

L'offre de travail des ménages s'ajuste. Une hausse de la productivité future augmente dès aujourd'hui la consommation des ménages (revenu permanent) et diminue l'offre de travail dans l'économie. Dès lors, l'emploi baisse et les salaires augmentent. La dégradation résultante du rendement marginal du capital conduit dans un premier temps à une réduction de l'investissement. Or à long terme, la plus forte productivité s'accompagne d'un stock de capital plus élevé ce qui exige une hausse de l'investissement¹⁴. Dans

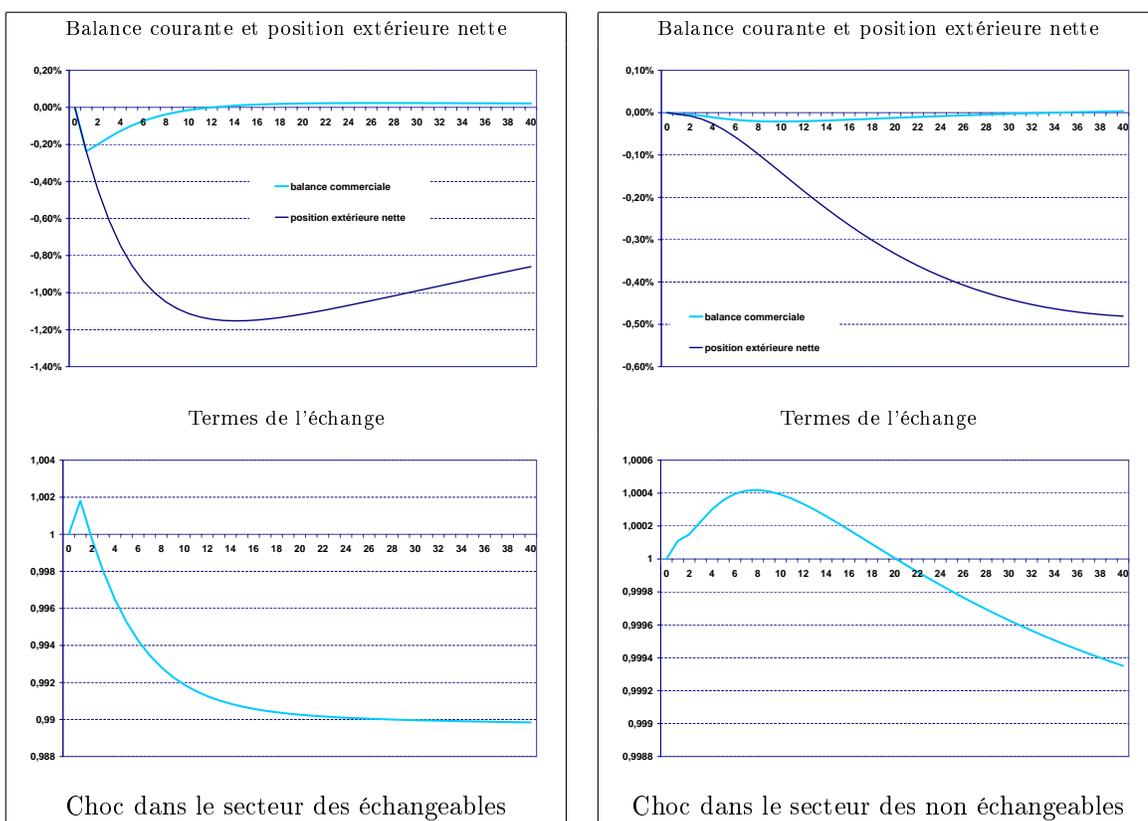
¹⁴On peut calibrer les paramètres de l'utilité de façon à ce que l'offre de travail stationnaire ne dépende pas de la productivité de l'économie. Dès lors, le stock de capital à long terme augmente en proportion de la productivité.

certains cas, selon les paramètres du modèle, il arrive que la désaccumulation du capital au départ de la dynamique soit plus forte que la hausse de consommation, ce qui améliore la balance courante les premiers trimestres.

Les facteurs sont mobiles entre les secteurs. Une hausse de la productivité future dans le secteur des biens échangeables augmente la consommation aujourd'hui (revenu permanent) ce qui nécessite de transférer des facteurs de production vers le secteur des biens non échangeables dont la demande augmente. Dès lors, le stock de capital dans le secteur des biens échangeables baisse à court terme même si à long terme il augmente.

Pour l'illustrer, on compare les simulations de l'effet d'un choc de productivité dans le secteur des biens échangeables à celui d'un choc de productivité dans le secteur des biens non échangeables, avec accumulation de capital mais en supposant que l'offre de travail est exogène.

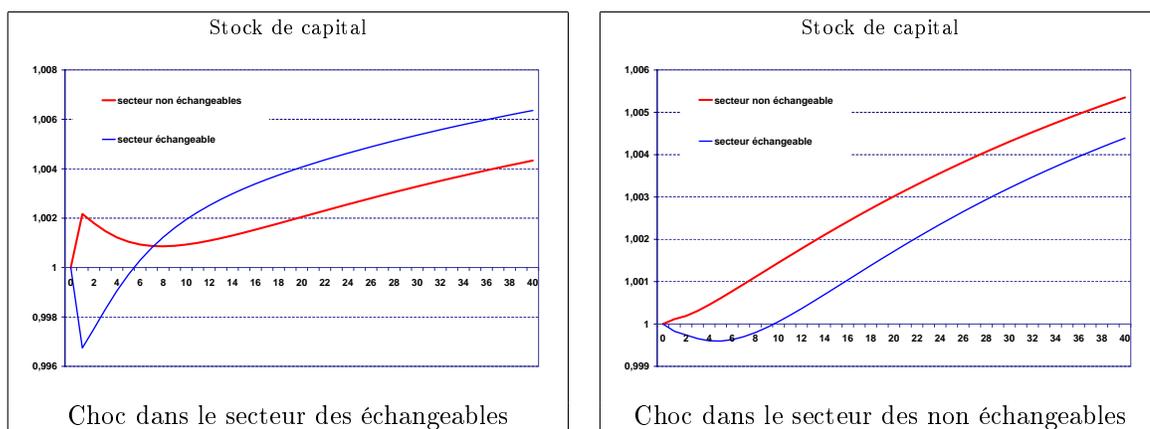
FIG. 5: Réponse de la balance courante et du taux de change à un choc de productivité



Une hausse permanente, progressive et parfaitement anticipée de la productivité dans le secteur des biens échangeables (représentant une hausse du PIB potentielle de 1% à terme) conduit à une détérioration de la balance courante de près de 1/4 de point de PIB et une appréciation du change à court terme de 0,5% (l'économie représente 30% de l'économie mondiale, son taux d'ouverture est de 20% et l'élasticité de substitution entre biens échangeables est égale à 2). Avec les mêmes paramètres structurels de l'économie, la dégradation de la balance courante suite à un choc de même ampleur sur l'activité à long terme mais concernant le secteur des biens non échangeables est beaucoup plus faible (moins de 1/10 de point de PIB) mais plus durable. Le taux de change s'apprécie à moyen terme de 0,25% environ¹⁵ (voir figure 5).

¹⁵L'amélioration de la balance courante et la dépréciation du change le premier trimestre ne se produiraient pas si on

FIG. 6: Réponse du stock de capital à un choc de productivité dans le secteur des échangeables (gauche) et des non échangeables (droite).



Le stock de capital domestique augmente suite au choc de productivité. Comme le choc de productivité accroît le rendement marginal du capital dans le pays et que la hausse de la consommation domestique s'accroît en raison de la hausse du revenu permanent, le taux d'intérêt mondial augmente. Dès lors, le stock de capital étranger diminue dans un premier temps et revient à son niveau initial à mesure que la hausse de la productivité se matérialise. Cette baisse du stock de capital étranger se produit à court terme dans le cas du choc dans le secteur des biens échangeables et à moyen terme lorsque les gains de productivité a lieu dans le secteur des biens non échangeables. Comme le modèle autorise une parfaite mobilité intersectorielle du capital et du travail, des réallocations de facteurs fortes ont lieu le trimestre où l'on se rend compte que des gains de productivité vont avoir lieu (voir figure 6).

supposait que la mobilité intersectorielle du capital n'est pas parfaite ou qu'il est coûteux d'ajuster trop rapidement le stock de capital total de l'économie.

3 Le modèle OMÉGA3 de la DGTPE

Cette partie présente la construction du modèle OMÉGA3 de la Direction Générale du Trésor et de la Politique Economique. Il s'agit d'un modèle macroéconomique neo-keynésien : les agents forment des anticipations rationnelles sur les évolutions futures des variables économiques (y compris les politiques économiques) et l'économie présente des rigidités nominales.

La vocation du modèle est la prise en compte des interdépendances entre les économies à la fois au sein d'une zone monétaire (la France dans la zone euro par exemple) et entre pays ayant des monnaies différentes et un taux de change nominal flexible (la zone euro dans le monde). Le reste du monde est repéré par l'indice 0, le reste de la zone euro par l'indice 1 et le pays isolé par l'indice 2. Ces trois économies sont différenciées d'une part en raison de la segmentation du travail et du capital physique et d'autre part par le fait que les biens produits et les structures de dépense ne sont pas identiques (biens non échangeables spécifiques à chaque pays, préférence pour le bien échangeable domestique). Les interdépendances apparaissent à travers l'échange de biens et de titres financiers courts sans risques.

Les marchés financiers sont extrêmement simplifiés, seuls des titres courts sans risques sont échangeables internationalement : les actions (c'est-à-dire les titres sur les entreprises) ne le sont pas et il n'existe pas de système complet de titres contingents dissociant le niveau de la consommation des ménages d'un pays des chocs idiosyncratiques l'affectant (il n'y a pas de partage international du risque de consommation). On ne cherche pas à déterminer la détention optimale de titres domestiques et étrangers par les ménages¹⁶, celle-ci repose sur une modélisation simplifiée (voir partie précédente).

Chaque économie est constituée de deux secteurs, l'un produisant des biens échangeables, l'autre des biens non échangeables. Dans chaque secteur, les firmes sont en concurrence monopolistique. Les facteurs de production sont le travail et le capital physique (les deux sont loués par les entreprises aux ménages). Il y a deux types de ménages, les ménages ricardiens à durée de vie infinie qui maximisent une utilité intertemporelle et les ménages keynésiens qui consomment une part fixe de leur revenu et de leur richesse. Avec l'introduction des ménages keynésiens, l'économie n'est pas strictement ricardienne dans la mesure où la structure de financement de la dépense publique a un impact sur l'économie.

Les trois sources de demande sont la consommation des ménages, l'investissement des ménages (qui louent le capital aux entreprises) et les dépenses publiques (exogène). La répartition de la demande entre biens non échangeables et biens échangeables dépend de l'origine de la demande afin de prendre en compte le fort contenu en importations de l'investissement par rapport à la consommation et aux dépenses publiques¹⁷.

La première partie présente la structure des échanges de biens. Celle-ci est relativement simplifiée dans la mesure où il n'y a pas de biens intermédiaires échangeables internationalement et servant à la production de biens finaux. Dit autrement, le contenu en importations des exportations est nul (en particulier il n'y a pas de *processing trade*).

La seconde partie présente les décisions de production et de fixation des prix des entreprises ainsi que la demande de facteurs de production. Les firmes étant en concurrence monopolistique, le prix du bien produit sera, à l'équilibre en prix flexible, égal au coût marginal de la production plus un taux de marge (*mark-up*) constant. Dès lors, seules les rigidités des prix expliquent l'évolution du taux de marge dans le modèle.

La troisième partie présente le comportement des ménages non financièrement contraints (les ménages "ricardiens") et financièrement contraints (les ménages keynésiens). Les ménages ricardiens optimisent une utilité intertemporelle avec habitudes de consommation et offre de travail. Leur consommation dépend principalement de leur revenu permanent et du taux d'intérêt réel. Les ménages keynésiens ont un comportement d'épargne *ad-hoc* : ils consomment une part fixe de leur revenu courant et de leur richesse financière.

¹⁶Voir Engel & Matsumoto (2006) pour une méthode de détermination du portefeuille optimal en économie ouverte reposant sur la structure des chocs affectant l'économie.

¹⁷On observe en général que le contenu en importation de chaque composante de la demande est procyclique ce qui n'est pas le cas ici ; la procyclicité des importations ne peut provenir que d'une plus grande variance de l'investissement.

3.1 Les ménages

Les ménages keynésiens (en proportion pmk) travaillent, consomment et épargnent sous forme de titres courts ; mais ils ne détiennent pas de créances ni sur les entreprises ni sur l'étranger.

