

Document de travail (Docweb) n° 1618

Vitesse et composition des ajustements budgétaires en équilibre général: une analyse appliquée à la zone euro

Thomas Brand

Avril 2017

Speed and composition of fiscal consolidation in general equilibrium: an analysis applied to Euro area¹

Thomas Brand²

Abstract: This paper aims to evaluate fiscal stimulus and adjustment in a general equilibrium model applied to the euro area, as a function of the speed and composition of the adjustment. Literature concerning fiscal policy in general equilibrium has not treated this approach. Based on a neoknesian model, several results can be drawn. First, recent studies present sensitive results because the speed of fiscal adjustment is taken as given. Second, the effectiveness of stimulating production depends to a large extent on the fiscal expansion instrument used. The most important multipliers are those related to public investment, followed by public consumption and transfers to financially constrained households. Third, the negative effects on the demand-side dominate in the medium term, whatever the fiscal stimulus is. The composition of the adjustment plays a smaller role on the production when the adjustment is gradual.

Keywords: fiscal policy, fiscal stimulus, distortionary taxation, fiscal multiplier, neoknesian model.

Vitesse et composition des ajustements budgétaires en équilibre général : une analyse appliquée à la zone euro

Abstract : Cet article s'attache à évaluer, dans un modèle d'équilibre général appliqué à la zone euro, différentes politiques budgétaires de relance et de consolidation, en fonction de la vitesse et de la composition de l'ajustement. Cette question a été éludée dans la littérature examinant la politique budgétaire en équilibre général. On montre que certains travaux récents présentent des résultats sensibles à ce paramètre. De plus, l'efficacité à stimuler la production dépend de l'instrument de relance privilégié. Les multiplicateurs les plus importants sont ceux de l'investissement public, puis de la consommation publique et des transferts vers les ménages contraints financièrement. Enfin, les effets négatifs d'un ajustement rapide après une relance dominent largement sur la demande à moyen terme, quel que soit l'instrument de relance. La composition joue un rôle plus faible sur la production lorsque l'ajustement est plus graduel.

Mots-clefs : politique budgétaire, relance budgétaire, impôts distorsifs, multiplicateur budgétaire, modèle néokeynésien.

¹Cet article a été partiellement rédigé pendant que l'auteur travaillait à France Stratégie.

²CEPREMAP, thomas.brand@cepremap.org.

L'une des conséquences de la crise de 2007 sur le plan des politiques économiques est de réaffirmer l'intérêt de la politique budgétaire comme instrument contracyclique (Blanchard *et al.*, 2010). La succession rapide d'une politique de relance budgétaire après la crise et de consolidation depuis 2010 pose cependant la question de l'efficacité globale des politiques budgétaires au cours des dix dernières années.

Dès 2008-2009, la plupart des États, confortés ou incités par les institutions internationales (Spilimbergo *et al.*, 2008), mettent en place d'importants plans de relance budgétaire pour soutenir l'économie, à travers l'*American Recovery and Reinvestment Act (ARRA)* aux États-Unis, et le *European Economic Recovery Plan (EERP)* dans l'Union européenne. Puis dès 2010, plusieurs voix appellent à la réduction des déficits pour faire face à la montée de l'endettement public (Blanchard et Cottarelli, 2010), encouragées par différents signes de retour à la croissance. Pourtant, dès 2011-2012, certains économistes se demandent si les politiques d'austérité ne vont pas trop vite (FMI, 2012; Corsetti, 2012) et envisagent de possibles consolidations budgétaires autodestructrices (Denes *et al.*, 2013). Cette idée est développée dans des articles surtout empiriques qui mettent en évidence les effets négatifs sur la croissance de tels épisodes (Guajardo *et al.*, 2010, 2011; Cafiso et Cellini, 2012).

L'actualité, plus particulièrement en zone euro, pose une nouvelle fois la question du rythme des ajustements et de leur composition. L'objectif de cet article est de formuler certaines réponses à l'aide d'un modèle d'équilibre général.

L'hypothèse de base ici est qu'il existe différentes manières de respecter la contrainte budgétaire intertemporelle publique qui viennent modifier l'impact global de la politique budgétaire. La consolidation budgétaire, qui permet le retour à l'équilibre, est ici étudiée sous deux angles : d'une part sa vitesse, qui désigne la sensibilité des différents instruments budgétaires à la dynamique de la dette publique ; d'autre part sa composition, qui correspond à la part de l'ajustement imputable à une augmentation des recettes et celle imputable à une diminution des dépenses. Nous cherchons à évaluer les effets des différentes relances budgétaires selon la vitesse et la composition de l'ajustement qui suit. L'interdépendance entre les politiques de relance budgétaire et celles de consolidation est centrale dans ce questionnement. Dans ce cas, elles doivent être étudiées dans un cadre unique, ici un modèle d'équilibre général.

Le modèle original présenté ici s'inspire de celui de Baxter et King (1993). On y incorpore une concurrence monopolistique sur le marché des biens et du travail, ainsi que des rigidités nominales et réelles (Christiano *et al.*, 2005; Smets et Wouters, 2003, 2007), qui permettent de tenir compte d'effets de demande à la suite d'une relance. On ajoute une fraction d'agents non ricardiens (Galí *et al.*, 2007b), dont la spécificité est de consommer tout leur revenu courant. Plusieurs études économétriques montrent la pertinence d'une telle spécification en soulignant la réaction positive immédiate de la consommation privée à la suite d'une politique budgétaire de relance spécifique aux ménages (Parker *et al.*, 2011). En outre, des secteurs importateurs et exportateurs sont modélisés (Erceg *et al.*, 2005)¹. Cela permet de tenir compte d'une des critiques historiques faites aux relances budgétaires, selon laquelle de telles politiques se révèlent moins efficaces qu'en économie fermée et augmentent le déficit courant². Enfin, les différentes taxes et dépenses publiques réagissent de manière endogène à l'évolution de la dette publique. La variation des élasticités de ces instruments budgétaires à l'écart de dette publique par rapport à la dette d'équilibre permet ainsi d'étudier l'impact des différentes vitesses et compositions des ajustements budgétaires³.

1. La zone euro est considérée ici comme un *petit pays*, en suivant Adolfson *et al.* (2007). L'inflation, la production et les taux d'intérêt étrangers sont ainsi donnés de manière exogène. Adolfson *et al.* (2007) justifient ce choix à partir d'un modèle VAR à dix variables pour la zone euro et trois variables (inflation, production et taux d'intérêt) pour l'étranger, où les variables de la zone euro sont responsables seulement d'une petite fraction des mouvements des variables étrangères.

2. Voir Abbas (2010) pour un traitement récent des déficits jumeaux.

3. L'ensemble des équations du modèle non linéaire ainsi que la résolution du système à l'état stationnaire

Le modèle est alors calibré à partir des données de la zone euro dans son ensemble, les effets estimés doivent donc être interprétés comme une moyenne pondérée des effets des chocs budgétaires des pays membres de la zone. Dans la mesure où les politiques budgétaires sont prises à l'échelon national, cette hypothèse est réductrice car on ne peut tenir compte dans ce cas des effets sur les autres pays de la zone. Cependant, comme le remarquent Forni *et al.* (2009), se concentrer sur la zone euro dans son ensemble présente plusieurs avantages : tenir compte facilement de l'interaction avec la politique monétaire ; conserver un modèle relativement simple en analysant un seul pays dans une union monétaire ; comparer les résultats des simulations au modèle de Smets et Wouters (2003) et aux simulations réalisées pour les États-Unis.

La question du rythme des ajustements budgétaires peut aussi être traitée de manière normative. Adam (2011) montre ainsi qu'un niveau plus élevé de dette publique donne naissance à des risques plus importants de hausse des taxes distorsives et qu'une vitesse plus rapide de réduction des dépenses est alors optimale. Une analyse du *bien-être* dans un modèle de taille relativement importante, avec différents ménages notamment, semble cependant plus difficile comme le soulignent Drautzburg et Uhlig (2011). Les auteurs montrent ainsi la très forte sensibilité de leur mesure du bien-être aux préférences des ménages contraints. Nous privilégions donc, comme la plupart des articles récents sur ce thème, une étude en termes de multiplicateurs budgétaires, que Uhlig (2010) définit comme le ratio entre la somme actualisée de la production supplémentaire et la somme actualisée des dépenses supplémentaires.

À partir de ce modèle, on simule différents chocs de relance en faisant varier la vitesse et la composition des consolidations mises en place pour revenir à l'équilibre. Trois résultats peuvent être mis en avant.

Premièrement, les résultats principaux établis dans un article de Corsetti *et al.* (2012) dépendent du choix de la vitesse d'ajustement budgétaire que les auteurs considèrent comme donnée. Ces derniers montrent ainsi que l'incorporation d'ajustements budgétaires *via* une diminution des dépenses publiques dans un cadre néokeynésien permet d'obtenir, à la suite d'une relance par la consommation publique, une réponse positive de la consommation des ménages et une dépréciation du taux de change réel, conformément à leurs estimations empiriques⁴. Dans notre modèle, ces résultats ne peuvent être reproduits que pour des vitesses de réduction des dépenses publiques particulièrement rapides, et ne peuvent fournir une représentation moyenne des effets des ajustements.

Deuxièmement, l'efficacité à stimuler la production dépend de l'instrument de relance privilégié. Ceux dont l'effet multiplicateur est le plus important sont l'investissement public, la consommation publique et les transferts ciblés. Cette hiérarchie est identique à celle de Coenen *et al.* (2012). Le multiplicateur est d'environ 1,4 pour les deux premiers instruments, ce qui est proche des estimations empiriques de Beetsma et Giuliodori (2011), calculées à partir d'un VAR en panel sur 14 pays de l'Union européenne. De plus, les multiplicateurs des recettes sont plus faibles que ceux des dépenses, particulièrement pour les impôts sur les revenus du capital et les cotisations sociales employeurs. Ces deux taxes, qui ont en commun de favoriser l'offre de biens par la diminution des coûts de production, ont ainsi un effet limité sur la production à court terme, plus faible encore si la demande se contracte par la baisse des dépenses publiques. Différents multiplicateurs, selon ces instruments, pourraient expliquer en partie pourquoi les estimations empiriques aboutissent à des résultats sensiblement différents si elles ne prennent pas en considération la composition des plans de relance.

Troisièmement, quel que soit l'instrument budgétaire privilégié pour la relance, une accélé-

sont présentés en annexe.