Les ménages ricardiens (en proportion $1 - pmk$) travaillent, consomment, investissent et louent le capital aux entreprises, reçoivent les rentes de production. Ils peuvent détenir des titres courts libellés dans les deux monnaies.

La rigidité des salaires est modélisée à partir d'une structure de concurrence imparfaite. Deux voies sont envisageables. La première, qui est utilisée ici, est de supposer que les différents ménages ont des heures non parfaitement substituables entre-elles et que chacun fixe un salaire qui lui est propre. Comme il y a deux types de ménages dans l'économie (les ménages ricardiens et les ménages keynésiens), il coexistera deux salaires différents. La seconde voie est de supposer que les heures des différents ménages sont parfaitement substituables entre elles mais qu'elles sont louées à des "syndicats" qui les transforment en travail non parfaitement substituables.

3.1.1 Ménages ricardiens

Utilité et contraintes. A chaque période, que l'on assimilera à un trimestre, l'utilité d'un ménage ricardien représentatif dépend positivement du niveau de la consommation $\text{cons}_t^{\text{ric}}$ et négativement des heures travaillées h_t^{ric} . Le ménage maximise l'utilité intertemporelle suivante :

$$U_0^{\text{ric}} = E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(\text{cons}_t^{\text{ric}} - b\text{cons}_{t-1}^{\text{ric}})^{1-\rho}}{1-\rho} - \kappa^{\text{ric}} \frac{h_t^{\text{ric}^{1+\zeta}}}{1+\zeta} \right]$$

b est un paramètre d'habitude de la consommation qui permet de rendre compte du fait que la consommation s'adapte lentement suite à un choc, κ et ζ sont des paramètres de désutilité du travail. ρ représente l'élasticité de substitution intertemporelle.

Le ménage ricardien représentatif investit $\text{inv}_t^{\text{ric}}$, détient des actifs financiers Titres $_t^{\text{ric}}$ et du capital physique qu'il loue aux entreprises k_{t-1}^{ric} (il est déterminé par l'investissement de la période précédente c'est pourquoi on l'indice par $t-1$) il recoit les revenus du travail $W_t^{\text{ric}} h_t^{\text{ric}}$. Sa contrainte budgétaire intertemporelle s'écrit (en monnaie domestique) :

$$PC_t \text{cons}_t^{\text{ric}} + PI_t \text{inv}_t^{\text{ric}} + \text{Titres}_t^{\text{ric}} = W_t^{\text{ric}} h_t^{\text{ric}} + RK_t k_{t-1}^{\text{ric}} + \text{Profits}_t + (1 + \tilde{i}_t) \text{Titres}_{t-1}^{\text{ric}}$$

Le taux d'intérêt \tilde{i}_t dépend de la structure des titres (domestiques et étrangers), des taux d'intérêt et des variations du change¹⁸.

L'accumulation du capital est contrainte par des coûts d'ajustements qui pèsent lorsque le taux d'investissement s'éloigne du taux à l'équilibre stationnaire ou du taux de la période précédente.

$$k_t^{\text{ric}} = \Phi_t \left(\frac{\text{inv}_t^{\text{ric}}}{k_{t-1}^{\text{ric}}} \right) k_{t-1}^{\text{ric}} \quad \text{où} \quad \Phi_t(x) = 1 - \delta + x - \frac{\phi_{Ih1}}{2} (x - \delta)^2 - \frac{\phi_{Ih2}}{2} \left(x - \frac{I_{t-1}}{K_{t-2}} \right)^2$$

Dans la fonction Φ , le ratio I_{t-1}/K_{t-2} est celui des variables agrégées de l'économie domestique et n'est pas une variable de contrôle du ménage représentatif.

¹⁸Cette partie là de la contrainte budgétaire des ménages ricardiens des trois économies sera décrite plus en détail dans la suite.

Conditions du premier ordre (début). Les conditions du premier ordre de l'optimisation du ménage ricardien sont les suivantes :

$$\lambda_t^{ric} = U_C(\text{cons}_t^{ric} - b\text{cons}_{t-1}^{ric}) - b\beta E_t \{ U_C(\text{cons}_{t+1}^{ric} - b\text{cons}_t^{ric}) \}$$

(utilité marginale de la consommation)

$$\mu_t^{ric} = \kappa^{ric} \frac{h_t^{ric\zeta}}{\lambda_t^{ric}}$$

(taux marginal de substitution consommation-loisir)

$$q_t(i) = \beta E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric}}{\lambda_t^{ric}} \left[\frac{RK_{t+1}}{PC_{t+1}} + q_{t+1} \left(\Phi_{t+1} \left(\frac{\text{inv}_{t+1}^{ric}}{k_t^{ric}} \right) - \Phi'_{t+1} \left(\frac{\text{inv}_{t+1}^{ric}}{k_t^{ric}} \right) \frac{\text{inv}_{t+1}^{ric}}{k_t^{ric}} \right) \right] \right\}$$

(équation d'Euler relative au capital)

$$\Phi' \left(\frac{\text{inv}_t^{ric}}{k_{t-1}^{ric}} \right) q_t(i) = \frac{PI_t}{PC_t}$$

(q de Tobin)

La partie de la contrainte budgétaire relative à la détention de titres domestiques et étrangers et donc les conditions du premier ordre décrivant le choix optimal de détention de ces titres dépendent de l'économie dans laquelle vit le ménage ricardien. On note \mathcal{E} le taux de change de l'euro.

Ménage ricardien du reste du Monde

$$\dots + \underbrace{B_t^{ric00} + \mathcal{E}_t^{-1} B_t^{ric0ze}}_{\text{Titres}_t^{ric0}} = \dots + \underbrace{(1 + i_{t-1}^0) B_{t-1}^{ric00} + (1 + i_{t-1}^{ze}) \mathcal{E}_t^{-1} B_{t-1}^{ric0ze}}_{(1+i_t^0) \text{Titres}_{t-1}^{ric0}}$$

Les deux équations d'Euler correspondant au choix de détention des deux types de titres s'écrivent :

$$1 = \beta(1 + i_t^0)(1 - \Gamma_t^{ric00}) E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric0}}{\lambda_t^{ric0}} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}^0} \right\}$$

(équation d'Euler relative au titre domestique)

$$1 = \beta(1 + i_t^{ze})(1 - \Gamma_t^{ric0ze}) E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric0}}{\lambda_t^{ric0}} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}^0} \frac{\mathcal{E}_t}{\mathcal{E}_{t+1}} \right\}$$

(équation d'Euler relative au titre de la zone euro)

Ménage ricardien du reste de la zone euro

$$\dots + \underbrace{\mathcal{E}_t B_t^{ric10} + B_t^{ric1ze}}_{\text{Titres}_t^{ric1}} = \dots + \underbrace{(1 + i_{t-1}^0) \mathcal{E}_t B_{t-1}^{ric10} + (1 + i_{t-1}^{ze}) B_{t-1}^{ric1ze}}_{(1+i_t^1) \text{Titres}_{t-1}^{ric1}}$$

Les deux équations d'Euler correspondant au choix de détention des deux types de titres s'écrivent :

$$1 = \beta(1 + i_t^{ze})(1 - \Gamma_t^{ric1ze}) E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric1}}{\lambda_t^{ric1}} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}^1} \right\}$$

(équation d'Euler relative au titre de la zone euro)

$$1 = \beta(1 + i_t^0)(1 - \Gamma_t^{ric10}) E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric1}}{\lambda_t^{ric1}} \frac{1}{1 + \pi_{t+1}^1} \frac{\mathcal{E}_{t+1}}{\mathcal{E}_t} \right\}$$

(équation d'Euler relative au titre du reste du monde)

Les équations pour les ménages ricardiens de l'économie 2 sont identiques.

3.1.2 Les ménages keynésiens

A chaque période, l'utilité d'un ménage keynésien représentatif dépend positivement du niveau de la consommation cons_t^{ric} et négativement des heures travaillées :

$$U_t^{ken} = \frac{(\text{cons}_t^{ken})^{1-\rho}}{1-\rho} - \kappa^{ken} \frac{h_t^{ken1+\zeta}}{1+\zeta}$$

Sa contrainte budgétaire s'écrit :

$$PC_t \text{cons}_t^{ken} + \text{Titres}_t^{ken} = W_t^{ken} h_t^{ken} + (1 + i_t) \text{Titres}_{t-1}^{ken}$$

La consommation d'un ménage keynésien ne dérive pas d'une maximisation d'utilité intertemporelle mais est fonction de ses revenus courants ($W_t^{ken} h_t^{ken}$) et de sa richesse (Titres_t^{ken}). La propension à consommer le revenu courant est un paramètre indépendant mais la propension à consommer la richesse est ajustée afin que le niveau de consommation des ménages keynésiens soit égal à celui des ménages ricardiens.

$$PC_t \text{cons}_t^{ken} = (1 - s_{ken}) W_t^{ken} h_t^{ken} + \rho_{ken} \text{Titres}_t^{ken}$$

Son utilité marginale et son taux marginal de substitution consommation-loisir sont donnés par :

$$\lambda_t^{ken} = \text{cons}_t^{ken-\rho} \quad \mu_t^{ken} = \kappa^{ken} \frac{h_t^{ken\zeta}}{\lambda_t^{ken}}$$

3.1.3 Le marché du travail et la rigidité des salaires

Il y a de multiples façon de modéliser le marché du travail et les rigidités nominales sur le salaire. Elle reposent en générale sur une structure en concurrence monopolistique. On suppose ici que les ménages offrent directement leur travail (les heures) aux entreprises et que les heures de deux ménages différents sont imparfaitement substituables. La quantité de travail dans l'économie dépend des heures travaillées par chaque ménage :

$$L^{\frac{\phi_h-1}{\phi_h}} = \int_0^1 h(i)^{\frac{\phi_h-1}{\phi_h}} di = \int_0^{\text{pmk}} h(i)^{\frac{\phi_h-1}{\phi_h}} di + \int_{\text{pmk}}^1 h(i)^{\frac{\phi_h-1}{\phi_h}} di$$

Le salaire agrégé dans l'économie dépend du salaire de chaque ménage :

$$W^{1-\phi_w} = \int_0^1 W(i)^{1-\phi_w} di = \int_0^{\text{pmk}} W(i)^{1-\phi_w} di + \int_{\text{pmk}}^1 W(i)^{1-\phi_w} di = \text{pmk}W^{\text{ken}1-\phi_w} + (1-\text{pmk})W^{\text{ric}1-\phi_w}$$

La demande de travail adressée au ménage i dépend de la demande de travail total et du salaire fixé par ce ménage.

$$h(i) = \left(\frac{W(i)}{W} \right)^{-\phi_w} L$$

En absence de rigidité des salaires, le ménage fixerait son salaire afin d'égaliser le revenu réel marginal des heures travaillées (qui n'est pas égal au salaire réel en raison de la courbe de demande de travail au niveau du ménage) et le taux marginal de substitution entre la consommation et le loisir. Cette équation prendrait la forme :

$$\frac{W_t(i)}{IPC_t} = \frac{\phi_w}{\phi_w - 1} \mu_t(i)$$

En présence de rigidités salariales, le ménage ne peut pas à chaque date fixer le niveau du salaire selon cette équation. Plusieurs modélisations des rigidités nominales sont possibles (voir encadré 1). On propose ici une modélisation simple à mettre en oeuvre consistant à supposer un "coût psychologique" à modifier le salaire inclus dans l'utilité des ménages (rigidités à la Rotemberg).

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left[\frac{(\text{cons}_t - b\text{cons}_{t-1})^{1-\rho}}{1-\rho} - \kappa \frac{h_t^{1+\zeta}}{1+\zeta} - \Gamma_t^W(\pi_{W(i),t}) \right]$$

avec $\Gamma_t^W(\pi_{W^{\text{ric}(i),t})} = \frac{\phi_W^1}{2} \left(\frac{1 + \pi_{W^{\text{ric}(i),t}}}{1 + \pi_W} - 1 \right)^2 + \frac{\phi_W^2}{2} \left(\frac{1 + \pi_{W^{\text{ric}(i),t}}}{1 + \pi_{W,t-1}} - 1 \right)^2$

Le premier terme sanctionne l'écart entre l'inflation du salaire du ménage ricardien i et l'inflation des salaires à l'équilibre stationnaire, le second terme sanctionne l'écart entre l'inflation du salaire du ménage ricardien i et l'inflation du salaire de l'ensemble des ménages de la période précédente¹⁹. Les conditions du premier ordre de l'équilibre symétrique (tous les ricardiens ont le même salaire W^{ric}) sont données par :

¹⁹La modélisation du marché du travail dans les modèles DSGE est encore en développement, deux voies principales sont explorées. Dans la première, le marché du travail en lui-même n'a pas d'imperfection (en dehors du *wage mark-up*) et l'on introduit la rigidité du salaire nominal de façon analogue à la rigidité des prix. L'autre voie, plus récente, suppose l'existence d'imperfections du marché du travail sous forme de coûts à l'embauche couplés à une probabilité exogène de destruction de la relation d'emploi à la Mortensen-Pissarides. Cette imperfection du marché du travail induit une rente sur les relations d'emploi existantes, rente qui est partagée entre l'employeur et l'employé selon un *Nash Bargaining* qui fixe le niveau du salaire. Voir Blanchard (2007a).

Encadré 1: Les rigidités nominales

Il existe plusieurs modélisations possibles de la rigidité des prix ou des salaires dans les modèle néo-keynésiens. Quatre solutions sont en général considérées :

- Les prix sont fixés une période en avance et le "contrat" dure une période exactement. Cela signifie que l'information disponible pour fixer le prix valable la période courante est celle qui était disponible la période précédente. En cas de choc à la période t , les prix sont flexibles dès la période $t + 1$.
- (Taylor) Les prix sont fixés à l'avance pour un nombre de périodes donné (deux, trois, voire quatre) et les firmes sont divisées en autant de groupes. Un roulement s'établit entre les groupes pour déterminer celui qui a le droit de réoptimiser son prix. La rigidité des prix s'étale au delà du nombre de périodes car, en cas d'un choc à la période t , les firmes qui peuvent réoptimiser ne sautent pas sur le "prix de long terme" : le prix qu'elles fixeront dépend de variables macroéconomiques qui sont elles-mêmes affectées par les firmes qui ne modifient leur prix. C'est donc aussi le cas des firmes en $t + 1$, en $t + 2$, etc.
- (Calvo) Chaque période, une proportion fixe de firmes peut réoptimiser leur prix, les firmes concernées étant chaque période tirées au hasard.
- (Rotenberg) Il y a des coûts d'ajustement convexes à modifier les prix : les firmes les modifient chaque période en utilisant l'information disponible, mais de façon graduelle.

Les firmes qui n'ont pas la possibilité de réoptimiser leur prix (Taylor et Calvo) suivent souvent une règle *ad hoc* par exemple en s'indexant (partiellement ou totalement) sur la modification des prix de la période précédente (ce qui introduit de la persistance de l'inflation) ou, dans le cas des salaires, sur le niveau de l'inflation (pour simuler une boucle prix-salaire).

La modélisation choisie n'est pas neutre sur la dynamique des prix ou l'état stationnaire :

- Calvo et Taylor induisent de l'hétérogénéité au sein d'agents par ailleurs identiques mais qui ne fixent pas leur prix au même moment. Cela peut interférer avec les autres décisions ayant un impact sur un stock (investissement dans le cas des firmes, consommation dans le cas des ménages). Dans le cas des firmes, ceci peut être contourné en supposant qu'elles n'investissent pas elles-mêmes mais louent le capital aux ménages. Dans le cas des ménages, on peut supposer qu'il existe un système complet de titres contingents qui permet de les assurer contre le risque de ne pas pouvoir changer leur salaire (ils consommeront tous la même quantité à chaque période et auront la même richesse financière même s'ils n'ont pas le même salaire ou la même offre de travail) ou en supposant qu'ils louent leurs heures à des syndicats, chaque syndicat fixant un salaire (rigide) qui lui est propre. Lorsque la règle d'indexation ne permet pas aux agents qui ne ré-optimisent pas leur prix d'atteindre l'inflation stationnaire, des hétérogénéités apparaissent même à l'équilibre stationnaire ce qui cause une inefficience supplémentaire^a.
- A l'inverse, la modélisation à la Rotenberg assure que tous les agents fixeront à l'équilibre le même salaire si bien qu'aucune hétérogénéité n'apparaît, ni à l'état stationnaire, ni dans la dynamique. En revanche, contrairement à Calvo et Taylor, l'interprétation économique des "coûts" à modifier les prix de Rotenberg est parfois délicate^b et le calibrage de ces coûts peu aisé car non exportable d'un modèle à l'autre.

^aCela peut même modifier radicalement la condition pour que la politique monétaire soit active (Ascari & Ropele, 2007).

^bPour reproduire les faits stylisés sur l'inflation, les coûts ont une forme peu micro-fondable.

$$\begin{aligned} & \phi_W \kappa^{ric} h_t^{ric} - (\phi_W - 1) \frac{W_t^{ric}}{PC_t} \lambda_t^{ric} = \\ & \phi_W^1 \frac{1+\pi_{W^{ric},t}}{1+\pi_W} \left(\frac{1+\pi_{W^{ric},t}}{1+\pi_W} - 1 \right) + \phi_W^2 \frac{1+\pi_{W^{ric},t}}{1+\pi_{W,t-1}} \left(\frac{1+\pi_{W^{ric},t}}{1+\pi_{W,t-1}} - 1 \right) \\ & - \phi_W^1 \frac{(1+\pi_{W^{ric},t+1})^2}{1+\pi_W} \left(\frac{1+\pi_{W^{ric},t+1}}{1+\pi_W} - 1 \right) - \phi_W^2 \frac{(1+\pi_{W^{ric},t+1})^2}{1+\pi_{W,t}} \left(\frac{1+\pi_{W^{ric},t+1}}{1+\pi_{W,t}} - 1 \right) \end{aligned}$$

(fixation du salaire)

La même modélisation est utilisée pour les ménages keynésiens.

3.1.4 Calibrage

Calibrage des paramètres de préférence			
facteur d'escompte	0,99	élasticité de substitution intertemporelle	1
habitudes de consommation	0,8	part des ménages keynésiens	50%
propension à consommer le revenu	85%	élasticité de l'offre de travail	1

3.2 Les entreprises

La structure de la production est, au sein de chaque pays, très simplifiée. Les seuls facteurs de production sont le travail et le capital. Il n'y a ni consommations intermédiaires, ni matières premières dans la fonction de production.

Cette modélisation a deux conséquences comptables : il y a identité entre la production et la valeur ajoutée d'une part et volumes des exportations et importations qui apparaissent dans le modèle correspondent aux échanges de valeur ajoutée et non aux échanges de biens et services comme dans la comptabilité nationale d'autre part.

Par ailleurs, les mécanismes économiques modélisés sont contraints par ce choix de modélisation. Par exemple, une dégradation des termes de l'échange (une hausse du prix des importations) a un impact mécanique au niveau des déflateurs de la demande intérieure (indice des prix de consommation, des prix des biens d'investissement etc.) mais aucun au niveau des coûts de production des entreprises. Cela signifie que le pass-through entre prix d'importations et prix à la consommation est complet (ce qui n'empêche pas des rigidités en monnaie locale des prix d'importations) et que les effets sur les prix de production (les coûts marginaux) proviennent presque exclusivement (si l'on néglige les variations du coût du capital qui est affecté par la hausse du prix des importations) de la boucle prix-salaires.

Une modélisation plus ambitieuse est possible. D'une part en faisant intervenir des consommations intermédiaires en particulier importées (les marges des entreprises étant alors impactées par une variation du change) d'autre part en faisant l'hypothèse d'un taux d'utilisation du capital variable ce qui permet d'améliorer entre autre le comportement cyclique des prix en cas de "choc de demande".

3.2.1 La structure d'un secteur productif

Chaque secteur (biens échangeables, biens non échangeables) comprend une infinité de firmes (indiquées par $n \in [0, 1]$) produisant chacune une quantité $Y(n)$ d'un bien imparfaitement substituables à ceux des autres firmes et fixant le prix $p(n)$ (concurrence monopolistique au sein de chaque secteur). La production agrégée et le prix agrégé du secteur dépendent respectivement de la production et du prix de toutes les firmes du secteurs (dans la suite, on omettra systématiquement l'indice du secteur en écrivant une variable spécifique à une firme) :

$$Y = \left[\int_0^1 Y(n)^{\frac{\phi-1}{\phi}} dn \right]^{\frac{\phi}{\phi-1}} \quad P^{1-\phi} = \int_0^1 p(n)^{1-\phi} dn$$

Les facteurs de productions sont le travail et le capital que les entreprises louent pour la période courante aux ménages. L'hypothèse sous-jacente est que les facteurs de productions ne sont pas spécifiques aux firmes et peuvent être réalloués sans coût d'un secteur à l'autre, d'une firme à l'autre²⁰.

La seule rigidité s'appliquant au niveau des entreprises est la rigidité des prix. Leur modélisation repose sur l'existence de coûts "subjectifs" : chaque firme se comporte comme si elle avait à payer un coût lorsqu'elle change son prix, sans pour autant modifier les identités comptables.

3.2.2 Production et facteurs de production

A la date t , la production $Y_t(n)$ d'une firme (indiquée par n) utilise du capital $k_t(n)$ et du travail $\ell_t(n)$ dans une technologie Cobb-Douglas où apparaît une productivité du travail Z_t commune à toutes les firmes du secteur.

$$Y_t(n) = (Z_t \ell_t(n))^\alpha k_t(n)^{1-\alpha}$$

3.2.3 Profit et coût de fixation des prix

A la date t , les profits d'une entreprise n du secteur S qui fixe le prix $p_t(n)$ s'écrit :

$$\Pi_t(n) = p_t(n)Y_t(n) - W_t \ell_t(n) - RK_t k_t(n)$$

Dans son comportement de fixation de quantité et de prix, la firme en concurrence monopolistique prend en compte un profit "subjectif", profit effectif auquel on ôte un coût lié à la fixation des prix²¹. On introduit deux types de rigidité des prix, une qui sanctionne l'écart entre l'inflation d'une firme et l'inflation au *steady-state* π_S du secteur auquel elle appartient, l'autre qui sanctionne l'écart entre l'inflation de la firme et l'inflation passée du secteur. Le profit subjectif a la forme suivante :

$$\Pi_t^s(n) = [1 - \Gamma_{S,t}(n)] \Pi_t(n)$$

où

$$\Gamma_{S,t}(n) = \underbrace{\frac{\phi_{P,S}^1}{2} \left(\frac{p_t(n)/p_{t-1}(n)}{1 + \pi_S} - 1 \right)^2}_{\text{rigidités du premier type}} + \underbrace{\frac{\phi_{P,S}^2}{2} \left(\frac{p_t(n)/p_{t-1}(n)}{P_{S,t-1}/P_{S,t-2}} - 1 \right)^2}_{\text{rigidités du deuxième type}}$$

Etant donnée la demande globale et les prix des facteurs, la firme fixe le niveau de ses prix et emploie la quantité de facteur nécessaire pour satisfaire le niveau de demande spécifique qui en découle. Pour résoudre le programme de la firme, on suppose fixé, dans une première étape, le niveau de la production à la date t et l'on étudie la demande de travail et de capital. Dans un second temps on regarde la fixation optimale des prix de la firme compte tenu des coûts d'ajustements et de son impact sur la demande.

3.2.4 Optimisation intra-temporelle, coût marginal et demande de facteur

Le coût de production unitaire d'une firme du secteur S ne dépend pas de la quantité produite (rendements constants) :

$$MC_{S,t} = \left((1 - \alpha) \frac{W_t}{Z_{S,t}} \right)^{1-\alpha} (\alpha RK_t)^\alpha$$

²⁰Cette hypothèse est facilement modifiable pour le capital, qui peut être spécifique aux firmes, sous réserve de ne pas adopter des rigidités des prix à la Calvo.

²¹On peut supposer que le changement des prix a un coût payé par la firme. Mais alors la relation entre la quantité de facteurs de production employés par la firme et la production mise sur le marché devrait inclure ces coûts. Pour simplifier le modèle en maintenant une rigidité des prix, on fait appel à cet artifice de coût "subjectif".