4. Si la consommation publique diminue plus rapidement après la relance, les anticipations d'inflation à moyen terme seront moins élevées, la banque centrale plus accommodante et donc les taux d'intérêt réels, au moment de la relance, plus faibles. La consommation et l'investissement privés seront alors plus élevés et le taux de change réel se dépréciera, contrairement aux résultats standards dans un modèle néokeynésien.

ration de l'ajustement budgétaire entraîne un effet négatif sur la production à moyen terme. Si l'anticipation d'un ajustement rapide après une relance peut avoir des effets bénéfiques à court terme, *via* des taux d'intérêt réels plus faibles, les effets négatifs sur la production dominent largement ensuite. Dans le cas d'un ajustement rapide, sa composition importe et l'impact négatif sur la production sera moins fort s'il passe davantage par une augmentation des recettes. Autrement dit, les coûts supplémentaires d'une augmentation plus rapide des taxes (pour maintenir une même vitesse d'ajustement) sont inférieurs aux gains d'une diminution plus lente des dépenses. Enfin, la composition de l'ajustement joue un rôle plus faible sur la production lorsque l'ajustement est très graduel.

La section 1 présente une revue de littérature. La section 2 décrit le modèle utilisé et son calibrage. La section 3 examine les réponses impulsionnelles des principales variables à un choc sur les différents instruments budgétaires. La section 4 calcule les multiplicateurs budgétaires en fonction du modèle retenu et simule des politiques de consolidation budgétaire en faisant varier leur vitesse et leur composition. La section 5 conclut.

1 Revue de littérature

Historiquement, la question des consolidations budgétaires n'a suscité que peu d'intérêt dans les articles examinant les effets des politiques budgétaires en équilibre général. En effet, dans un modèle avec des marchés parfaits, un agent optimisateur à durée de vie infinie et des taxes forfaitaires, la dynamique des variables ne dépend pas du mode de financement de la relance (par la dette publique ou par des taxes), du fait de l'équivalence ricardienne⁵. Cette hypothèse présente l'avantage de simplifier le problème en faisant de la dynamique de la dette publique une question non pertinente, mais limite en même temps l'évaluation de politiques budgétaires plausibles. Plusieurs auteurs ont alors développé des modèles qui remettent en cause cette équivalence, soit par l'imperfection de l'altruisme intergénérationnel, soit par l'imperfection des marchés de capitaux, soit par l'incorporation de taxes distorsives. Dans une contribution importante, Heathcote (2005) montre que ce dernier point est un des principaux déterminants de la non-neutralité du financement de la dette publique. Nous situant dans cette perspective générale de non-équivalence ricardienne, nous abordons ici plus spécifiquement la question des ajustements budgétaires distorsifs.

Plusieurs études ont souligné que l'introduction de taxes distorsives pour financer le déficit, à la place de taxes forfaitaires, pouvait modifier radicalement les résultats. Selon Baxter et King (1993), le financement distorsif de dépenses publiques supplémentaires réduit les incitations des individus à travailler et à investir et diminue donc la production. Ce résultat s'oppose à celui d'un financement forfaitaire des dépenses, où prime l'effet de richesse négatif qui incite les individus à augmenter leur offre de travail, et augmente donc la production. D'autres auteurs, comme Ohanian (1997) ou encore Burnside *et al.* (2004) soulignent ces différences, toujours dans un cadre néoclassique.

Il est cependant remarquable que Eggertsson (2010), dans son analyse des différents types de relance budgétaire conduite dans un cadre néokeynésien avec rigidités nominales, considère en première approximation que la consolidation ne joue pas de rôle sur l'évaluation d'une politique de relance. Leeper *et al.* (2010a) réactivent alors l'intérêt pour une prise en compte explicite des dynamiques de financement à moyen terme des différentes relances budgétaires, afin d'évaluer leur impact global. Néanmoins, leur cadre de référence est un modèle néoclassique très stylisé qui reproduit difficilement les données empiriques. L'idée est donc de

5. Ce résultat est mis en évidence par Barro (1974). D'autres conditions, discutées dans Elmendorf et Mankiw (1999) par exemple, sont nécessaires pour obtenir ce résultat, toutes remplies dans les modèles d'équilibre général standard.

constituer un modèle avec des instruments budgétaires détaillés⁶, dont le cadre est néokeynésien comme Eggertsson (2010), mais où ces différents instruments réagissent à l'évolution de la dette publique, comme Leeper *et al.* (2010a). Eggertsson (2010) suggère d'ailleurs de remettre en cause le financement forfaitaire des relances budgétaires et Leeper *et al.* (2010a) de tester la sensibilité des résultats à l'introduction de transferts distorsifs, d'agents non ricardiens et de dépenses publiques productives⁷.

Le corollaire de l'incorporation d'ajustements budgétaires distorsifs est l'importance de la vitesse de la consolidation et de sa composition. En effet, dès lors que l'équivalence ricardienne est écartée, la valeur de l'élasticité des instruments budgétaires à la dette publique influence nécessairement le comportement des agents et la dynamique des variables. Pourtant, cette question est très peu abordée dans les articles qui analysent les politiques budgétaires en équilibre général avec ajustements distorsifs, alors que les résultats peuvent être sensiblement différents.

Il faut d'emblée remarquer que dans cette littérature, la question de la vitesse de l'ajustement est présente de manière détournée, y compris dans les modèles avec financement forfaitaire des dépenses publiques supplémentaires, à travers la persistance du choc de relance. Baxter et King (1993) comparent ainsi les effets de mesures permanentes à ceux de mesures transitoires, et montrent que la production croît davantage dans le premier cas, dans la mesure où l'offre de travail réagit davantage, du fait d'un effet de richesse négatif plus important, qui augmente la productivité marginale du capital, et donc l'investissement. Woodford (2011) aussi montre que le niveau du multiplicateur dépend fortement de la durée de la relance, à l'origine des divergences dans les évaluations récentes des plans de relance, sur lesquelles nous reviendrons. La question de la vitesse de l'ajustement semble cependant plus pertinente que celle de la persistance du choc de relance, comme nous l'expliquerons par la suite.

Lorsque Baxter et King (1993) traitent des ajustements distorsifs, les auteurs formalisent une *version stylisée* de l'amendement Gramm-Rudman-Hollings de 1985 aux États-Unis, selon lequel les dépenses publiques actuelles doivent être financées par les impôts actuels. Les auteurs montrent alors que l'augmentation des taux d'imposition réduit les incitations des individus à travailler et à investir, réduit donc la base imposable, et nécessite une augmentation supplémentaire des taux. Il en résulte une chute instantanée de la production d'autant plus importante. Cependant, cet effet multiplicateur à l'envers pourrait selon nous se modifier si l'augmentation des impôts était lissée et non pas immédiate. Cette idée est confirmée par Burnside *et al.* (2004) sans pourtant que les auteurs étudient la sensibilité des résultats à la vitesse de l'ajustement budgétaire. À partir d'un modèle semblable à celui de Baxter et King (1993), mais où l'augmentation des taxes ne compense plus immédiatement celle des dépenses, Burnside *et al.* (2004) ne trouvent pas de baisse de l'offre de travail, au contraire celle-ci augmente à court terme. En effet, la forme en cloche de la réponse des taxes induit un effet de substitution intertemporel des ménages qui préfèrent travailler tant que les taxes sur le travail sont relativement moins élevées. Cet effet domine à court terme l'effet intratemporel qui incite les ménages à substituer du loisir au travail.

Le mécanisme décrit précédemment semble aussi à l'oeuvre dans Drautzburg et Uhlig (2011). Avec l'objectif d'évaluer l'impact du plan de relance américain de 2009, Drautzburg et Uhlig (2011) montrent que la production peut être négative à long terme si la relance est financée par des taxes sur les revenus du travail. La vitesse de l'ajustement n'est pas en elle-

6. L'intérêt de comparer différents instruments de relance budgétaire est lui-même récent (Forni *et al.*, 2009; Eggertsson, 2010; Coenen *et al.*, 2012). La plupart des études se focalisent ainsi sur les effets d'une augmentation de la consommation publique, à l'exception de certaines qui examinent, en équilibre général, une relance par l'investissement public (Straub et Tchakarov, 2007; Leeper *et al.*, 2010b).

7. Forni *et al.* (2009) développent un modèle avec ajustements distorsifs dans un cadre néokeynésien, mais n'abordent pas explicitement la question du financement d'une relance. Notre modèle est par ailleurs en économie ouverte, contrairement au leur.

même discutée. Cependant, leur étude de sensibilité montre qu'un doublement de l'élasticité de ces taxes à l'écart de dette publique à sa cible entraîne une diminution de l'impact négatif sur la production.

Enfin, Challe et Ragot (2011) présentent des résultats qui dépendent explicitement de la vitesse de l'ajustement. Dans leur modèle, les agents font face à un risque idiosyncrasique non assurable sur leur revenu et ont des capacités limitées d'emprunt. Si les taxes augmentent lentement après une relance par les dépenses publiques, la dette augmente et est utilisée comme auto-assurance par les agents. Alors la consommation des ménages et la demande de travail des entreprises, contraints financièrement, augmentent. En revanche, si les taxes augmentent rapidement, l'effet de richesse standard domine l'effet liquidité, la consommation privée et les salaires diminuent. Attribuer à la dette publique le rôle de fournisseur de liquidité dans une économie où celle-ci est rare déplace cependant notre problème qui est de comprendre les effets propres des recettes et des dépenses dans l'économie lors d'un épisode de consolidation. Il apparaît dès lors légitime d'étudier l'impact sur les multiplicateurs budgétaires d'une consolidation selon sa vitesse et sa composition.

2 Modèle

2.1 Présentation du modèle

Le modèle de base est similaire à celui de Christiano *et al.* (2005) et de Smets et Wouters (2003, 2007), que nous développons en considérant une économie ouverte, des ménages non ricardiens et des instruments budgétaires détaillés. Au sein de la zone euro, définie comme l'économie domestique, on considère quatre types d'agents : les ménages, les entreprises, l'autorité monétaire et l'autorité budgétaire⁸.

Les ménages sont de deux types : les ménages ricardiens consomment, travaillent, épargnent et empruntent tandis que les ménages non ricardiens consomment et travaillent mais n'ont pas recours aux marchés financiers (ils consomment tout leur revenu courant). Les offres de travail sont différenciées entre tous les ménages, qui sont donc en concurrence monopolistique. Les ménages ricardiens fixent leurs salaires. À chaque période, une fraction de ces ménages peut les réoptimiser tandis que pour les autres, ils sont indexés partiellement sur l'inflation passée. Les ménages non ricardiens, quant à eux, fixent leurs salaires à la moyenne des salaires des ménages ricardiens.

Les entreprises productrices de biens intermédiaires, ainsi que les entreprises exportatrices et importatrices, sont aussi en concurrence monopolistique avec un pouvoir de fixation des prix, où seule une fraction peut les réoptimiser à chaque période tandis que les autres les indexent sur l'inflation passée.

Pour chacun des quatre marchés en concurrence monopolistique, il existe un agrégateur représentatif des différentes offres, qui est en concurrence parfaite et offre un bien final domestique, un bien final importé, un bien final exporté et une offre de travail globale.