Il n'y a pas de coûts d'ajustement des quantités de facteurs de production. A production donnée, la demande de travail et de capital de la firme dépendent de la productivité et du prix relatif du travail et du capital :

$$\ell_t(n) = \alpha \left(\frac{W_t/Z_t}{MC_{S,t}} \right)^{-1} Y_t(n) \quad k_t(n) = (1 - \alpha) \left(\frac{RK_t}{MC_{S,t}} \right)^{-1} Y_t(n)$$

3.2.5 Optimisation intertemporelle et fixation des prix

On suppose, sans perte de généralité, que la taille du secteur est égale à 1. Comme chaque firme du secteur est très petite, elle n'influence ni le prix du secteur ni la demande. Dès lors, la demande adressée à la firme n est donnée par :

$$D_t(n) = \left(\frac{p_t(n)}{P_{S,t}} \right)^{-\phi} D_{S,t}$$

On suppose qu'elle fournit toute la demande qui lui est adressée une fois que son prix est fixé. Son profit subjectif à la date t est alors égal à :

$$\Pi_t^s(n) = \underbrace{[1 - \Gamma_{S,t}(n)]}_{\text{coût d'ajustement des prix}} * \underbrace{(p_t(n) - MC_{S,t})}_{\text{marges de la firme}} * \underbrace{\left(\frac{p_t(n)}{P_{S,t}} \right)^{-\phi} D_{S,t}}_{\text{demande adressée à la firme}}$$

Plan de la firme La firme choisit un "plan contingent" de fixation des prix $(p_t(n))_{t \geq \tau}$ afin de maximiser une somme actualisée de son profit subjectif²². Son programme s'écrit ainsi :

$$\max E_\tau \sum_{t \geq \tau} \beta^{t-\tau} \frac{\lambda_t^{ric} \Pi_t^s(n)}{\lambda_\tau^{ric} PC_t}$$

La condition du premier ordre associée au choix du prix à la date t s'écrit :

$$\underbrace{[1 - \Gamma_{S,t}(n)] (1 - \phi) \left[\frac{p_t(n)}{P_{S,t}} - \frac{\phi}{\phi - 1} \frac{MC_{S,t}}{P_{S,t}} \right] \left(\frac{p_t(n)}{P_{S,t}} \right)^{-\phi-1} D_{S,t}}_{\text{profit marginal}} - \underbrace{\frac{\Psi_{S,t}^0(n)}{P_{S,t}} \Pi_t(n)}_{\text{coût marginal lié à la rigidité des prix en } t} - \underbrace{\beta E_t \left\{ \frac{\lambda_{t+1}^{ric} PC_t}{\lambda_t^{ric} PC_{t+1}} \frac{\Psi_{S,t+1}^1(n)}{P_{S,t+1}} \Pi_{t+1}(n) \right\}}_{\text{coût marginal lié à la rigidité des prix en } t+1} = 0$$

où $\Psi_{S,t}^0$ et $\Psi_{S,t+1}^1$ sont définis par :

$$\Psi_{S,t}^0(n) = P_{S,t} \frac{\partial \Gamma_{S,t}(n)}{\partial p_t} \quad \Psi_{S,t+1}^1(n) = P_{S,t+1} \frac{\partial \Gamma_{S,t+1}(n)}{\partial p_t}$$

²²Elle est obligée d'envisager toute la chronique future de ses prix car le prix fixé la période suivante affecte le profit subjectif marginal lié à la décision de son prix aujourd'hui. Dans les modèles à la Calvo ou à la Taylor, la firme peut ignorer la façon dont sera fixé le prix la prochaine fois qu'elle le fera.

Equilibre symétrique dans le secteur L'équation de fixation des prix se simplifie lorsque l'on regarde le cas où toutes les firmes du secteur fixent, à l'équilibre, le même prix.

$$[1 - \Gamma_{S,t}] \left[(1 - \phi_S) + \phi_S \frac{MC_{S,t}}{P_{S,t}} \right] D_{S,t} - \Psi_{S,t}^0 \frac{\Pi_{S,t}}{P_{S,t}} - \beta E_t \left\{ \frac{u'(C_{t+1})}{u'(C_t)} \Psi_{S,t+1}^1 \frac{1}{1 + \pi_{t+1}} \frac{\Pi_{S,t+1}}{P_{S,t+1}} \right\} = 0$$

où $\Gamma_{S,t}$, $\Psi_{S,t}^0$ et $\Psi_{S,t+1}^1$ ont les expressions simplifiées suivantes :

$$\Gamma_{S,t} = \frac{\phi_{P,S}^1}{2} \left(\frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_S} - 1 \right)^2 + \frac{\phi_{P,S}^2}{2} \left(\frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_{S,t-1}} - 1 \right)^2$$

$$\Psi_{S,t}^0 = \phi_{P,S}^1 \frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_S} \left(\frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_S} - 1 \right) + \phi_{P,S} \frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_{S,t-1}} \left(\frac{1 + \pi_{S,t}}{1 + \pi_{S,t-1}} - 1 \right)$$

$$\Psi_{S,t+1}^1 = -\phi_{P,S} \frac{(1 + \pi_{S,t+1})^2}{1 + \pi_S} \left(\frac{1 + \pi_{S,t+1}}{1 + \pi_S} - 1 \right) - \phi_{P,S} \frac{(1 + \pi_{S,t+1})^2}{1 + \pi_{S,t}} \left(\frac{1 + \pi_{S,t+1}}{1 + \pi_{S,t}} - 1 \right)$$

Au premier ordre, cette équation implique que la dérivée seconde de l'inflation est liée à l'écart entre le prix du secteur et le coût marginal de production. La dynamique de l'inflation est donc "cost push".

3.2.6 Calibrage

Calibrage des paramètres de production			
part du capital dans la production	0,3	price mark-up	16,6%
taux de dépréciation du capital (annuel)	10%	wage mark-up	10%
part de l'investissement dans le PIB	18%	part des dépenses publiques dans le PIB	15%

3.3 Le commerce et le marché des biens

3.3.1 Structure de la demande et du commerce

Chaque type de demande (consommation, investissement, dépenses publiques) se décompose en demande de biens échangeables et demande de biens non échangeables. Chaque source de demande a une forme CES, par exemple la consommation agrégée du pays i est donnée par :

$$C_i^{\frac{\theta-1}{\sigma}} = \eta_C \frac{1}{\theta} C_{NT,i}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1 - \eta_C) \frac{1}{\theta} C_{T,i}^{\frac{\theta-1}{\theta}}$$

θ représente l'élasticité de substitution entre biens échangeables et bien non échangeables. η_C est la part des biens non échangeables dans la consommation. Les définitions des agrégats "investissement" et "dépenses publiques" sont identiques, mais la part du bien non échangeable varie avec la source de la demande (en général, elle est plus élevée pour l'investissement et plus faible pour la dépense publique soit $\eta_G > \eta_C > \eta_I$). Dans le pays i , la demande totale de biens échangeables est donnée par :

$$D_{T,i} = C_{T,i} + I_{T,i} + G_{T,i}$$

Ce bien échangeable est composé des trois biens produits dans chacun des pays. En l'absence de *home bias*, la part des biens échangeables produit par le pays j dans la demande totale de biens échangeables du pays i serait égale à la taille relative du pays j dans l'économie mondiale. En réalité, l'intensité du commerce entre deux pays est souvent éloignée de ce schéma et dépend d'un certain nombre de facteurs dont l'intégration commerciale et la proximité géographique. Dans notre cadre (économie de la zone euro, reste de la zone

euro, reste du monde), on reprend une formulation simplifiée d'Armington (1969) en faisant l'hypothèse que les échanges de biens et services bilatéraux sont structurellement équilibrés (les exportations du pays vers le reste de la zone euro sont en moyenne égales aux importations du pays en provenance du reste de la zone euro). Dès lors, la part du bien échangeable produit par le pays j dans la demande de biens échangeables du pays i est égale à la taille de ce pays dans l'économie mondiale multiplié par un facteur qui mesure l'intensité des échanges commerciaux entre les deux pays. De plus, afin de ne pas introduire d'asymétries dans le modèle, on spécifie que l'intégration commerciale du pays et du reste de la zone euro envers le reste du monde est identique (χ_m) et plus faible que l'intégration commerciale au sein de la zone euro (χ_{ze}). Voilà comment cela se traduit dans la définition de l'agrégat "biens échangeables" de chaque pays :

$$D_{T,0}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} = (1 - \chi_{m\text{size}_1} - \chi_{m\text{size}_2})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,00}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (\chi_{m\text{size}_1})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,01}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (\chi_{m\text{size}_2})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,02}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

$$D_{T,1}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} = (\chi_{m\text{size}_0})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,10}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \chi_{m\text{size}_0} - \chi_{ze\text{size}_2})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,11}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (\chi_{ze\text{size}_2})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,12}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

$$D_{T,2}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} = (\chi_{m\text{size}_0})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,20}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (\chi_{ze\text{size}_1})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,21}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}} + (1 - \chi_{m\text{size}_0} - \chi_{ze\text{size}_1})^{\frac{1}{\sigma}} D_{T,22}^{\frac{\sigma-1}{\sigma}}$$

où σ représente l'élasticité de substitution entre biens échangeables de différents pays.

3.3.2 Les indices de prix

On note \mathcal{E} le taux de change de l'euro (la quantité d'euro pour une unité de monnaie étrangère), P_i le prix en monnaie locale du bien échangeable produit dans le pays, $P_{NT,i}$ le prix en monnaie locale du bien non échangeable.

Le prix du panier de biens échangeables est donné par :

$$P_{T,0}^{1-\sigma} = (1 - \chi_{m\text{size}_1} - \chi_{m\text{size}_2})P_0^{1-\sigma} + \chi_{m\text{size}_1}(P_1/\mathcal{E})^{1-\sigma} + \chi_{m\text{size}_2}(P_2/\mathcal{E})^{1-\sigma}$$

$$P_{T,1}^{1-\sigma} = \chi_{m\text{size}_0}(\mathcal{E}P_0)^{1-\sigma} + (1 - \chi_{m\text{size}_1} - \chi_{ze\text{size}_2})P_1^{1-\sigma} + \chi_{ze\text{size}_2}P_2^{1-\sigma}$$

$$P_{T,2}^{1-\sigma} = \chi_{m\text{size}_0}\mathcal{E}P_0^{1-\sigma} + \chi_{ze\text{size}_1}P_1^{1-\sigma} + (1 - \chi_{m\text{size}_0} - \chi_{ze\text{size}_1})P_2^{1-\sigma}$$

Les prix de consommation, de l'investissement et des dépenses publiques sont donnés par :

$$PC_i^{1-\theta} = \eta_C P_{NT,i}^{1-\theta} + (1 - \eta_C) P_{T,i}^{1-\theta}$$

$$PI_i^{1-\theta} = \eta_I P_{NT,i}^{1-\theta} + (1 - \eta_I) P_{T,i}^{1-\theta}$$

$$PG_i^{1-\theta} = \eta_G P_{NT,i}^{1-\theta} + (1 - \eta_G) P_{T,i}^{1-\theta}$$

3.3.3 L'inflation

La définition de l'inflation des prix de consommation dans chaque pays est donnée par :

$$\pi_t^i = \frac{PC_{i,t}}{PC_{i,t-1}} - 1 \quad \text{pour} \quad i = 0, 1, 2, ze$$

En zone euro, les prix de consommation n'ont pas de définition univoque, on propose la définition suivante :

$$PC_{ze}^{1-\theta} = \frac{\text{size}_1}{\text{size}_1 + \text{size}_2} PC_1^{1-\theta} + \frac{\text{size}_2}{\text{size}_1 + \text{size}_2} PC_2^{1-\theta}$$

3.3.4 L'expression de la demande et l'équilibre sur le marché des biens

Une fois construites les demandes agrégées des différentes économies (consommation, investissement et dépenses publiques) et leur ventilation entre le bien non échangeable domestique et les différents biens échangeables, on peut déterminer l'expression des demandes en chaque type de biens qui dépend des demandes agrégées (C, I et G) et des prix relatifs. L'équilibre sur les différents marchés des biens s'en déduit.