Les entreprises importatrices achètent un bien final étranger en monnaie étrangère qu'elles différencient et vendent dans l'économie domestique. Les entreprises exportatrices achètent un bien final domestique, en monnaie domestique, qu'elles différencient et vendent à l'étranger. La rigidité des prix, fixés dans la monnaie du consommateur par les entreprises importatrices et exportatrices, entraîne un *pass-through* incomplet du taux de change.

Des producteurs de biens de consommation finaux agrègent consommation domestique et consommation importée. Il en va de même pour l'investissement.

8. Les choix de modélisation ainsi que leur impact dans la dynamique du modèle sont étudiés dans les sections suivantes.

Des producteurs de biens d'équipement investissent et accumulent du capital qu'ils louent aux producteurs de biens intermédiaires.

Les entreprises productrices de biens intermédiaires louent les services en capital (au producteur de biens d'équipement) et le travail (à l'agrégateur des différentes offres de travail). Les services en capital représentent une fraction variable du stock de capital. S'ajoute du capital public dans une fonction de production à rendements d'échelle croissants. La croissance évolue selon un progrès technique spécifique à l'investissement, un progrès technique non spécifique et la taille de la population. Le modèle comporte donc trois racines unitaires.

Plusieurs rigidités réelles sont incorporées dans le modèle : des habitudes de consommation ; des coûts d'ajustement de l'investissement ; des coûts de variation de l'utilisation du capital ; des coûts de modification de la part de la consommation importée dans la consommation totale (*idem* pour l'investissement) ; une prime de risque à l'achat de titres étrangers.

L'autorité monétaire, ou banque centrale, fixe les taux d'intérêt nominaux selon une règle de Taylor, avec un lissage des taux d'intérêt.

L'*autorité budgétaire* mène une politique qui correspond à la moyenne pondérée des politiques budgétaires des pays membres. Elle dispose de divers instruments : du côté des dépenses, la consommation publique, l'investissement public (qui crée du capital public entrant dans la fonction de production des biens intermédiaires), les transferts globaux et, en leur sein, les transferts dirigés spécifiquement vers les ménages non ricardiens ; du côté des recettes, une taxe sur les revenus du capital, une sur la consommation, une sur les revenus du travail, un taux de cotisations sociales employés, un taux de cotisations sociales employeurs et des emprunts. Dépenses et recettes publiques réagissent à l'évolution de la dette publique par rapport à la dette cible, fixée à 60% du PIB dans le Traité de Maastricht.

2.2 Ménages

2.2.1 Ménages ricardiens

Il existe un continuum de ménages ricardiens $r \in [\omega, 1]$ (où $\omega < 1$) qui consomme, travaille et épargne. Les préférences des ménages sont représentées par une fonction d'utilité séparable en consommation par tête c_{rt} et en heures travaillées par tête l_{rt}^s . D'où

$$\mathbb{E}_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left(\log(c_{rt} - hc_{rt-1}) - \psi \frac{(l_{rt}^s)^{1+\vartheta}}{1+\vartheta} \right), \quad (1)$$

où \mathbb{E}_0 est l'opérateur d'espérance conditionnelle évaluée au temps $t = 0$, β le facteur d'escompte, ψ le paramètre qui gouverne le poids relatif des heures travaillées, h celui qui détermine les habitudes de consommation⁹, et selon cette spécification de la fonction d'utilité, ϑ est l'inverse de l'élasticité de l'offre de travail de Frisch¹⁰.

Les ménages détiennent une quantité b_{rt} d'emprunts publics domestiques, ainsi qu'une quantité d'actifs extérieurs nets exprimés en monnaie domestique $ex_t b_{rt}^W$, où le taux de change ex_t est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. R_t et R_t^W désignent les taux d'intérêt nominaux bruts, respectivement domestique et étranger. La fonction $\Gamma(\cdot)$ représente la prime de risque associée à l'achat d'actifs étrangers et donc le coût pour les ménages de prendre des positions sur les marchés financiers internationaux¹¹. Nous

9. Cette spécification permet une réponse de la consommation plus graduelle après un choc, en rendant les changements coûteux en terme d'utilité (Fuhrer, 2000; Boldrin *et al.*, 2001).

10. Autrement dit, $1/\vartheta$ est l'élasticité de l'offre de travail par rapport au salaire qui laisse constante l'utilité marginale de la consommation.

11. Cette spécification est utilisée notamment par Erceg *et al.* (2005). Si les ménages domestiques sont débiteurs nets vis-à-vis de l'étranger, une prime de risque s'exerce sur le taux d'intérêt étranger (si $ex_t b_{rt}^W < 0$, $\Gamma(\cdot) > 1$). S'ils sont prêteurs nets vis-à-vis de l'étranger, leur rémunération nette est inférieure à R_t^W (si

faisons l'hypothèse que $\Gamma(\cdot)$ dépend de la part des titres publics étrangers dans l'économie domestique, soit

$$\tilde{b}_t^W = \frac{\int_0^1 b_{rt}^W dr}{p_t y_t^d}. \quad (2)$$

On obtient pour le ménage r la contrainte budgétaire intertemporelle par tête

$$\begin{aligned} & (1 + \tau_t^c) \frac{p_t^c}{p_t} c_{rt} + \frac{b_{rt}}{p_t} - R_{t-1} \frac{b_{rt-1}}{p_t} \\ & + \frac{ex_t b_{rt}^W}{p_t} - R_{t-1}^W \Gamma(ex_t \tilde{b}_{t-1}^W) \frac{ex_t b_{rt-1}^W}{p_t} \\ & = (1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh}) w_{rt} l_{rt}^s + F_t + T_{rt}, \end{aligned} \quad (3)$$

où p_t est le prix du bien final domestique, p_t^c le prix du bien final de consommation, w_{rt} le salaire brut réel, τ_t^c , τ_t^n et τ_t^{wh} respectivement le taux de taxation sur la consommation, le taux d'imposition sur le revenu du travail et le taux de cotisations sociales payées par les salariés, F_t les profits des entreprises dans l'économie, T_{rt} les transferts sociaux forfaitaires ¹².

2.2.2 Ménages non ricardiens

L'un des principaux ajouts de ce modèle par rapport à celui de Smets et Wouters (2003) est une fraction de ménages non ricardiens, qui ne peut accéder aux marchés financiers pour emprunter ou épargner, et consomme ainsi tout son revenu courant (Campbell et Mankiw, 1989). L'introduction de ce type de ménages permet, sous certaines conditions, d'expliquer une augmentation de la consommation privée après une relance budgétaire (Galí *et al.*, 2007b) ¹³. Mankiw (2000) insiste déjà sur la nécessaire prise en compte de l'hétérogénéité des consommateurs : certains agents ont un horizon temporel long, du fait de la grande concentration des richesses et de l'importance de l'héritage dans l'accumulation de capital ; d'autres agents un horizon temporel court, car ils ne lissent pas leur consommation dans le temps et ont une richesse nette nulle. Ce choix de modélisation est renforcé par plusieurs études empiriques récentes ¹⁴, et se répand dans les modèles adoptés par les institutions ¹⁵. La fraction d'agents non ricardiens isole ainsi partiellement la demande agrégée des effets de richesse négatifs engendrés par les niveaux plus élevés des impôts actuels et futurs nécessaires pour financer le déficit public, et rend la consommation plus sensible au revenu disponible courant.

$ex_t b_{rt}^W > 0$, $\Gamma(\cdot) < 1$). La parité des taux d'intérêt n'est pas assurée à court terme. Schmitt-Grohé et Uribe (2003) montrent qu'une telle spécification, qui contraint les actifs extérieurs nets à revenir à leur niveau d'équilibre (ici zéro), évite le risque de non-stationnarité. Voir la forme fonctionnelle dans l'annexe 6.2.

12. Le ménage peut aussi acquérir des *Arrow securities*, qui lui fournissent une assurance contre un choc spécifique sur les revenus du travail. Leur offre nette agrégée est nulle à l'équilibre, elles ne sont donc pas incluses dans la contrainte budgétaire pour simplifier les notations.

13. D'autres modifications sont avancées afin de reproduire ce fait stylisé, qui ne sont d'ailleurs pas exclusives : une fonction d'utilité non séparable entre consommation et travail (Linnemann, 2006; Monacelli et Perotti, 2008; Bilbiie, 2011), une complémentarité entre consommations privée et publique (Bouakez et Rebei, 2007; Fève *et al.*, 2012) ou des habitudes spécifiques de consommation (Ravn *et al.*, 2006). Une autre branche encore de la littérature, dans la lignée de Iacoviello (2005), distingue les ménages patients des ménages impatientes, ces derniers accordant un poids moins fort au futur dans leur optimisation intertemporelle.

14. Des analyses sur micro données mettent ainsi en évidence un comportement non ricardien des ménages (Johnson *et al.*, 2006; Parker *et al.*, 2011). Ces auteurs regardent les différences dans les dépenses de consommation des ménages qui ont bénéficié de remboursements d'impôts à un ou deux mois d'intervalle lors des récessions de 2001 et 2008. En moyenne, ces derniers dépensent entre un quart et un tiers du montant en biens non durables.

15. Par exemple le modèle SIGMA de la Fed (Erceg *et al.*, 2006), le modèle GIMF du FMI (Kumhof *et al.*, 2010), le modèle QUEST de la Commission européenne (Ratto *et al.*, 2009) ou le modèle NAWM de la BCE (Christoffel *et al.*, 2008), même s'ils diffèrent dans la manière de les prendre en compte.

Les ménages non ricardiens sont modélisés de différentes façons dans la littérature, conduisant à différentes réponses de leur consommation à une modification de leur revenu courant. Certains auteurs font l’hypothèse que les ménages non ricardiens ne peuvent pas participer aux marchés financiers, mais peuvent néanmoins lisser leur consommation en modifiant leur détention de monnaie¹⁶. D’autres auteurs montrent que les hypothèses impliquant des réponses plus vigoureuses des agents non ricardiens à des variations du revenu courant sont nécessaires, quoique non suffisantes, pour avoir une réponse positive de la consommation privée à un choc de consommation publique, conformément aux estimations empiriques. Plus précisément, Galí *et al.* (2007b) font l’hypothèse qu’à chaque période une fraction d’agents non ricardiens consomme la totalité de son revenu courant. Nous suivons ici leur approche.

Il existe un continuum de ménages non ricardiens $k \in [0, \omega]$, qui n’a pas accès aux marchés financiers, et ne peut donc ni épargner, ni emprunter. Son revenu courant (salaire net et transferts spécifiques) correspond ainsi à sa consommation, augmentée des taxes

$$(1 + \tau_t^c) \frac{p_t^c}{p_t} c_{kt} = (1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh}) w_{kt} l_{kt}^s + T_{kt}. \quad (4)$$

La composition du panier de consommation est par hypothèse le même que pour les agents ricardiens.

2.2.3 Travail et salaires

Chaque ménage $j \in [0, 1]$ offre son travail de manière différenciée sur des marchés imparfaitement concurrentiels. Ces offres de travail différenciées sont agrégées par une entreprise représentative qui prend les salaires individuels comme donnés, dans un modèle similaire à celui de Dixit et Stiglitz (1977), appliqué au marché du travail par Blanchard et Kiyotaki (1987). Le niveau d’emploi est donc déterminé par la demande de travail. Les salaires sont fixés par les salariés eux-mêmes, qui les réoptimisent selon une probabilité du même type que Calvo (1983), comme le proposent Erceg *et al.* (2000). Par hypothèse, les ménages non ricardiens fixent leurs salaires à la moyenne des salaires des ricardiens. Dès lors qu’ils font face à la même demande de travail que les ricardiens, les ménages non ricardiens travaillent le même nombre d’heures et obtiennent le même salaire que la moyenne des agents ricardiens. Cette hypothèse implique que la part des salaires des ménages non ricardiens dans la masse salariale globale est fixe¹⁷.

Agrégateur des différentes offres de travail Chaque ménage j offre une quantité de travail l_{jt}^s , et la totalité des différents types de travail est agrégée par une entreprise en suivant

16. Coenen et Straub (2005) montrent dans ce cas qu’il est très difficile d’avoir une réponse positive de la consommation privée à un choc de consommation publique car la réponse des ménages non ricardiens est globalement similaire à celle des ménages ricardiens. Nous nous plaçons ici dans un modèle sans encaisses monétaires, justifié par Woodford (1998).

17. Galí *et al.* (2007b) spécifient un marché du travail d’une manière différente, qui reconnaît un rôle pour les préférences des ménages non ricardiens dans le choix de travailler. Même si ces derniers n’optimisent pas intertemporellement, ils ne subissent pas non plus complètement les modifications de l’offre de travail des ménages ricardiens. Les auteurs considèrent une économie dans laquelle les salaires sont établis par des syndicats (parfaitement compétitifs entre eux), qui maximisent l’utilité moyenne pondérée des deux types de ménage (ricardiens et non ricardiens). Les heures sont toujours décidées par l’entreprise, étant donné le salaire fixé par le syndicat. Dans la résolution du programme de maximisation des syndicats, il est fait l’hypothèse que les entreprises allouent leur demande de travail uniformément entre les deux types de ménage (voir l’annexe A de Galí *et al.* (2007b)). Une telle spécification, comme l’envisagent aussi Forni *et al.* (2009) en annexe, ne modifie que très peu les résultats de l’estimation et donc la dynamique du modèle. Nous privilégions par conséquent la forme sans syndicat, qui est d’ailleurs reprise par la plupart des modèles institutionnels depuis Erceg *et al.* (2006).

la fonction

$$l_t^d = \left(\int_0^1 (l_{jt}^s)^{\frac{\eta-1}{\eta}} dj \right)^{\frac{\eta}{\eta-1}}, \quad (5)$$

où η est l'élasticité de substitution entre les différents types de travail et l_t^d est la demande de travail par tête.

L'agrégateur de travail, qui prête l_t^d au salaire w_t aux producteurs de biens intermédiaires, maximise ses profits sous la contrainte de production (5), en prenant comme donnés les salaires différenciés w_{jt} et le salaire agrégé w_t

$$\max_{l_{jt}} w_t l_t^d - \int_0^1 w_{jt} l_{jt}^s dj. \quad (6)$$

La condition du premier ordre qui en découle s'écrit

$$w_t \frac{\eta}{\eta-1} \left(\int_0^1 (l_{jt}^s)^{\frac{\eta-1}{\eta}} dj \right)^{\frac{\eta}{\eta-1}-1} \frac{\eta-1}{\eta} (l_{jt}^s)^{\frac{\eta-1}{\eta}-1} - w_{jt} = 0. \quad (7)$$

En simplifiant, on obtient l'équation de demande de travail par tête

$$l_{jt}^s = \left(\frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\eta} l_t^d. \quad (8)$$

Remplacer la demande de travail (8) dans la fonction de production (5) permet d'exprimer l'indice de salaire global en fonction des salaires des ménages

$$w_t = \left(\int_0^1 w_{jt}^{1-\eta} dj \right)^{\frac{1}{1-\eta}}. \quad (9)$$

Fixation des salaires Chaque ménage j qui offre un travail différencié l_{jt}^s est en concurrence monopolistique avec les autres et fixe donc son salaire w_{jt} . Par hypothèse, les contrats sont du même type que Calvo (1983) : à l'instant t , chaque ménage peut réoptimiser son salaire w_{jt} avec une probabilité $1 - \theta_w$. Chaque ménage qui peut réoptimiser son salaire à la période t maximise sa fonction d'utilité définie en (1), sous la contrainte (3). En ne retenant que les termes pertinents, on obtient

$$\max_{w_{jt}} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} (\theta_w \beta)^\tau \left(-\psi \frac{(l_{jt+\tau}^s)^{1+\vartheta}}{1+\vartheta} + \lambda_{jt+\tau} (1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh}) w_{jt+\tau} l_{jt+\tau}^s \right), \quad (10)$$

avec λ_{jt} le multiplicateur devant la contrainte budgétaire du ménage. Les ménages qui ne peuvent réoptimiser leur salaire en t l'indexent selon une moyenne géométrique entre l'inflation domestique passée ($\Pi_t = \frac{p_t}{p_{t-1}}$) et l'inflation à l'état stationnaire (Π), pondérée par $\chi_w \in [0, 1]$. Ainsi, le ménage j qui ne peut réoptimiser son salaire pendant τ périodes, aura un salaire

$$w_{jt+\tau} = \prod_{s=1}^{\tau} \frac{\Pi_{t+s-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+s}} w_{jt}. \quad (11)$$

À partir de l'équation (11), on réexprime la demande de travail différencié (8)

$$l_{jt+\tau}^s = \left(\prod_{s=1}^{\tau} \frac{\Pi_{t+s-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+s}} \frac{w_{jt}}{w_{t+\tau}} \right)^{-\eta} l_{t+\tau}^d. \quad (12)$$

Les deux contraintes supplémentaires (11) et (12) sont à intégrer dans le programme de maximisation du ménage (10). La condition de premier ordre devient

$$\mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} (\theta_w \beta)^\tau \left(\left(\lambda_{t+\tau} (1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh}) \left(\prod_{s=1}^{\tau} \frac{\Pi_{t+s-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+s}} \right)^{1-\eta} \left(\frac{w_t^*}{w_{t+\tau}} \right)^{-\eta} \right. \right. \\ \left. \left. - \frac{\eta}{\eta-1} \psi \left(\left(\prod_{s=1}^{\tau} \frac{\Pi_{t+s-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+s}} \right)^{-\eta(1+\vartheta)} \frac{w_t^*}{w_{t+\tau}} \right) (l_{t+\tau}^d)^\vartheta \right) l_{t+\tau}^d \right) = 0, \quad (13)$$

où w_t^* correspond au salaire réoptimisé, qui ne dépend pas de j ¹⁸. Selon l'équation (13), lorsque les salaires sont réoptimisés, ces derniers sont établis afin d'égaliser la somme actualisée des salaires anticipés (nets d'impôts), exprimés en termes d'utilité marginale de consommation ($\lambda_{t+\tau}$), à la somme actualisée des coûts marginaux anticipés, exprimés en termes de désutilité marginale du travail $((l_{t+\tau}^d)^\vartheta)$ ¹⁹.

À chaque période, une fraction $1 - \theta_w$ des ménages fixent leur salaire à w_t^* , alors que la fraction restante θ_w l'indexe partiellement. En réutilisant la définition de l'indice du salaire agrégé (9), l'indice des salaires réels évolue

$$w_t^{1-\eta} = \theta_w \left(\frac{\Pi_{t-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_t} \right)^{1-\eta} w_{t-1}^{1-\eta} + (1 - \theta_w) w_t^{*1-\eta}. \quad (14)$$

2.3 Entreprises

2.3.1 Producteur du bien d'équipement

Le producteur représentatif du bien d'équipement, en concurrence parfaite, produit le capital physique k_t , à partir du capital de la période précédente, net de la dépréciation δ , et de l'investissement i_t , bien final de l'économie. La loi d'accumulation du capital s'écrit alors

$$\mathbb{E}_t k_t = (1 - \delta) k_{t-1} + \mu_t \left(1 - S \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) \right) i_t, \quad (15)$$

où $S(\cdot)$ désigne un coût d'ajustement de l'investissement²⁰. μ_t désigne le progrès technique spécifique à l'investissement (Greenwood *et al.*, 1997, 2000), avec un taux de croissance $\tilde{\mu}_t$ constant à l'état stationnaire, ce qui introduit une deuxième racine unitaire dans le modèle.

Le producteur du bien d'équipement en prête une fraction u_t aux entreprises productrices de biens intermédiaires au taux r_t , dont la variation a un coût $\phi(u_t)$ ²¹. Le producteur de bien d'équipement est taxé sur ses revenus au taux τ^k , hors coût d'utilisation et dépréciation δ du capital. Ainsi ses revenus sont définis par

$$(1 - \tau_t^k) \left(r_t u_t - \mu_t^{-1} \frac{p_t^i}{p_t} \phi(u_t) \right) k_{t-1} + \mu_t^{-1} \frac{p_t^i}{p_t} \tau_t^k \delta k_{t-1}. \quad (16)$$

18. Tous les ménages qui peuvent réoptimiser leurs salaires à une date t choisissent le même, ainsi $w_t^* = w_{jt}$ pour cette fraction de ménages. Le résultat est classique dans un modèle de type Dixit-Stiglitz avec une dynamique de prix à la Calvo (Yun, 1996; Woodford, 1996). Il est dû à l'hypothèse de marchés complets qui permet aux ménages de s'assurer contre l'hétérogénéité *ex post* des salaires.

19. La démarche est identique pour la fixation du prix des biens intermédiaires, des biens exportés et des biens importés.

20. Ces coûts sont introduits dans ce type de modèle par Christiano *et al.* (2005) afin de lisser la dynamique de l'investissement, conformément aux estimations empiriques. Voir la forme fonctionnelle dans l'annexe 6.2.

21. Greenwood *et al.* (1988) sont les premiers à introduire un taux d'utilisation du capital endogène dans un cadre néoclassique. L'utilisation variable du capital est un autre moyen, par rapport à l'investissement, d'augmenter les services en capital. Elle permet, lors de fluctuations de la production, d'atténuer les fluctuations des coûts marginaux de production, et d'être plus conforme aux estimations empiriques. De plus il existe, comme pour l'investissement, des coûts à modifier cette utilisation. Voir la forme fonctionnelle dans l'annexe 6.2.