On peut déjà écrire l'équilibre sur les marchés des biens non échangeables :

$$Y_{NT,i} = C_{NT,i} + I_{NT,i} + G_{NT,i} = \eta_C \left(\frac{P_{NT,i}}{P_{C_i}} \right)^{-\theta} C_i + \eta_I \left(\frac{P_{NT,i}}{P_{I_i}} \right)^{-\theta} I_i + \eta_G \left(\frac{P_{NT,i}}{P_{G_i}} \right)^{-\theta} G_i$$

Pour écrire l'équilibre sur le marché des biens échangeables de chaque pays, ils faut dans un premier temps définir les importations et les exportations en volume de chaque pays²³.

$$M_i = \sum_{i \neq j} D_{T,ij} \quad \text{importations du pays } i \quad X_i = \sum_{i \neq j} \frac{\text{size}_j}{\text{size}_i} D_{T,ji} \quad \text{exportations du pays } j,$$

où les demandes croisées (importations bilatérales) sont définies par :

$$\begin{aligned} D_{T,01} &= \chi_m \text{size}_1 D_{T,0} \left(\frac{P_1/\mathcal{E}}{P_{T,0}} \right)^{-\sigma} & D_{T,10} &= \chi_m \text{size}_0 D_{T,1} \left(\frac{\mathcal{E}P_0}{P_{T,1}} \right)^{-\sigma} & D_{T,20} &= \chi_m \text{size}_0 D_{T,2} \left(\frac{\mathcal{E}P_0}{P_{T,2}} \right)^{-\sigma} \\ D_{T,02} &= \chi_m \text{size}_2 D_{T,0} \left(\frac{P_2/\mathcal{E}}{P_{T,0}} \right)^{-\sigma} & D_{T,12} &= \chi_{ze} \text{size}_2 D_{T,1} \left(\frac{P_2}{P_{T,1}} \right)^{-\sigma} & D_{T,21} &= \chi_{ze} \text{size}_1 D_{T,2} \left(\frac{P_1}{P_{T,2}} \right)^{-\sigma} \end{aligned}$$

On peut maintenant écrire l'équilibre sur les marchés des biens échangeables de chaque pays :

$$\begin{aligned} Y_{T,0} &= (1 - \chi_m \text{size}_1 - \chi_m \text{size}_2) \left(\frac{P_0}{P_{T,0}} \right)^{-\sigma} D_{T,0} + X_0 \\ Y_{T,1} &= (1 - \chi_m \text{size}_0 - \chi_{ze} \text{size}_2) \left(\frac{P_1}{P_{T,1}} \right)^{-\sigma} D_{T,1} + X_1 \\ Y_{T,2} &= (1 - \chi_m \text{size}_0 - \chi_{ze} \text{size}_1) \left(\frac{P_2}{P_{T,2}} \right)^{-\sigma} D_{T,2} + X_2 \end{aligned}$$

²³ Les agrégats de demande seront toujours rapportés à la taille du pays (en points de PIB stationnaire si l'on veut) ce qui implique la correction de l'expression des exports avec les tailles relatives.

3.3.5 Calibrage du commerce mondial

Le calibrage du modèle de commerce consiste à définir les tailles des trois économies *i.e.* celle du pays de la zone euro que l'on étudie ($size_2$), celle du reste de la zone euro ($size_1$) et celle du reste du monde ($size_0$), la part des biens non échangeables dans chaque économie, le niveau d'intégration commerciale au sein de la zone euro et entre la zone euro et le reste du monde et enfin les élasticités de substitution entre biens échangeables et biens non échangeables d'une part et entre biens échangeables d'autre part.

Calibrage du commerce Mondial			
PIB reste du Monde	0,771	part des biens échangeables	0,34
PIB reste de la zone euro	0,205	intégration commerciale Zone euro	1,86
PIB de l'Espagne	0,024	intégration commerciale reste du Monde	0,47

Source : Chelem 2004

L'élasticité de substitution entre biens échangeables produits par différentes économies est en général assez élevée, plus élevée que l'élasticité de substitution entre biens échangeables et biens non échangeables. La part de biens échangeables dans l'investissement est en général supérieure à la part des biens échangeables dans la consommation, qui est elle même supérieure à la part des échangeables dans la dépense publique.

3.4 Les politiques macroéconomiques

Le modèle OMÉGA3 est conçu pour répondre à des questions de politiques macroéconomiques soulevées par le cadre institutionnel particulier d'une union monétaire. Les deux régions de la zone euro sont supposés conduire des politiques budgétaires indépendantes, tandis que la politique monétaire est commune, autonome vis-à-vis de celle du reste du Monde et indépendante des autorités budgétaires. Les politiques macroéconomiques du reste du monde (politique budgétaire, politique monétaire) sont également modélisées.

Dans les modèles à anticipations rationnelles, il est indispensable de spécifier des règles de politiques macroéconomiques afin que les agents puissent former leurs anticipations. Mais celle-ci doivent en outre assurer la stabilité à long terme : la politique monétaire ajuste suffisamment le niveau des taux d'intérêt à l'inflation pour stabiliser le niveau de l'inflation ; les règles budgétaires et fiscales assurent que le niveau de la dette publique revient vers une cible déterminée. Par ailleurs, la fixation de règles de politiques macroéconomiques permet de modéliser simplement un cadre institutionnel d'indépendance des autorités monétaires et budgétaires. Toutefois, l'existence de règles n'empêche pas d'intégrer une part de discrétion, celle-ci étant modélisée comme un choc non anticipé (en dehors de la règle) sur l'instrument de la politique (taux d'intérêt nominal pour la banque centrale, dépenses publiques ou niveau des taxes pour les gouvernements).

3.4.1 La politique monétaire

La banque centrale fixe le taux d'intérêt nominal selon une règle de Taylor comme dans Clarida et al. (2002).

$$\begin{aligned}i_t^{ZE} &= \rho_m^{ZE} i_{t-1}^{ZE} + (1 - \rho_m^{ZE}) \left(\frac{1}{\beta} - 1 + a_p^{ZE} \pi_t^{ZE} + a_y^{ZE} y_t^{ZE} \right) \\i_t^{RdM} &= \rho_m^{RdM} i_{t-1}^{RdM} + (1 - \rho_m^{RdM}) \left(\frac{1}{\beta} - 1 + a_p^{RdM} \pi_t^{RdM} + a_y^{RdM} y_t^{RdM} \right)\end{aligned}$$

3.4.2 La politique budgétaire et fiscale

Les effets macroéconomiques de la politique budgétaire et fiscale transitent principalement à travers deux mécanismes : les effets sur la demande agrégée (hausse des dépenses ou baisse des impôts) et les effets sur les prix (effets distorsifs des taxes).

Dans cette version du modèle OMÉGA3, les taxes ont très peu d'effets d'offre (d'effets distorsifs) dans la mesure où elles consistent en des prélèvements forfaitaires sur les ménages : elles affectent le niveau de la consommation des ménages mais pas le prix relatif des biens par rapport aux heures (contrairement à l'impôt sur le revenu, aux prélèvements sociaux ou à la TVA). Par exemple, une hausse permanente des dépenses publiques financée par un tel impôt conduira à une hausse de l'utilité marginale de la consommation (car celle-ci diminue) et donc à une hausse de l'offre de travail : l'impact à long terme est positif sur l'activité!

Sous l'hypothèse que tous les ménages sont ricardiens, une politique fiscale (baisse provisoire des impôts) n'a aucun impact sur l'économie dans la mesure où les ménages ne modifient pas leur consommation mais affectent le revenu supplémentaire à l'épargne en vue de payer les hausses d'impôts futures nécessaires (l'État est supposé respecter une contrainte budgétaire intertemporelle) : on retrouve en fait l'*équivalence ricardienne*. Sous la même hypothèse, une politique budgétaire (hausse provisoire des dépenses) a un impact sur les prix et la production. Mais l'effet est d'autant plus réduit que la demande privée (consommation des ménages, investissement) se contracte sous l'effet de la hausse de taux d'intérêt (effet d'éviction). Seules des rigidités réelles importantes (habitudes de consommation, rigidités sur l'investissement) peuvent éviter une baisse importante de la demande privée suite à une hausse de dépenses publiques.

Un certain nombre d'études empiriques tendent à montrer qu'une hausse des dépenses publiques s'accompagne d'une hausse de la consommation des ménages²⁴ ce qui nous a amenés à introduire des ménages "keynésiens" dont la consommation est liée au revenu courant comme dans Galí et al. (2007). Celle-ci d'élève à la suite soit d'une baisse des impôts (leur revenu disponible s'accroît)²⁵ soit d'une hausse des dépenses (les heures travaillées et les salaires augmentent). L'introduction de ces ménages keynésiens permet donc de retrouver les effets multiplicateurs induits par les politiques macroéconomiques.

La politique budgétaire. La demande publique $G_{i,t}$ est donc supposée exogène et se décompose en demande de biens échangeables et demande de biens non échangeables²⁶ :

$$G_i^{\frac{\theta-1}{\sigma}} = \eta_G^{\frac{1}{\theta}} G_{NT,i}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1 - \eta_G)^{\frac{1}{\theta}} G_{T,i}^{\frac{\theta-1}{\theta}}$$

Elle évolue dans le temps autour de son niveau stationnaire selon la règle de dépenses :

$$G_{i,t} = (1 - \rho_{g,i})\bar{G}_i + \rho_{g,i}G_{i,t-1} + \varepsilon_{g,i},$$

où \bar{G}_i est le niveau stationnaire de la dépense publique, $\rho_{g,i}$ sa persistance, et $\varepsilon_{g,i}$ l'impulsion budgétaire, à la discrétion des autorités. Cette impulsion est supposée non anticipée par les ménages.

La politique fiscale. Les prélèvements forfaitaires $\tau_{i,t}$ obéissent quant à eux à la règle de politique fiscale suivante, assurant la stabilisation du ratio de dette publique $B_{g,i,t}$ autour de son niveau de long terme $\bar{B}_{g,i}$:

$$\tau_{i,t} = (1 - \rho_{\tau,i})(\bar{G}_i - \phi_g (B_{g,i,t} - \bar{B}_{g,i})) + \rho_{\tau,i}\tau_{i,t-1} + \varepsilon_{\tau,i},$$

²⁴Cela reste compatible avec une hausse modérée du PIB si une partie de la hausse de la demande est satisfaite par les importations.

²⁵En présence de ménages keynésiens, l'équivalence ricardienne ne tient plus.

²⁶Pour prendre en compte le fait qu'une partie des dépenses publiques sert à embaucher plutôt qu'à acheter des biens, son contenu en biens non échangeables η_G est plus élevé que celui des dépenses de consommation et d'investissement du secteur privé.

où ϕ_g est la force de rappel de la règle de politique fiscale, $\rho_{\tau,i}$ est la persistance des prélèvements fiscaux, et $\varepsilon_{\tau,i}$ l'impulsion fiscale discrétionnaire.

Enfin, l'évolution dans le temps du ratio de dette publique est obtenue à partir de la contrainte budgétaire de l'Etat, exprimée en unités de biens de consommation (de la zone euro pour les deux régions 1 et 2, et du reste du monde pour la zone 0) :

$$P_{g,i,t}G_{i,t} + B_{g,i,t} = P_{g,i,t}T_{i,t} + \frac{1 + i_{i,t-1}}{1 + \pi_t}B_{g,i,t-1},$$

où $P_{g,i,t}$ est le prix relatif du panier de dépenses publiques par rapport à l'IPC de la zone d'intérêt.

4 Divergence des taux de croissance de la productivité entre pays d'une union monétaire

Les développements récents en zone euro soulèvent la question du rôle des politiques macroéconomiques face à des divergences de productivité entre pays membres. L'expérience portugaise suscite des inquiétudes sur l'ajustement à venir des économies moins avancées de la zone euro, et motive la recherche sur le rôle des politiques macroéconomiques Blanchard (2007a). En effet, après avoir bénéficié comme les autres pays moins avancés de la zone euro d'une impulsion positive liée à l'adhésion (baisse des taux réels, amélioration des perspectives technologiques et des débouchés commerciaux...), le Portugal a vu sa compétitivité se dégrader fortement — avec une croissance de la productivité en berne, moindre qu'attendue — et ses déficits extérieurs se creuser substantiellement. Sans possibilité pour le gouvernement de dévaluer la devise domestique (ou, pour le marché des changes, de discriminer un pays d'une zone monétaire), la baisse de la demande extérieure a fini par peser sur la production totale, entraînant le Portugal dans une spirale désinflationniste, avec hausse du chômage et atonie de la demande...

L'Espagne et la Grèce, deux autres pays ayant profité de cette hausse de la confiance suite à l'adhésion, sont dans une situation similaire au Portugal du tout début 2000 : forte inflation, forte croissance, forts déficits courants, ... en bref, ces économies paraissent en surchauffe lorsqu'on les compare au reste de la zone euro. En moyenne, l'Espagne a eu un taux de croissance d'un peu moins de 2 points au-dessus de la moyenne de la zone euro, avec un écart de taux d'inflation du même ordre, tandis que se balance courante s'est dégradée fortement pour atteindre plus de 8 points de PIB de déficit en 2006. L'ajustement de ces économies est scruté avec vigilance par leurs principaux partenaires, les autres pays de la zone euro. Cette partie se propose d'examiner les dynamiques de transition (convergence réelle) en union monétaire que prédit le modèle d'équilibre général standard en économie ouverte. Le modèle OMÉGA3 sera calibré sur les données macroéconomiques des régions imbriquées "Espagne" dans la "Zone euro" dans le "Monde".