Le producteur du bien d'équipement maximise la somme de ses profits actualisés

$$\mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left((1 - \tau_{t+\tau}^k) \left(r_{t+\tau} u_{t+\tau} - \mu_{t+\tau}^{-1} \frac{p_{t+\tau}^i}{p_{t+\tau}} \phi(u_{t+\tau}) \right) k_{t+\tau-1} + \mu_{t+\tau}^{-1} \frac{p_{t+\tau}^i}{p_{t+\tau}} \tau_{t+\tau}^k \delta k_{t+\tau-1} - \frac{p_{t+\tau}^i}{p_{t+\tau}} i_{t+\tau} \right), \quad (17)$$

sous la contrainte d'accumulation définie en (15). λ_t désigne le multiplicateur sur la contrainte budgétaire des ménages²². Il mesure la valeur marginale, pour le ménage, d'une unité supplémentaire de profit, calculée en terme monétaire, car les entreprises sont détenues par les ménages.

Il décide des quantités optimales de capital, d'investissement et du taux d'utilisation du capital. On appelle q_t le multiplicateur sur la contrainte d'accumulation, qui désigne le coût de remplacement du capital (ou Q marginal de Tobin (1969))²³.

2.3.2 Producteurs des biens domestiques

Producteur du bien final domestique De la même manière que nous avons présenté un agrégateur des différentes offres de travail des ménages pour produire une offre de travail agrégée, il existe un producteur du bien final domestique y_t^d qui agrège des biens domestiques intermédiaires y_{it} selon la fonction

$$y_t^d = \left(\int_0^1 (y_{it})^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}, \quad (18)$$

où ε est l'élasticité de substitution entre les différents biens intermédiaires domestiques. Le producteur de bien final domestique est en concurrence parfaite et maximise son profit, en prenant comme donnés les prix de chaque bien intermédiaire domestique p_{it} et le prix du bien final domestique p_t , d'où

$$\max_{y_{it}} p_t y_t^d - \int_0^1 p_{it} y_{it} di. \quad (19)$$

En suivant les mêmes étapes que pour obtenir les équations d'offre de travail (8) et de salaire agrégé (9), nous déduisons une fonction de demande de bien final y_t^d et de prix agrégé p_t

$$y_{it} = \left(\frac{p_{it}}{p_t} \right)^{-\varepsilon} y_t^d \quad (20)$$

$$p_t = \left(\int_0^1 p_{it}^{1-\varepsilon} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon}}. \quad (21)$$

Producteurs des biens intermédiaires La production de biens intermédiaires par les entreprises est plus compliquée que l'offre de travail par les ménages dans la mesure où il faut tout d'abord spécifier une fonction de production de ces biens. On retrouve ensuite le problème de la fixation de leurs prix, semblable à celui de la fixation des salaires.

22. $\beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t}$ est le facteur d'escompte stochastique qu'on tire de l'équation d'Euler pour l'épargne des ménages (voir l'annexe 6.3).

23. En l'absence de coûts d'ajustement à investir, la condition du premier ordre sur l'investissement donne une égalité entre q_t et le prix relatif de l'investissement p_t^i/p_t .

Il existe un continuum de producteurs $i \in [0, 1]$ de biens intermédiaires qui prennent comme donné le salaire brut w_t , augmenté des cotisations sociales employeurs τ^{wf} , et cherchent à minimiser le coût réel

$$\min_{l_{it}^d, k_{it-1}} (1 + \tau_t^{wf}) w_t l_{it}^d + r_t k_{it-1}. \quad (22)$$

Chaque producteur de bien intermédiaire i a accès à une technologie définie par une fonction de production (par tête)

$$y_{it} = A_t k_{it-1}^\alpha (l_{it}^d)^{1-\alpha} (k_{t-1}^g)^{\alpha_g} - \phi z_t, \quad (23)$$

où k_{it-1} est le capital loué par l'entreprise, l_{it}^d est la quantité de travail utilisé par l'entreprise, k_{t-1}^g le capital public et α_g l'élasticité de la production à la quantité de capital public. Chaque entreprise a accès à la même quantité de capital public. La présence de capital public crée des rendements d'échelle croissants, de la même manière que dans les travaux de Baxter et King (1993) et Leeper *et al.* (2010b). ϕ sont les coûts fixes de production, et A_t le progrès technique non spécifique.

Le capital public suit un processus d'accumulation similaire au capital privé

$$\mathbb{E}_t k_t^g = (1 - \delta) k_{t-1}^g + \mu_t \left(1 - S \left(\frac{g_t^i}{g_{t-1}^i} \right) \right) g_t^i. \quad (24)$$

La croissance du progrès technique non spécifique, \tilde{A}_t , est constante en régime stationnaire, ce qui introduit une autre racine unitaire dans le modèle.

La croissance économique de long terme évolue selon le progrès technique global z_t , qui combine le progrès technique spécifique à l'investissement μ_t et le progrès technique non spécifique A_t ²⁴. Le paramètre ϕ correspond aux coûts fixes de production, et garantit que les profits économiques sont nuls à l'équilibre²⁵.

Les producteurs de biens intermédiaires résolvent alors (22), sous la contrainte de production (23). En intégrant les deux conditions du premier ordre $l_{it}^d = mc_t (1 - \alpha) \frac{y_{it}}{(1 + \tau^{wf}) w_t}$ et $k_{it-1} = mc_t \alpha \frac{y_{it}}{r_t}$ dans la fonction de production, on déduit le coût marginal réel mc_t , qui est le multiplicateur de Lagrange de ce programme d'optimisation

$$mc_t = \left(\frac{1}{1 - \alpha} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} \right)^\alpha \frac{\left((1 + \tau_t^{wf}) w_t \right)^{1-\alpha} r_t^\alpha}{A_t}. \quad (25)$$

Il faut noter que le coût marginal ne dépend pas de i car toutes les entreprises sont soumises aux mêmes chocs technologiques et louent capital et travail aux mêmes prix.

Ensuite, chaque producteur de biens intermédiaires qui peut réoptimiser ses prix à la période t les choisit de façon à maximiser le flux de profits futurs réels actualisés. La fixation des prix par les entreprises de biens intermédiaires suit le même schéma que celle des salaires par les ménages. À chaque période, une fraction $1 - \theta_p$ des producteurs de biens intermédiaires peut changer ses prix. Les autres producteurs ont des prix qui évoluent en fonction d'une moyenne entre l'indice de l'inflation passée du prix des biens finaux domestiques et l'inflation en régime stationnaire, pondérée par $\chi_p \in [0, 1]$. Le problème de ces entreprises prend donc la forme

$$\max_{p_{it}} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_p^\tau \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} ((p_{it+\tau} - p_{t+\tau} mc_{t+\tau}) y_{it+\tau}). \quad (26)$$

24. Le taux de croissance du progrès technique global \tilde{z}_t est détaillé dans l'annexe 6.3.

25. Par hypothèse, $y_{it} = A_t k_{it-1}^\alpha (l_{it}^d)^{1-\alpha} - \phi z_t$ si $A_t k_{it-1}^\alpha (l_{it}^d)^{1-\alpha} \geq \phi z_t$ et 0 sinon.

Les entreprises i qui ne peuvent réoptimiser leur prix pendant τ périodes auront un prix

$$p_{it+\tau} = \left(\prod_{s=1}^{\tau} \Pi_{t+s-1}^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p} \right) p_{it}. \quad (27)$$

À partir de l'équation (27), on réexprime la demande de biens différenciés (20)

$$y_{it+\tau} = \left(\left(\prod_{s=1}^{\tau} \Pi_{t+s-1}^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p} \right) \frac{p_{it}}{p_{t+\tau}} \right)^{-\varepsilon} y_{t+\tau}^d. \quad (28)$$

On substitue les équations (27) et (28) dans le programme de maximisation de l'entreprise i .

L'indice de prix à la Calvo évolue, quant à lui, à partir de l'équation de l'indice des prix agrégés (21), selon l'équation

$$p_t^{1-\varepsilon} = \theta_p \left(\Pi_{t-1}^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p} \right)^{1-\varepsilon} p_{t-1}^{1-\varepsilon} + (1 - \theta_p) p_t^{*1-\varepsilon}, \quad (29)$$

où p_t^* est le prix fixé par les entreprises qui peuvent réoptimiser. En divisant (29) par $p_t^{1-\varepsilon}$ on obtient

$$1 = \theta_p \left(\frac{\Pi_{t-1}^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p}}{\Pi_t} \right)^{1-\varepsilon} + (1 - \theta_p) \Pi_t^{*1-\varepsilon}, \quad (30)$$

avec $\Pi_t^* = p_t^*/p_t$.

2.3.3 Secteurs importateurs et exportateurs

Entreprises importatrices De la même manière que pour le travail et les biens domestiques, le processus d'importation est double. Il existe un agrégateur de biens importés différenciés y_{it}^M , qui produit un bien final importé y_t^M . Ces biens importés différenciés sont produits par des entreprises importatrices à partir d'un bien standard importé qu'elles ont acheté au prix p_t^W , soit $ex_t p_t^W$ en monnaie domestique.

L'agrégateur produit le bien final importé y_t^M à partir des différents biens importés y_{it}^M en suivant le processus de production

$$y_t^M = \left(\int_0^1 (y_{it}^M)^{\frac{\varepsilon_M - 1}{\varepsilon_M}} \right)^{\frac{\varepsilon_M}{\varepsilon_M - 1}}, \quad (31)$$

où ε_M est l'élasticité de substitution entre les différents biens importés. En suivant les mêmes étapes que pour obtenir les équations de demande de travail et de salaires (ou de demande et de prix des biens intermédiaires domestiques), on trouve les équations de demande et de prix des différents biens importés égales à

$$y_{it}^M = \left(\frac{p_{it}^M}{p_t^M} \right)^{-\varepsilon_M} y_t^M \quad (32)$$

$$p_t^M = \left(\int_0^1 (p_{it}^M)^{1-\varepsilon_M} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_M}}. \quad (33)$$

Entreprises exportatrices Il existe un importateur étranger représentatif qui agrège les biens différenciés exportés produits par les entreprises exportatrices en concurrence monopolistique à partir de l'achat du bien final domestique. D'où

$$y_t^x = \left(\int_0^1 (y_{it}^x)^{\frac{\varepsilon_x - 1}{\varepsilon_x}} \right)^{\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_x - 1}}, \quad (34)$$

où ε_x est l'élasticité de substitution entre les différents biens exportés.