La convergence réelle est traditionnellement vue comme la convergence des productivités du travail. En zone euro, la convergence des productivités ne semble pas s'opérer. En effet, même si les mesures de la productivité du travail ne sont pas forcément fiables, elles indiquent sans conteste un écart de productivité en défaveur de l'Espagne vis-à-vis du reste de la zone euro. L'écart de croissance serait donc imputable — comptablement — à une forte croissance des facteurs (notamment un accroissement de la main d'oeuvre avec la hausse de la participation des femmes et l'immigration en provenance du reste du monde). Ces deux tendances structurelles jouent, au total, en faveur de l'Espagne. La version actuelle d'OMÉGA3 ne permet pas pour l'instant de mesurer l'impact d'une hausse de la population. On s'en tient donc à une seule source de croissance, la productivité²⁷, et l'on suppose que l'écart de croissance entre Espagne et reste de la zone euro provient essentiellement d'un écart *favorable* de la productivité. Cette hypothèse, qui semble aller à l'encontre des faits stylisés, sera discutée.

Les simulations du modèle OMÉGA3 mettent en évidence une dynamique espagnole de surchauffe qui s'apparente aux conséquences d'un choc de demande durable, en particulier lorsque les gains de productivité sont localisés dans le secteur des échangeables. En revanche, le modèle ne reproduit pas toute l'ampleur des effets sur la balance courante espagnole, ce qui peut laisser penser que d'autres facteurs que les écarts de croissance ont été en jeu. En particulier, aucun phénomène de sur ajustement du niveau de la balance courante d'équilibre (à prix flexibles) n'est mis en évidence.

Les conséquences pour les politiques macroéconomiques sont ensuite brièvement examinées. Des simulations de politiques budgétaires fortement contracycliques indiquent que les politiques budgétaires peuvent réduire les divergences de positions macroéconomiques entre pays de la zone euro. Leur impact n'est pas nul sur les comptes courants ; ces exercices permettent de déduire que la politique budgétaire "optimale" n'atteint

²⁷La comptabilité de la croissance met en évidence trois sources de croissance : la productivité globale des facteurs, la croissance de l'offre de travail et l'accumulation du capital. Dans les modèles d'équilibre général de croissance "exogène" (type Solow, RBC, NK, DSGE, ...), l'accumulation du capital est toujours endogène, mais le progrès technique et l'offre de travail sont exogènes. Il serait toutefois possible d'endogénéiser progrès technique - en incorporant du capital humain (modèles dits de croissance endogène) - et démographie (modèles Beckériens de natalité endogène..., migrations endogènes) mais cela dépasse de loin le cadre de notre étude.

qu'un optimum de second rang par rapport à ce qu'aurait permis une politique monétaire autonome.

4.1 Remarques préliminaires

4.1.1 Ecarts d'inflation et taux de change interne

Au sein d'une zone monétaire, des écarts de taux d'inflation apparaissent soit en cas de désalignements du taux de change réel²⁸, soit en raison d'un effet Balassa-Samuelson (le différentiel de taux de croissance de la productivité entre biens échangeables et biens non échangeables est différent dans les deux parties de la zone monétaire). Dans les simulations de choc de productivité, l'apparition d'un différentiel d'inflation et donc de taux réels peut provenir de ces deux mécanismes.

Lors d'une hausse de productivité progressive et parfaitement anticipée dans toute l'économie, d'une part les ménages s'attendent à une hausse des revenus futurs et ajustent à la hausse leur consommation ; d'autre part, l'investissement croît pour ajuster le stock de capital aux besoins futurs : le taux de change réel est sous-évalué. L'excès de demande sur le marché des biens accroît la demande de travail, les salaires et les prix domestiques ; la balance courante se dégrade. Ces mécanismes permettent de ramener le taux de change réel vers sa valeur d'équilibre de moyen terme. A mesure que la productivité s'accroît, le taux de change réel d'équilibre se déprécie, l'excès de demande se résorbe et l'inflation ralentit.

Les deux périodes de sous-évaluation du change et de sur-évaluation du change ne sont pas nécessairement symétriques. La hausse de l'output-gap dans la première partie du processus ne se traduit pas *ipso facto* par un creusement de la même ampleur dans la seconde partie. La vitesse à laquelle le taux de change réel d'équilibre s'apprécie (hausse de la demande) et se déprécie (gains de productivité) et la vitesse d'ajustement des prix et des salaires conditionnent la dynamique de l'output-gap. En supposant que le taux de change réel de long terme du pays n'est pas affecté par la hausse de productivité, la désinflation de la deuxième période du processus doit avoir la même ampleur que l'inflation dans la première période. Malgré tout, même dans ce cas là, l'effet récessif est d'une ampleur réduite par rapport à la surchauffe du début. En effet, autant les prix domestiques doivent revenir au niveau de départ, autant les salaires sont eux définitivement plus élevés dans le pays ayant fait des gains de productivité.

Lors d'une hausse de productivité progressive et parfaitement anticipée dans le seul secteur des biens échangeables, le taux de change interne (le rapport entre le prix des biens non échangeables et le prix des biens échangeables) s'apprécie. En union monétaire, l'effet Balassa-Samuelson se traduit forcément par un différentiel de taux d'inflation entre le pays et le reste de la zone monétaire. A long terme, le taux de change en parité de pouvoir d'achat s'apprécie. La conséquence de cette appréciation est la persistance d'un écart de taux d'intérêt réel important entre les des parties de la zone monétaire. A supposer par exemple qu'un pays de la zone monétaire connaissent un rattrapage de l'ordre de 10 points de PIB en une dizaine d'années concentré dans le seul secteur des biens échangeables et que celui-ci couvre environ 1/3 de l'économie, l'appréciation du taux de change PPA est de l'ordre de 30 % c'est-à-dire que les taux d'intérêt réel de long terme sont 300 points de base plus faibles dans le pays par rapport au reste de la zone euro. La baisse des taux d'intérêt réels permet une très forte hausse de la consommation et de l'investissement dès le début du rattrapage ce qui conduit à une dégradation de la balance commerciale bien plus élevée que lorsque les gains de productivité ont lieu dans l'ensemble de l'économie.

4.1.2 Nature des gains de productivité et taux de change d'équilibre à long terme

Les gains de productivité conduisent en général à une appréciation du taux de change réel calculé comme le taux de change nominal déflaté par les indices de prix à la consommation. Ce fait stylisé s'explique par l'appréciation du taux de change interne lié à l'effet Balassa-Samuelson, c'est-à-dire que les gains de

²⁸Ici, le taux de change réel pertinent est celui généralement appréhendé par le FEER permettant d'atteindre l'équilibre macroéconomique interne — le plein emploi des facteurs — et un niveau de balance courante compatible avec les décisions d'épargne et d'investissement. Le taux de change réel d'équilibre de long terme permet lui d'atteindre l'équilibre interne et de stabiliser la position extérieure nette.

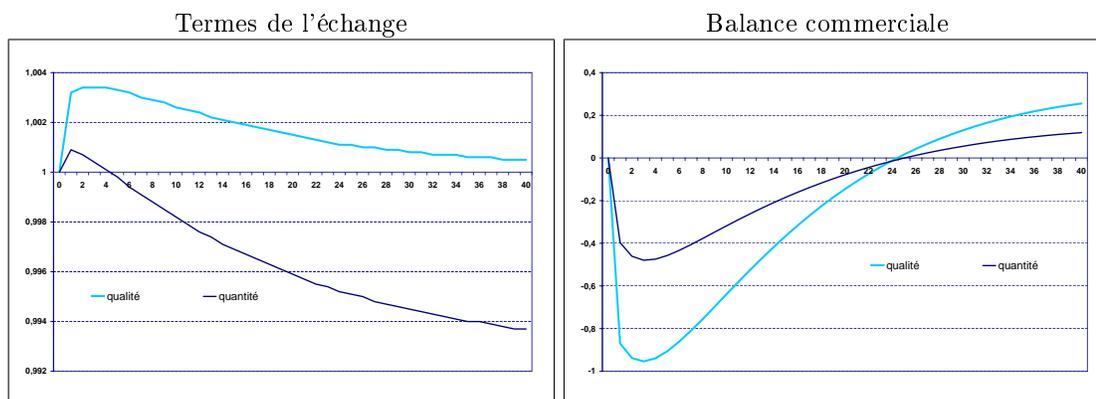
productivité dans les pays en rattrapage ont essentiellement lieu dans le secteur des biens échangeables. Si l'on ne s'intéresse qu'aux termes de l'échange, le rattrapage ne conduit pas en général à une amélioration ni à une détérioration de ceux-ci.

Une première forme de gains de productivité consiste à produire le même bien mais à un coût plus faible. Dans la mesure où les biens échangeables produits par différents pays sont imparfaitement substituables, la seule façon "d'écouler la marchandise" supplémentaire est de baisser son prix ²⁹. Dans ce cas, des gains de productivité dans le secteur des biens échangeables, que l'on peut qualifier de "quantitatifs" se traduisent par une dégradation des termes de l'échange à long terme.

Une seconde forme de gains de productivité dans le secteur des biens échangeables conduirait à accroître leur qualité où leur variété et que ces gains de productivité s'accompagnent d'une augmentation, toutes choses égales par ailleurs, de la demande mondiale adressée au pays. Dans cette situation on peut avoir une augmentation de la production de biens, qualifiée ici de "qualitative", sans dégradation des termes de l'échange.

La spécification des gains de productivité a un impact sur la dynamique macroéconomique. Lorsque les termes de l'échange se dégradent à long terme (gains de productivité type "quantité"), le taux d'intérêt réel (de l'emprunt international) est plus élevé et la balance courante se dégrade moins les premières périodes. A titre illustratif, on trace les réponses des termes de l'échange externes et la balance commerciale selon le type de gains de productivité (voir figure 7).

FIG. 7: Effets d'une hausse qualitative et quantitative de la productivité dans le secteur des biens échangeables.



4.2 Effets d'une divergence des taux de croissance de la productivité en union monétaire

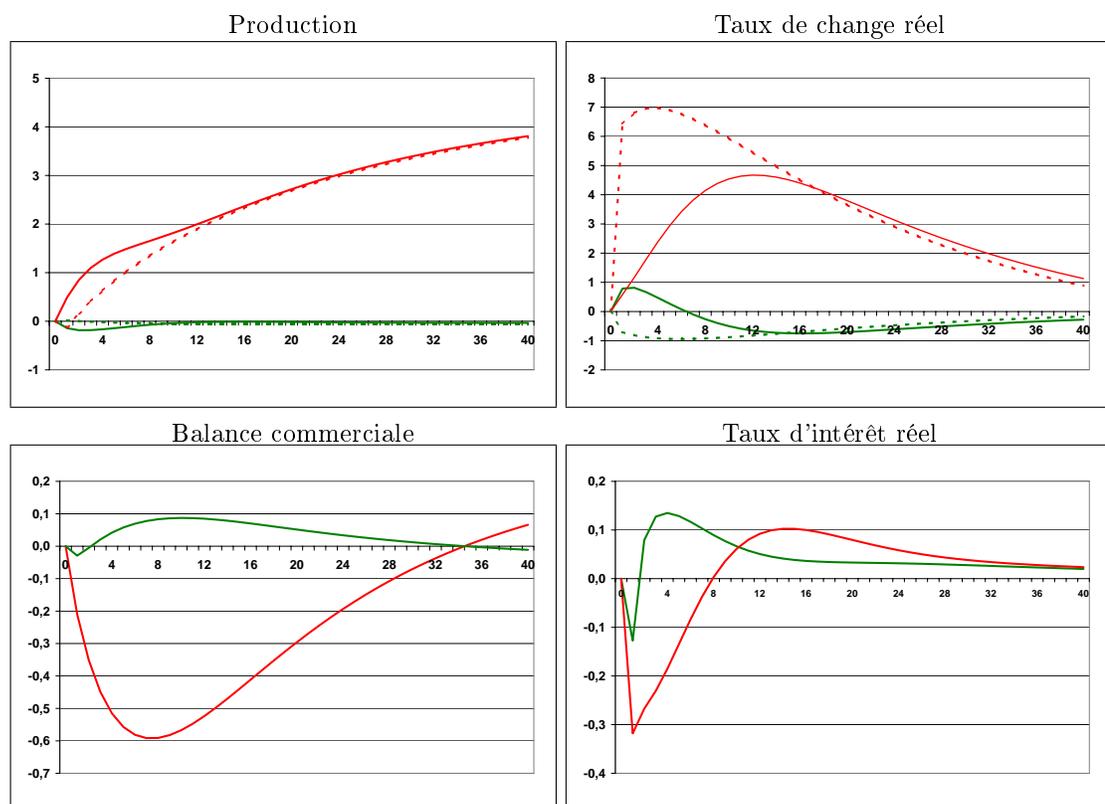
On suppose qu'un pays de la zone euro calibré de la taille de l'Espagne fait des gains de productivité progressifs et parfaitement anticipés, identiques dans les deux secteurs. L'anticipation de hausse des revenus futurs conduira à une baisse du taux d'épargne tandis que les gains de productivité accroissent le stock de capital à l'équilibre et donc l'investissement. La balance commerciale se dégrade.