Selon le même schéma que précédemment, chaque entreprise exportatrice a la demande suivante du bien qu'elle produit

$$y_{it}^x = \left(\frac{p_{it}^x}{p_t^x} \right)^{-\varepsilon_x} y_t^x, \quad (35)$$

où les prix sont exprimés en monnaie étrangère. Le prix des exportations est

$$p_t^x = \left(\int_0^1 (p_{it}^x)^{1-\varepsilon_x} di \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_x}}. \quad (36)$$

Fixation des prix des biens importés et exportés Il existe une transmission incomplète des variations des taux de change dans les prix des biens importés et exportés, du fait que les entreprises importatrices et exportatrices sont soumises à une dynamique de prix à la Calvo. Cette spécification emprunte beaucoup au modèle d'Adolfson *et al.* (2007), séminal dans la formalisation et l'estimation d'une économie ouverte dans un cadre DSGE avec *pass-through* incomplet. Dès lors que le problème d'optimisation est similaire pour les deux types de firmes, nous le décrivons en même temps. À chaque période, une fraction $1 - \theta_M$ ($1 - \theta_x$) des entreprises importatrices (exportatrices) peut réoptimiser ses prix.

Le problème des entreprises importatrices prend donc la forme

$$\max_{p_{it}^M} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_M^\tau \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left((p_{it+\tau}^M - p_{t+\tau}^M m c_{t+\tau}^M) y_{it+\tau}^M \right). \quad (37)$$

Dès lors que les entreprises importatrices achètent le bien final étranger au prix p_t^W , les coûts marginaux réels, en monnaie domestique, sont égaux à $m c_t^M = \frac{e x_t p_t^W}{p_t^M}$. L'entreprise importatrice qui ne peut réoptimiser ses prix les fait évoluer à partir d'une moyenne géométrique entre l'inflation passée du prix des biens importés (Π_{t-1}^M) et l'inflation sur le bien final domestique en régime stationnaire, pondérée par χ_M . L'entreprise importatrice qui ne peut réoptimiser pendant τ périodes fixera un prix

$$p_{it+\tau}^M = \left(\prod_{s=1}^{\tau} (\Pi_{t+s-1}^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M} \right) p_{it}^M. \quad (38)$$

À partir de l'équation (38), on réexprime la demande de produits importés (32)

$$y_{it+\tau}^M = \left(\left(\prod_{s=1}^{\tau} (\Pi_{t+s-1}^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M} \right) \frac{p_{it}^M}{p_{t+\tau}^M} \right)^{-\varepsilon_M} y_{t+\tau}^M. \quad (39)$$

On substitue alors l'équation (38) et (39) dans le programme de maximisation (37).

De manière similaire, le problème des entreprises exportatrices prend la forme

$$\max_{p_{it}^x} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \theta_x^\tau \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left((p_{it+\tau}^x - p_{t+\tau}^x m c_{t+\tau}^x) y_{it+\tau}^x \right). \quad (40)$$

Dès lors que les entreprises exportatrices achètent le bien final domestique au prix p_t , les coûts marginaux en monnaie étrangère sont égaux à $mc_t^x = \frac{p_t}{p_t^x e^{x_t}}$. L'entreprise exportatrice qui ne peut réoptimiser son salaire fait évoluer les prix à partir d'une moyenne géométrique entre l'inflation passée du prix des biens exportés (Π_{t-1}^x) et l'inflation en régime stationnaire, pondérée par χ_x . L'entreprise exportatrice qui ne peut réoptimiser le prix du bien pendant τ périodes aura un prix

$$p_{it+\tau}^x = \left(\prod_{s=1}^{\tau} (\Pi_{t+s-1}^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x} \right) p_{it}^x. \quad (41)$$

À partir de l'équation (41), on réexprime la demande de biens exportés (35)

$$y_{it+\tau}^x = \left(\left(\prod_{s=1}^{\tau} (\Pi_{t+s-1}^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x} \right) \frac{p_{it}^x}{p_{t+\tau}^x} \right)^{-\varepsilon_x} y_{t+\tau}^x. \quad (42)$$

On substitue alors l'équation (41) et (42) dans le programme de maximisation (40).

La dynamique à la Calvo qui s'impose aux entreprises importatrices et exportatrices fait que les prix évoluent selon

$$1 = \theta_M \left(\frac{(\Pi_{t-1}^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M}}{\Pi_t^M} \right)^{1-\varepsilon_M} + (1 - \theta_M) (\Pi_t^{M*})^{1-\varepsilon_M} \quad (43)$$

$$1 = \theta_x \left(\frac{(\Pi_{t-1}^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x}}{\Pi_t^x} \right)^{1-\varepsilon_x} + (1 - \theta_x) (\Pi_t^{x*})^{1-\varepsilon_x} \quad (44)$$

où $\Pi_t^{M*} = p_t^{M*}/p_t^M$ et $\Pi_t^{x*} = p_t^{x*}/p_t^x$, avec p_t^{M*} et p_t^{x*} les prix fixés par les entreprises qui peuvent réoptimiser.

2.3.4 Producteurs des biens finaux

En haut de la chaîne de distribution, un producteur de bien final de consommation (d'investissement) agrège la consommation (l'investissement) domestique c_t^d (i_t^d) et importée c_t^M (i_t^M) pour créer un bien de consommation (d'investissement) final c_t (i_t), selon la fonction

$$c_t = \left((n^c)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} (c_t^d)^{\frac{\varepsilon_c-1}{\varepsilon_c}} + (1 - n^c)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} (c_t^M (1 - \Gamma_t^c))^{\frac{\varepsilon_c-1}{\varepsilon_c}} \right)^{\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c-1}} \quad (45)$$

$$i_t = \left((n^i)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} (i_t^d)^{\frac{\varepsilon_i-1}{\varepsilon_i}} + (1 - n^i)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} (i_t^M (1 - \Gamma_t^i))^{\frac{\varepsilon_i-1}{\varepsilon_i}} \right)^{\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i-1}} \quad (46)$$

où il existe des biais domestiques dans l'agrégation, mesurés par n^c et n^i , qui déterminent le degré d'ouverture à l'état stationnaire, ε_c et ε_i représentant l'élasticité de substitution intratemporelle entre les biens importés et domestiques de consommation et d'investissement. En plus, nous faisons l'hypothèse que modifier le volume des importations de consommation et d'investissement a un coût, suivant en cela Erceg *et al.* (2005). Ce coût est modélisé par Γ_t^c (Γ_t^i)²⁶. Il en résulte que la part des importations réagira plus lentement à des variations du prix relatif des biens importés.

Le producteur de bien final de consommation maximise ses profits en prenant comme donné le prix du bien final de consommation p_t^c

$$\max_{c_t^d, c_t^M} \mathbb{E}_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \beta^\tau \frac{\lambda_{t+\tau}}{\lambda_t} \left(p_t^c c_t - p_t c_t^d - p_t^M c_t^M \right) \quad (47)$$

sous la contrainte définie par la fonction de production (45). Il en va de même pour le producteur de bien final d'investissement.

26. Voir la forme fonctionnelle dans l'annexe 6.2.

2.4 Secteur public

2.4.1 Autorité monétaire

L'autorité monétaire de la zone considérée fixe le taux d'intérêt nominal de court terme selon une règle de Taylor

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\gamma_R} \left(\left(\frac{\Pi_t}{\Pi} \right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{\frac{y_t}{y_{t-1}}}{\tilde{z}} \right)^{\gamma_y} \right)^{1-\gamma_R}. \quad (48)$$

Le taux d'intérêt nominal, comme dans une règle de Taylor (1993) standard, est défini en fonction des écarts de l'inflation à l'inflation stationnaire²⁷ et du taux de croissance de l'économie domestique au taux de croissance stationnaire. La présence de R_{t-1} est justifiée par la volonté de lisser le taux d'intérêt, conformément aux résultats empiriques (Clarida *et al.*, 1999, 2000) et reprise dans la plupart des modèles DSGE par la suite.

2.4.2 Autorité budgétaire

La contrainte budgétaire publique peut se déduire en définissant la dette publique pour la période t comme la différence entre la somme des dépenses publiques et la somme des recettes durant cette période. Les dépenses primaires correspondent à la somme des transferts vers les ménages ricardiens et non ricardiens T , de la consommation publique g_t^c et de l'investissement public g_t^i , ces deux derniers étant des biens finaux de l'économie domestique²⁸. On ajoute aux dépenses primaires les charges d'intérêt sur la dette publique de la période précédente et le remboursement du principal²⁹. On retranche les prélèvements sur les revenus du capital et du travail et sur la consommation pour obtenir

$$\begin{aligned} \tilde{b}_t &= \frac{g_t^c}{y_t^d} + \frac{g_t^i}{y_t^d} + \frac{T}{y_t^d} + R_{t-1} \frac{\int_0^1 b_{rt-1} dr}{p_t y_t^d} \\ &- \tau_t^k (r_t u_t - \mu_t^{-1} \frac{p_t^i}{p_t} \phi(u_t) - \mu_t^{-1} \frac{p_t^i}{p_t} \delta) \frac{k_{t-1}}{y_t^d} \\ &- \left(\tau_t^n + \tau_t^{wf} + \tau_t^{wh} \right) l_t^d \frac{w_t}{y_t^d} - \tau_c \frac{p_t^c}{p_t} \frac{c_t}{y_t^d}, \end{aligned} \quad (49)$$

où l'on redéfinit le niveau de dette émise en proportion de la production avec $\tilde{b}_t = \frac{\int_0^1 b_{rt} dr}{p_t y_t^d}$.

De plus, les variables de dépenses (g_t^c , g_t^i , T_t) et de taux d'imposition (τ_t^k , τ_t^n , τ_t^c , τ_t^{wf} , τ_t^{wh}) ont toutes une dynamique en fonction de leur valeur passée et du niveau de dette en $t-1$ par rapport à la dette d'équilibre

$$\frac{X_t}{X} = \left(\frac{X_{t-1}}{X} \right)^{\rho_X} \left(\frac{b_{t-1}}{b} \right)^{\rho_{X,b}} \exp(\sigma_X \zeta_X), \quad (50)$$

où ζ_X est un choc exogène sur la variable X qui suit une loi $\mathcal{N}(0, 1)$, et qu'on multiplie par σ_X pour spécifier l'écart-type.

27. L'inflation ciblée par la banque centrale porte, selon cette équation, sur les prix à la production, ce qui est l'hypothèse la plus répandue dans la littérature.

28. La consommation publique, comme l'investissement public, sont par hypothèse composés uniquement de biens finaux produits domestiquement (voir équation (59)). Cette hypothèse est communément admise dans la littérature. Elle se justifie dans la mesure où les salaires des agents publics sont l'une des composantes majeures de cette consommation et qu'il existe un fort biais pour l'achat, par les administrations publiques, de produits domestiques, *a fortiori* lors de plans de relance.

29. On rappelle que le taux d'intérêt nominal est brut. Par hypothèse, la dette publique a une maturité d'une période.

Des fonctions de réaction des dépenses et des taux d'imposition à un écart de la dette publique à la dette d'équilibre ont été peu utilisées jusqu'à récemment³⁰. Ainsi, la plupart des études sur la politique budgétaire réalisées dans un cadre d'équilibre général n'ont fait porter la contrainte d'ajustement (et donc la réaction à la dette) que sur les transferts forfaitaires, même si déjà Baxter et King (1993) reconnaissent que la réaction de taxes distorsives à la dette peut modifier considérablement les effets mêmes d'une relance budgétaire. Outre le caractère plus plausible des politiques de consolidation que cette spécification permet, plusieurs articles récents étudient plus spécifiquement les conséquences d'une augmentation des taux d'imposition (Uhlig, 2010; Drautzburg et Uhlig, 2011) et d'une diminution des dépenses (Corsetti *et al.*, 2012) après une relance et justifient ce choix de modélisation³¹.

L'élasticité des dépenses et recettes publiques à une évolution de la dette publique par rapport à son ratio d'équilibre permet de déduire l'évolution de la dette entre t et $t+1$ comme une fraction de l'écart à la cible, fixée à 60% du PIB dans le Traité de Maastricht. On a ainsi, pour un choc sur la dette publique en t

$$\left(\frac{b_{t+1}}{b_t}\right) = \left(\frac{b}{b_t}\right)^\Upsilon \quad (51)$$

où Υ est fonction des élasticités des différents instruments budgétaires à la dette publique ($\rho_{X,b}$ dans l'équation (50)). L'équation (51) n'entre pas directement dans le modèle mais se révèle essentielle dans la stratégie de calibrage. La valeur du paramètre Υ permet ainsi de fixer la vitesse agrégée de l'ajustement budgétaire, pour déduire ensuite les élasticités de chaque instrument budgétaire à l'écart de dette publique. Le calibrage des règles budgétaires est étudié en détail dans la section 2.6.

2.5 Agrégation

Pour clore le modèle, il faut spécifier les conditions d'agrégation pour les quatre marchés considérés : travail, biens domestiques, importations et exportations.

2.5.1 Poids des ménages ricardiens et non ricardiens

On agrège consommation privée et transferts, avec ω le poids des agents non ricardiens dans l'économie, et $1 - \omega$ le poids des ménages ricardiens.

La consommation privée totale est alors définie

$$c_t = (1 - \omega)c_{rt} + \omega c_{kt} \quad (52)$$

et les transferts totaux

$$T_t = (1 - \omega)T_{rt} + \omega T_{kt}. \quad (53)$$

On spécifie la part des transferts spécifiques aux ménages non ricardiens par rapport aux transferts spécifiques aux ménages ricardiens

$$(1 - \iota)T_{rt} = \iota T_{kt}. \quad (54)$$

30. Par hypothèse, l'État contrôle le volume des dépenses publiques, mais seulement les taux d'imposition, et non les bases. Ce n'est qu'une approximation dans la mesure où il existe des dépenses automatiques et des objectifs de volumes de prélèvements.

31. Cependant, à la différence d'une règle de Taylor (1993), la fonction de réaction des instruments budgétaires n'est pas consensuelle. Certains auteurs insistent aussi sur une réponse à l'écart de production (Leeper *et al.*, 2010a). Par souci de simplicité, et afin de cerner l'effet propre des mesures de consolidation, nous nous concentrons ici uniquement sur la réaction à la dynamique de la dette publique.

2.5.2 Marché du travail

On définit la somme des offres de travail des ménages

$$l_t = \int_0^1 l_{jt}^s dj \quad (55)$$

et on déduit, à partir de l'équation (8), que

$$l_t = v_t^w l_t^d, \quad (56)$$

avec

$$v_t^w = \int_0^1 \left(\frac{w_{jt}}{w_t} \right)^{-\eta} dj, \quad (57)$$

qui mesure l'impact de la distribution des salaires sur l'emploi.

À partir de (57) et de la dynamique des salaires (14), on obtient l'évolution de la dispersion des salaires

$$\begin{aligned} v_w &= \frac{1}{w_t^{-\eta}} \left(\int_0^1 \theta_w \left(\frac{\Pi_{t-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_t} \right)^{-\eta} w_{jt-1}^{-\eta} + (1 - \theta_w) (w_t^*)^{-\eta} \right) \\ &= \theta_w \left(\frac{w_{t-1}}{w_t} \frac{\Pi_{t-1}^{\chi_w} \Pi^{1-\chi_w}}{\Pi_t} \right)^{-\eta} v_{t-1}^w + (1 - \theta_w) \left(\frac{w_t^*}{w_t} \right)^{-\eta}. \end{aligned} \quad (58)$$

Cette dernière égalité est obtenue en utilisant l'équation (9).

2.5.3 Marché des biens

La demande agrégée par tête du bien final domestique s'écrit

$$y_t^d = c_t^d + i_t^d + g_t^c + g_t^i + x_t + \mu_t^{-1} \frac{p_t^i}{p_t} \phi(u_t) k_{t-1}, \quad (59)$$

en utilisant la fonction de production de biens intermédiaires (23) et la fonction d'agrégation des biens intermédiaires (18).

De la même manière que pour le marché du travail, on définit pour le marché des biens la somme des biens intermédiaires produits

$$y_t = \int_0^1 y_{it} di \quad (60)$$

et on déduit que

$$y_t = v_t^p y_t^d, \quad (61)$$

avec

$$v_t^p = \int_0^1 \left(\frac{p_{jt}}{p_t} \right)^{-\varepsilon} di, \quad (62)$$

À partir de (62) et de la dynamique des prix du bien final domestique (29), on obtient l'évolution de la dispersion des prix

$$v_p = \theta_p \left(\frac{\Pi_{t-1}^{\chi} \Pi^{1-\chi}}{\Pi_t} \right)^{-\varepsilon} v_{t-1}^p + (1 - \theta_p) (\Pi_t^*)^{-\varepsilon}. \quad (63)$$

2.5.4 Importations

La production du marché des biens correspond à la production distribuée sous forme de consommation et d'investissement importés

$$y_t^M = c_t^M + i_t^M. \quad (64)$$

L'agrégation des biens importés est donnée par

$$M_t = \int_0^1 y_{it}^M di. \quad (65)$$

et on déduit que

$$M_t = v_t^M y_t^M, \quad (66)$$

avec

$$v_t^M = \int_0^1 \left(\frac{p_{it}^M}{p_t^M} \right)^{-\varepsilon_M} di. \quad (67)$$

À partir de (67) et de la dynamique des prix des biens importés (43), on obtient l'évolution de la dispersion du prix des biens des importations

$$v_t^m = \theta_M \left(\frac{(\Pi_{t-1}^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M}}{\Pi_t^M} \right)^{-\varepsilon_M} v_{t-1}^M + (1 - \theta_M) (\Pi_t^{M*})^{-\varepsilon_M}. \quad (68)$$

2.5.5 Exportations

La demande des exportations de la part du reste du monde est

$$y_t^x = \left(\frac{p_t^x}{p_t^W} \right)^{-\varepsilon_W} y_t^W. \quad (69)$$

où y_t^W est la demande mondiale.

Nous obtenons donc

$$y_{it}^x = \left(\frac{p_{it}^x}{p_t^x} \right)^{-\varepsilon_x} \left(\frac{p_t^x}{p_t^W} \right)^{-\varepsilon_W} y_t^W, \quad (70)$$

qui exprime la demande des différents biens exportés en fonction de leur prix par rapport à l'indice du prix des biens exportés (et de l'élasticité de substitution entre biens exportés), mais aussi de l'indice du prix des biens exportés par rapport à l'indice de prix mondial (et de l'élasticité de substitution).

La totalité des biens exportés est donnée par

$$x_t = \int_0^1 y_{it}^x di. \quad (71)$$

et on déduit que

$$x_t = v_t^x y_t^x, \quad (72)$$

avec

$$v_t^x = \int_0^1 \left(\frac{p_{it}^x}{p_t^x} \right)^{-\varepsilon_x} di. \quad (73)$$

À partir de (73) et de la dynamique des prix des biens importés (44), on obtient l'évolution de la dispersion du prix des exportations

$$v_x = \theta_x \left(\frac{(\Pi_{t-1}^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x}}{\Pi_t^x} \right)^{-\varepsilon_x} v_{t-1}^x + (1 - \theta_x) (\Pi_t^{x*})^{-\varepsilon_x}. \quad (74)$$

2.5.6 Actifs extérieurs nets

De la même manière que pour la contrainte budgétaire de l'État, on considère les actifs extérieurs nets de l'économie domestique (en part de production domestique) comme la somme des rendements de ces actifs lors de la période précédente et de la balance commerciale

$$ex_t \tilde{b}_t^W = R_{t-1}^W \Gamma \left(ex_t \tilde{b}_{t-1}^W \right) \frac{ex_t b_{rt-1}^W}{p_t} + \frac{tb_t}{y_t^d}. \quad (75)$$

La balance commerciale est égale à la différence entre les recettes des exportations et les dépenses d'importations³²

$$tb_t = \frac{ex_t p_t^x}{p_t} y_t^x - \frac{ex_t p_t^W}{p_t} M_t. \quad (76)$$

2.6 Calibrage du modèle

La stratégie de calibrage reprend pour l'essentiel les résultats consensuels établis par la littérature qui utilise des modèles DSGE pour étudier la zone euro. L'originalité tient ici au calibrage des variables et règles budgétaires, où l'on fixe d'abord une vitesse globale de convergence de la dette publique à la cible, pour déduire ensuite les élasticités de chaque instrument budgétaire à l'écart de dette. Les ratios des variables en régime stationnaire et les valeurs des paramètres sont synthétisés dans les tableaux 1 et 2.

2.6.1 Calibrage général

La croissance annuelle de la production est de 2% par an, dont 0,8% est imputable à la croissance de la force de travail et 1,2% à l'augmentation de la productivité³³.

Considérant la croissance de la production, β est choisi pour être cohérent avec un taux d'intérêt nominal annuel de court terme de 5,3% et une inflation annuelle de 2%³⁴. Le taux d'intérêt étranger R^W est identique.

La productivité du capital privé et public, α et α_g , ainsi que la dépréciation du capital δ (identique pour le capital privé et public) sont définies pour obtenir le ratio entre capital privé et capital public proche des données d'Eurostat³⁵.

La productivité du capital public, α_g , est critique pour déterminer les effets de l'investissement public sur l'économie domestique. Les données agrégées pour estimer directement un tel paramètre sont cependant difficiles à utiliser. La littérature a des vues divergentes sur son ampleur³⁶. Aschauer (1989), auquel de nombreux articles se réfèrent, estime l'élasticité de la productivité globale à la quantité de *core infrastructure*³⁷ à 0,24 sur la période 1949-1985 aux États-Unis. Les résultats obtenus selon d'autres méthodologies sont cependant peu conclusifs. Baxter et King (1993) utilisent un α^g égal à 0,05 comme benchmark, valeur reprise par Leeper

32. On inclut dans les dépenses d'importations le coût de la dispersion des prix, afin de considérer le coût total domestique. La dispersion des prix à l'exportation n'est pas en revanche un revenu domestique supplémentaire, comme le remarquent Christiano *et al.* (2011).