²⁹Cette baisse des prix est toutefois en partie compensée par la réallocation des facteurs de production vers les biens non échangeables.

4.2.1 Hausse de la productivité uniforme dans l'ensemble des secteurs

La productivité dans le secteur des biens échangeables et des biens non échangeables augmente de façon progressive à un rythme de 1% par an. On fait l'hypothèse que les gains de productivité dans le secteur des biens échangeables sont de type "qualité" et s'accompagne d'une hausse de la demande mondiale pour ces biens (les termes de l'échange ne sont pas affectés à long terme).

FIG. 8: Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne.



Comme il n'y a pas de différentiel de gains de productivité entre les deux secteurs, il n'y a pas non plus d'appréciation du taux de change interne. L'inflation dans le pays augmente peu et la réaction de politique monétaire est mesurée. L'output-gap (l'écart entre la production à prix flexible, en pointillé, et la production à prix rigides) est légèrement positif les deux premières années en Espagne (voir figure 8).

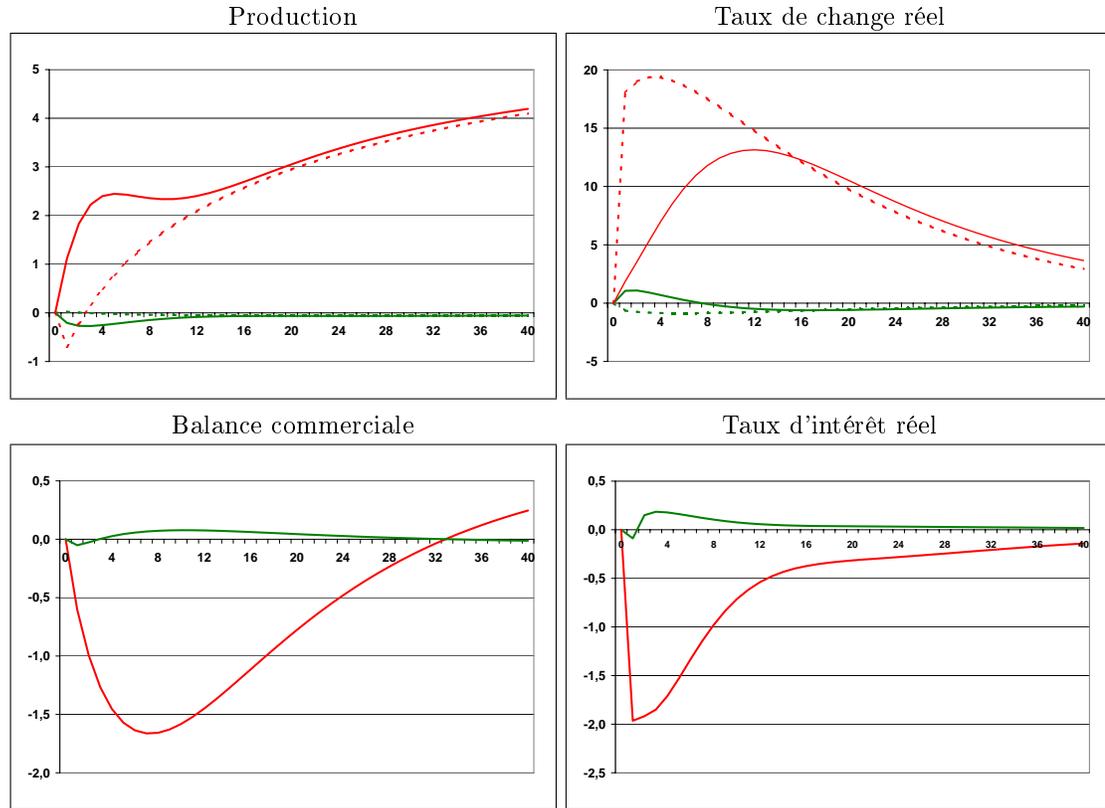
L'excès de demande par rapport à l'offre devrait conduire à une appréciation de 7% du taux de change réel en Espagne (les simulations en prix et salaires flexibles sont représentées par les courbes en pointillés dans les différentes figures), mais cette appréciation est impossible à cause de la rigidité des prix. Ce n'est qu'au bout de trois ans que les écarts d'inflation cumulés permettent au taux de change réel de s'apprécier. Par la suite, le taux de change réel reste proche de son niveau d'équilibre. La balance commerciale se dégrade de 0,6 points de PIB dans cette simulation.

4.2.2 Effets d'une hausse de productivité dans le seul secteur des biens échangeables

On suppose que la productivité dans le secteur des biens échangeables augmente de façon progressive à un rythme de 3% par an, ce qui conduit la productivité moyenne de l'économie à augmenter de 1% la première

année ³⁰. Les gains de productivité ralentissant, la hausse de productivité moyenne dans l'économie atteint à terme 5%.

FIG. 9: Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne dans le seul secteur des biens échangeables.



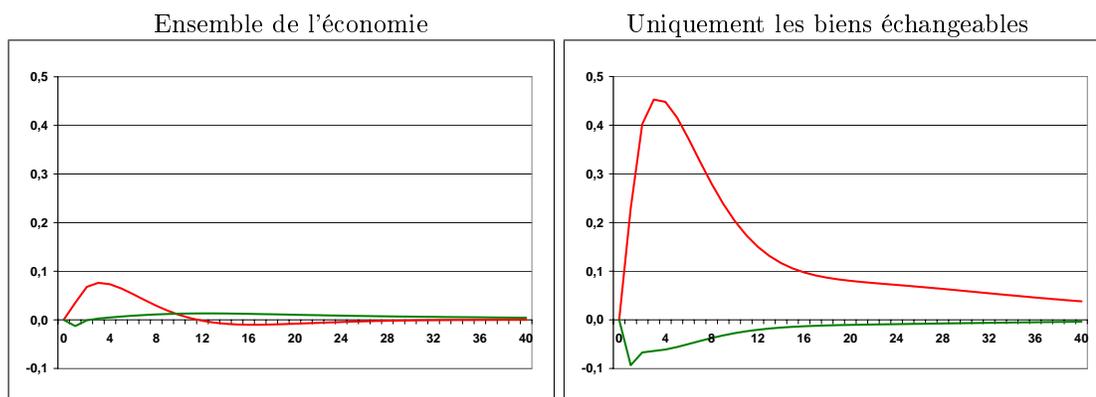
La hausse des gains de productivité est parfaitement anticipée par les ménages ricardiens qui vont augmenter à la fois leur consommation et l'investissement. La hausse de la demande accroît l'emploi et donc la consommation des ménages keynésiens.

Le différentiel de gains de productivité entre le secteur des biens échangeables et le secteur des biens non échangeables conduit à une appréciation des termes de l'échange interne et augmente l'inflation (effet Balassa-Samuelson) beaucoup plus fortement que si les gains de productivité ont lieu dans l'ensemble de l'économie (voir figure 10).

Les taux d'intérêt dans la zone euro augmentent ce qui tend à apprécier l'euro, et pèsent sur l'activité et l'inflation des partenaires de l'Espagne. En Espagne, les taux d'intérêt réels baissent fortement ce qui conduit à une forte augmentation de la consommation et de l'investissement. Dès lors, la balance courante se dégrade fortement (1,5 point de PIB) alors même que le taux de change réel espagnol apparaît très sous-évalué les trois premières années (il s'apprécie progressivement et seulement de la moitié de l'appréciation qui aurait eu lieu en change flexibles). On peut noter que les effets du change sur la balance commerciale sont instantanés dans le modèle et que la prise en compte d'une réponse graduelle des importations et des exportations aux variations des taux de change (courbe en J) prolongerait encore la dégradation de la balance commerciale espagnole.

³⁰ Comme il y a des réallocations de facteurs de production entre le secteur des biens échangeables (qui fait des gains de productivité) vers le secteur des biens non échangeables (qui n'en fait pas), la hausse de productivité moyenne de l'économie est en fait légèrement plus faible.

FIG. 10: Effets sur l'inflation en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne suivant la localisation des gains de productivité.



C'est la présence de l'effet Balassa-Samuelson (l'appréciation du taux de change réel via l'appréciation du taux de change interne), qui en monnaie unique ne peut se réaliser que par des écarts persistants d'inflation, qui induit une baisse du taux d'intérêt réel de long terme en Espagne par rapport à celui du reste de la zone euro. L'impact sur l'output-gap espagnol est d'autant plus fort que la demande est sensible au taux d'intérêt (cette sensibilité diminue lorsque l'on accroît la part des ménages keynésiens, les habitudes de consommation et les rigidités de l'investissement). Si la demande espagnole est très sensible au niveau des taux d'intérêt de long terme, c'est que la structure des marchés financiers espagnols permettent facilement de transformer une baisse de taux d'intérêt (ou une hausse du prix des actifs) en capacité d'emprunt des ménages et en stimulation de l'investissement. Même en l'absence de bulle sur les actifs en Espagne, le modèle est capable de reproduire de très forts déséquilibres courants.

4.3 Les effets macroéconomiques d'un choc asymétrique de dépenses publiques

Une hausse transitoire des dépenses publiques dans un seul pays conduit à court terme aux effets keynésiens standards. L'effet sur le PIB à court terme dépend d'une part de l'effet d'éviction sur la dépense privée (consommation et investissement) et d'autre part de l'impact de cette dépense supplémentaire sur les importations.

Une hausse des dépenses publiques à des effets sur les autres composantes de la demande :

- La consommation des ménages ricardiens diminue en raison de la hausse des taux d'intérêt et ce d'autant plus que l'élasticité de substitution intertemporelle est élevée. La présence d'habitudes de consommation réduit à court terme l'effet d'une hausse des taux d'intérêt sur la consommation, celle-ci ne baisse que progressivement (en deux ans dans la simulation, voir figure 12).
- La consommation des ménages keynésiens, qui dépend principalement du revenu disponible, augmente suite à une hausse des dépenses publiques en raison d'une hausse des heures travaillées. Cette hausse n'est que transitoire (elle dure deux ans dans la simulation) car le niveau des salaires réels est réduit par la hausse des prix et car la hausse des heures travaillées s'épuise (voir figure 12).
- L'investissement diminue en raison de la hausse des taux d'intérêt.

Lorsque les prix sont flexibles, une hausse de la dépense publique a un impact modéré sur l'économie : les ménages ne vont pas diminuer leur consommation du montant de la hausse des dépenses publiques (motif de lissage, présence de ménages keynésiens) et la structure de la demande publique est plus riche en biens non échangeables que la dépense privée; mais la hausse des prix domestiques réoriente cette dépense vers

les biens étrangers (*expenditure switching*) si bien que l'impact à court terme reste mesuré (multiplicateur entre 0,4 et 0,5 à court terme). Lorsque les prix sont rigides, la substitution des biens étrangers aux biens nationaux est plus lente et l'impact réel d'une hausse des dépenses publiques plus élevée³¹. Le multiplicateur de la dépense publique à court terme est proche mais inférieur à 1 (voir figure 11)

FIG. 11: Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse transitoire des dépenses publiques en Espagne en prix rigides (plein) et prix flexible (pointillé).

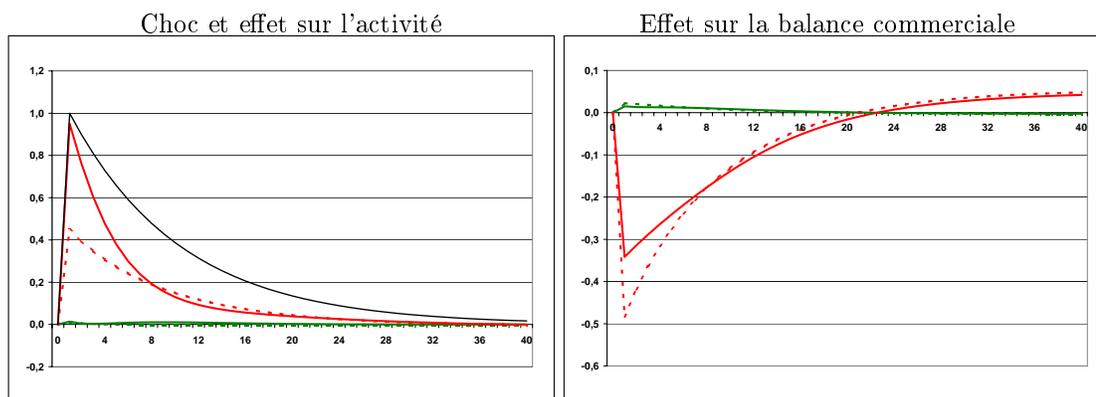
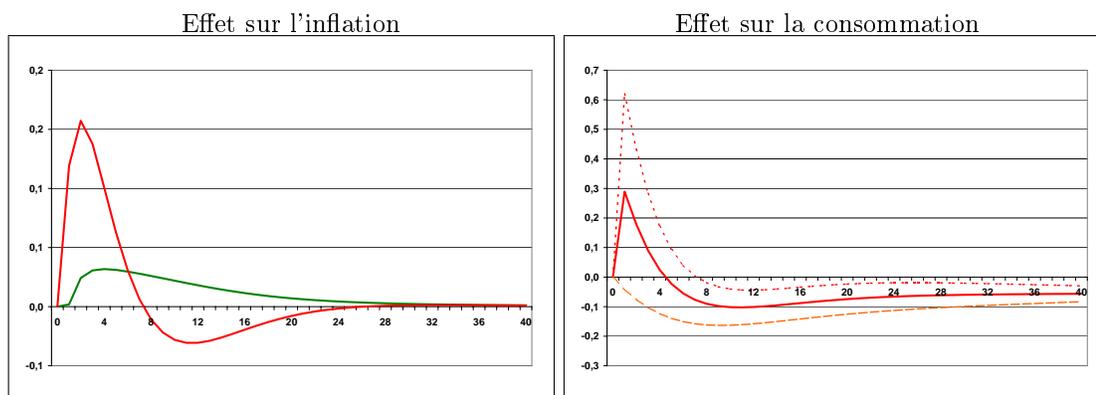


FIG. 12: Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse transitoire des dépenses publiques en Espagne en prix rigides.



4.4 Discussion

4.4.1 Sur les sources exogènes de la croissance : productivité et offre de travail

Dans les simulations, nous avons fait l'hypothèse que le différentiel de croissance provenait d'une hausse de la productivité soit dans l'ensemble de l'économie, soit dans le seul secteur des biens échangeables. Dans le cas espagnol, il semble qu'une part importante de la hausse de la productivité provienne en fait d'une hausse de l'offre de travail, sans que la productivité de celui-ci n'ait augmenté. Une hausse de l'offre de travail et une hausse de la productivité dans l'ensemble de l'économie ont des effets macroéconomiques similaires sauf

³¹ Les effets d'une hausse des dépenses publiques en économie fermée sont plus élevés car elles ne commandent pas d'importations supplémentaires, mais dans le même temps la hausse des taux d'intérêt réels est plus forte.

pour le niveau du salaire réel. Malgré tout, l'inflation et la dynamique de la balance courante pourraient accréditer la présence d'un choc dans le secteur des biens échangeables.

Il est possible que les deux types de chocs aient été présent en même temps et que le choc de participation ait masqué le choc de productivité. En effet, une hausse du taux de participation s'accompagne généralement d'une baisse de la productivité apparente du travail d'une part car le stock de capital ne s'ajuste pas immédiatement et d'autre part car les travailleurs qui étaient employés sont les plus productifs, les nouveaux ayant une productivité moyenne plus faible. Par ailleurs, l'allocation des travailleurs entre les deux secteurs a pu conduire à une baisse relative de la productivité dans le secteur des biens non échangeables s'il a été le principal récipiendaire des nouveaux travailleurs et conduire ainsi à un effet Balassa-Samuelson.

En somme, il y a trois raisons principales à la dégradation de la balance courante. D'une part l'effet "revenu permanent" qui se manifeste si les ménages anticipent correctement les gains de productivité à venir et si ils sont capables de s'endetter ; la structure du marché financier est un déterminant important de l'importance de ce canal. D'autre part il y a l'effet de la baisse du taux d'intérêt réel. A court terme, le différentiel d'inflation lié à l'écart de cycle avec le reste de la zone euro induit une baisse du taux d'intérêt réel, mais celle-ci dure peu de temps et ne suffit pas, dans le modèle, à induire une hausse importante de la consommation et de l'investissement. En revanche, un écart durable d'inflation lié à la présence de l'effet Balassa-Samuelson peut potentiellement générer une baisse beaucoup plus forte et durable du taux d'intérêt réel. Enfin, il y a la hausse de l'investissement qui permet au stock de capital d'atteindre sa nouvelle valeur de long terme liée au plus haut niveau de la productivité. Dans notre calibrage, cette dynamique explique environ 1/3 de la dégradation de la balance courante.

4.4.2 Sur le rôle de la politique budgétaire en cas de tendances divergentes de productivité

Les simulations de hausse progressive et permanente de la productivité d'une part, et de hausse des dépenses publiques persistantes mais transitoires d'autre part, mettent en évidence des réactions similaires de l'activité et de l'inflation. La politique budgétaire semble donc un instrument adapté pour réduire les écarts d'*output gap* et d'inflation au sein de la zone monétaire qui sont la conséquence des écarts de taux réels mis en évidence lorsque les taux de croissance des productivités divergent, et renforcés par la politique monétaire commune. Un resserrement budgétaire permettra ainsi de contenir l'inflation et de réduire l'*output gap* du pays en surchauffe.

Cependant, les réactions de la balance courante sont également les mêmes, ce qui signifie qu'un resserrement budgétaire réduira le déficit de la balance courante, là où en prix flexibles (et en changes flexibles), cette balance courante aurait été davantage dégradée. Ainsi, Gourinchas (2002) présentait que la politique budgétaire réduirait les gains intertemporels au commerce international en limitant temporairement les entrées de capitaux et, donc en ralentissant le rattrapage macroéconomique. La politique budgétaire doit donc faire face à un arbitrage : rester "neutre" et dans ce cas laisser le rattrapage économique se faire de façon déséquilibrée (surchauffe) et accélérée, soit devenir plus restrictive, pour que le rattrapage se fasse effectivement au rythme des gains de productivité, de façon équilibrée (sans surchauffe), en limitant les effets de substitution intertemporelle. En tout état de cause, l'usage actif de la politique budgétaire ne parvient qu'à atteindre un "second best" par rapport à une situation où les changes sont flexibles.

5 Conclusion

A l'aide du modèle macroéconomique international OMÉGA3 développé à la DGTPE, et présenté en détail dans ce document de travail, nous avons mis en évidence des mécanismes macroéconomiques à l'oeuvre lorsque les taux de croissance de la productivité des pays appartenant à une zone monétaire divergent. On a supposé qu'un pays "apprenait" qu'il allait réaliser des gains de productivité en niveau progressifs et permanents supérieurs au reste de la zone monétaire (ou, ce qui revient au même, un taux de croissance de la productivité supérieur au reste de la zone pendant plusieurs années). La balance commerciale se dégrade

initialement pour deux raisons. D'une part, la demande intérieure est stimulée par les perspectives économiques, car l'investissement bénéficie d'une hausse anticipée du rendement du capital et car les ménages accroissent leur consommation (lissage de la consommation des ricardiens, hausse de la production globale pour les keynésiens). D'autre part, la hausse des taux de la politique monétaire qui s'ensuit et l'appréciation du change nominal sont "subies" par le reste de la zone, qui voit au contraire sa demande intérieure se contracter. Au cours des 3 premières années (le temps que les prix s'ajustent), la production passe au-dessus de son potentiel dans le pays en rattrapage. Le reste de la zone monétaire est en sous-régime.

Le secteur où sont attendus les gains de productivité est une donnée importante du problème; lorsqu'ils sont concentrés dans le secteur des biens échangeables, l'effet Balassa Samuelson "dynamique" renforce la surchauffe dans le pays en rattrapage (inflation engendrée par l'appréciation interne) et, partant, les écarts de position macroéconomique. Cette étude plaide en faveur d'un critère de convergence réelle des productivités pour l'entrée dans l'euro, une flexibilité accrue des prix et salaires et une coordination des politiques budgétaires pour compenser la perte du taux de change nominal, notamment lorsque les divergences de productivité engendrent des divergences de la demande.

Table des figures

1	Choc d'offre et de demande chez Home	12
2	Choc de dotation progressif et permanent dans le secteur des biens échangeables	14
3	Choc transitoire de dotation dans le secteur des biens non échangeables	15
4	Choc de dotation progressif et permanent dans le secteur des biens non échangeables	16
5	Réponse de la balance courante et du taux de change à un choc de productivité	19
6	Réponse du stock de capital à un choc de productivité dans le secteur des échangeables (gauche) et des non échangeables (droite).	20
7	Effets d'une hausse qualitative et quantitative de la productivité dans le secteur des biens échangeables.	38
8	Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne.	39
9	Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne dans le seul secteur des biens échangeables.	40
10	Effets sur l'inflation en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse de la productivité en Espagne suivant la localisation des gains de productivité.	41
11	Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse transitoire des dépenses publiques en Espagne en prix rigides (plein) et prix flexible (pointillé).	42
12	Effets en Espagne (rouge) et dans le reste de la zone euro (vert) d'une hausse transitoire des dépenses publiques en Espagne en prix rigides.	42

Table des Encadrés

1	Les rigidités nominales	26
---	-----------------------------------	----

Références

- Armington, P. S. (1969). *A Theory of Demand for Products Distinguished by Place of Production*. Staff Papers 1, International Monetary Fund.
- Ascari, G. & Ropele, T. (2007). *Trend Inflation, Taylor Principle and Indeterminacy*. Kiel Working Papers 1332, Kiel Institute for the World Economy. available at <http://ideas.repec.org/p/kie/kieliw/1332.html>.
- Bayoumi, T., Laxton, D., & Pesenti, P. (2004). *Benefits and spillovers of greater competition in Europe : a macroeconomic assessment*. Staff Reports 182, Federal Reserve Bank of New York.
- Blanchard, O. (2007a). Adjustment within the euro. the difficult case of portugal. *Portuguese Economic Journal*, 6(1), 1–21.
- Blanchard, O. (2007b). Current account deficits in rich countries. *IMF Staff Papers*, 54(2), 191–219.
- Blanchard, O. & Giavazzi, F. (2002). *Current Account Deficits in the Euro Area. The End of the Feldstein Horioka Puzzle?* Working Paper 03-05, MIT Department of Economics.
- Christiano, L. J., Eichenbaum, M., & Evans, C. L. (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, 113(1), 1–45. available at <http://ideas.repec.org/a/ucp/jpolec/v113y2005i1p1-45.html>.
- Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (2002). A simple framework for international monetary policy analysis. *Journal of Monetary Economics*, 49(5), 879–904.
- Engel, C. & Matsumoto, A. (2006). *Portfolio Choice in a Monetary Open-Economy DSGE Model*. NBER Working Papers 12214, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Erceg, C. J., Guerrieri, L., & Gust, C. (2005). *SIGMA : a new open economy model for policy analysis*. International Finance Discussion Papers 835, Board of Governors of the Federal Reserve System (U.S.).
- Galí, J., López-Salido, J., & Vallés, J. (2007). Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, 5(1), 227–270.
- Ghironi, F. (2000). *Understanding Macroeconomic Interdependence : Do We Really Need to Shut Off the Current Account?* Boston College Working Papers in Economics 465, Boston College Department of Economics.
- Gourinchas, P.-O. (2002). Comments on current account deficits in the euro area. the end of the feldstein-horioka. *Brookings Papers on Economic Activity*, (2).
- Kenen, P. B. (1969). The optimum currency area : An eclectic view. In Mundell & Swoboda (Eds.), *Monetary Problems of the International Economy*. University of Chicago Press.
- Langedijk, S. & Roeger, W. (2007). *Adjustment in EMU : A model-based analysis of country experiences*. Economic Papers 274, DG ECFIN.
- Mundell, R. A. (1961). A theory of optimum currency areas. *American Economic Review*, 51, 657–65.
- Obstfeld, M. & Rogoff, K. (1995). Exchange rate dynamics redux. *Journal of Political Economy*, 103(3), 624–60.
- Obstfeld, M. & Rogoff, K. (1996). *Foundations of International Macroeconomics*. Cambridge, MA : MIT Press.
- Obstfeld, M. & Rogoff, K. (2004). *The Unsustainable US Current Account Position Revisited*. NBER Working Papers 10869, National Bureau of Economic Research, Inc.

Schmitt-Grohé, S. & Uribe, M. (2005). *Optimal Simple and Implementable Monetary and Fiscal Rules : Expanded Version*. Working Paper 11417, NBER.

Smets, F. & Wouters, R. (2002). *An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area*. Working Paper Series 171, European Central Bank.