33. Ces chiffres sont proches des données historiques. En effet, à partir de la base AWM, la croissance moyenne annuelle de l'emploi total est de 0,9% entre 1985 et 2006 et celle de la productivité de 1,4%. La croissance du progrès technique spécifique à l'investissement est considérée comme nulle dans le calibrage.

34. La moyenne sur l'échantillon des taux nominaux courts est de 6,2% et la moyenne de l'inflation 2,6%. Cependant, taux nominaux et inflation sont plus faibles dès la fin des années 1990 avec la création de la zone euro, ce qui justifie des valeurs plus basses que les moyennes historiques.

35. Le ratio des actifs fixes totaux bruts privés sur les actifs fixes totaux bruts des administrations publiques pour la France et l'Allemagne varie entre 5,7 et 6 entre 2001 et 2007. Ces ratios sont semblables à ceux établis par Kamps (2005) pour l'Union européenne.

36. Les difficultés d'estimation tiennent notamment au contrôle des autres facteurs qui affectent la croissance et aux conséquences potentielles à long terme de cet investissement.

37. Autoroutes, aéroports, réseaux gaziers et électriques, services d'eau.

et al. (2010b) et comparée à $\alpha^g = 0,01$. Straub et Tchakarov (2007) retiennent une valeur de 0,015. Nous retenons la valeur médiane de cet intervalle, soit $\alpha^g = 0,03$.

La part des ménages non ricardiens (ω) est évaluée à 0,35, valeur estimée par Forni *et al.* (2009) et reprise ensuite par la littérature.

L'élasticité de l'offre de travail par rapport au salaire maintenant l'utilité constante ($1/\vartheta$), est estimée par Domeij et Floden (2006) à partir de données américaines sur les années 1980-1994. Une fois retirées les personnes qui subissent des contraintes de liquidité et biaisent à la baisse les estimations, les auteurs montrent que cette élasticité varie entre 1/3 et 1/2³⁸. Le paramètre ψ , qui gouverne le poids relatif des heures travaillées dans la fonction d'utilité du ménage ricardien, est fixé de telle sorte que celles-ci soient égales à 1/3 en régime stationnaire, conformément à la plupart des calibrages.

L'élasticité de substitution entre les variétés de travail (η) est fixée à 4,3, autrement dit la marge sur les salaires est de 1,30 à l'équilibre. Les élasticités de substitution entre les différents biens ($\varepsilon, \varepsilon_M, \varepsilon_x, \varepsilon_W$), sont de 6, les marges sur les prix sont donc de 1,2 à l'équilibre. Ces valeurs sont celles utilisées dans la littérature (Christoffel *et al.*, 2008; Forni *et al.*, 2009), établies à partir des travaux empiriques de Martins *et al.* (1996), Oliveira-Martins et Scarpetta (1999) et Jean et Nicoletti (2002).

Les élasticités de substitution entre la consommation importée et la consommation domestique (ε_c), et entre l'investissement importé et l'investissement domestique (ε_i), sont fixées à 1,5, dans la lignée de Christoffel *et al.* (2008) et Erceg et Lindé (2012). Ces élasticités sont conformes aux estimations réalisées au niveau agrégé, même si au niveau désagrégé les valeurs sont souvent plus élevées (Bergin, 2006). Les élasticités considérées ici ne jouent pleinement qu'à moyen terme, dans la mesure où, à court terme, modifier la part de la consommation importée dans la consommation totale et celle de l'investissement importé dans l'investissement total a des coûts (Γ^c et Γ^i), comme le mettent en avant Christoffel *et al.* (2008).

Le paramètre Γ^{bW} renseigne sur la prime de risque associée à un plus fort endettement vis-à-vis de l'étranger. Pour la zone euro, il n'existe pas de travaux à notre connaissance estimant l'élasticité des taux d'intérêt à l'endettement extérieur. Chinn et Frankel (2004) montrent toutefois que pour les pays européens, une augmentation d'un point de PIB de la dette publique entraîne une augmentation des taux d'intérêt de 5 points de base. Nous en déduisons, à partir de la forme fonctionnelle définie dans l'annexe 6.2, un Γ^{bW} égal à 0,01.

Les biais domestiques n_c et n_i sont calibrés de manière à obtenir en régime stationnaire une part globale des importations d'environ 16% du PIB de la zone euro³⁹, dont une part de la consommation importée de 10% du PIB et une part de l'investissement importé de 6%. Les exportations globales sont très similaires en part de PIB, et les actifs extérieurs nets de la zone euro sont donc fixés à zéro en régime stationnaire⁴⁰.

Les habitudes de consommation, le coût d'ajustement à investir, les probabilités de ré-optimisation des prix et des salaires, ainsi que les indexations des prix sur l'inflation passée et l'inflation en régime stationnaire sont tirés de l'estimation du modèle de Christoffel *et al.* (2008) pour la zone euro⁴¹. Les paramètres de la règle de Taylor sont tirés, quant à eux, de l'estimation de Forni *et al.* (2009), pour la zone euro également⁴². Le paramètre ϕ des coûts fixes de production des biens intermédiaires, ainsi que ϕ_1 et ϕ_2 qui entrent dans la forme

38. Nous retenons dans le modèle la valeur de 1/3, qui semble la plus significative.

39. Ce chiffre correspond à la moyenne sur la période 1985T1-2006T4, obtenu à partir de la base de Dieppe et Warmedinger (2007), qui fournit les données trimestrielles sur le commerce de la zone euro avec le reste du monde (hors commerce intra-zone).

40. Les données de la BCE sur la dette extérieure nette de la zone euro attestent un ratio moyen en part de PIB inférieur à 10% du PIB entre 2000 et 2006.

41. La probabilité de réoptimisation des prix des biens intermédiaires par exemple indique qu'ils sont fixés durant un peu plus de 4 trimestres.

42. Voir tableau 2 pour les valeurs de chaque paramètre.

fonctionnelle des coûts d'utilisation du capital, sont définis à partir du régime stationnaire ⁴³.

2.6.2 Calibrage des instruments et règles budgétaires

Les variables budgétaires (dépenses et taux de taxation) en régime stationnaire sont fixées à leur moyenne sur la période 1985T1-2006T4 ⁴⁴, à partir de la base de Paredes *et al.* (2009). Cette base, à la différence des précédentes, présente l'avantage d'être construite à partir de données proprement fiscales ⁴⁵. La ventilation des recettes et des dépenses de la base recoupe assez directement la décomposition des différents instruments budgétaires du modèle. Nous rapportons les produits des différentes taxes aux volumes de la base de Giannone *et al.* (2010) ⁴⁶. Ces ratios empiriques correspondent à ceux du modèle comme le montre le tableau 1, à l'exception des transferts sociaux ⁴⁷. La dette publique est fixée à 2,4 (0,6 x 4), dans la mesure où le ratio empirique correspond à un stock sur un flux annuel de production, alors que le modèle est trimestriel.

Le paramètre ι , qui gouverne la répartition des transferts sociaux entre ménages ricardiens et non ricardiens, est fixé à 0,5, ce qui veut dire que chaque ménage, ricardien ou non ricardien, bénéficie de la même quantité de transferts sociaux. En l'absence de données sur les transferts spécifiques aux agents non ricardiens (ce concept est difficile à appréhender comptablement), nous choisissons de ne pas inclure une distorsion supplémentaire dans le modèle. Le choix d'une même quantité de transferts sociaux par ménage implique, en régime stationnaire, un rapport entre consommation des agents non ricardiens et consommation des agents ricardiens (c_{kt}/c_{rt}) de 0,8. Selon le *Household budget survey* d'Eurostat, les 20% des ménages qui ont les revenus les plus élevés consomment 1,5 fois plus que les 20% des ménages qui ont les revenus les plus faibles. Si l'on identifie les ménages non ricardiens aux ménages qui ont les revenus les plus faibles, on obtient un rapport c_{kt}/c_{rt} de 2/3 selon ces données empiriques. Le ratio de 0,8 fournit par le modèle paraît donc plausible.

L'estimation des vitesses d'ajustement des consolidations budgétaires est une étape importante, dans la mesure où elle détermine sensiblement les réponses impulsionnelles des différentes variables à la suite d'une relance budgétaire ⁴⁸. Les précédentes études ont calibré les vitesses pour un instrument particulier, les taxes sur le travail (Drautzburg et Uhlig, 2011) ou la consommation publique (Corsetti *et al.*, 2012). Il s'agit ici de calibrer d'abord une vitesse moyenne globale d'ajustement budgétaire et de déduire ensuite les élasticités des différents instruments à l'écart de dette publique par rapport à la cible de dette.

La vitesse globale d'ajustement budgétaire est résumée à travers la valeur du paramètre Υ de l'équation (51). Parmi plusieurs options, nous retenons la vitesse globale mise en avant dans le paquet législatif sur la gouvernance économique de l'Union européenne adopté en décembre

43. Voir la section 6.4 en annexe.

44. Cette période correspond à une relative stabilité des grandes variables économiques de la zone euro.

45. Les autres bases prennent habituellement un taux apparent qu'elles appliquent à une base donnée.

46. Disponible sur <http://www.eabcn.org/data/awm/index.htm>. C'est une version actualisée de la base de Fagan *et al.* (2001, 2005). Voir la section 6.1 pour les détails et Giannone *et al.* (2010) pour une présentation de la base.

47. Les transferts sociaux sont en effet définis de manière résiduelle afin de respecter la contrainte budgétaire intertemporelle de l'État dans l'équation (49). Les bases taxées, qui présentent des différences par rapport aux estimations empiriques, empêchent ainsi une identité entre le ratio de transferts du modèle et le ratio empirique. De plus, la base de Paredes *et al.* (2009) ne donne pas directement d'information sur l'imposition des revenus du capital. Nous reprenons dans ce cas l'estimation de Forni *et al.* (2009) qui retiennent $\tau^k = 0.19$.

48. Vamvoukas (2012) teste l'hypothèse d'une synchronisation des recettes et des dépenses publiques, contre l'hypothèse d'une séparation dans leur variation. À partir de données de panel sur les pays membres de la zone euro, l'auteur montre qu'il existe un lien fort dans les décisions concernant les recettes et les dépenses publiques. Ce résultat confirme la pertinence d'une modélisation de règles budgétaires, où les différents instruments réagissent au même déterminant.

2011. Dans un communiqué⁴⁹, la Commission européenne stipule : *Tout État membre dont le taux d'endettement dépasse 60% du PIB fera l'objet d'une procédure de déficit excessif (même si son déficit est inférieur à 3%) s'il ne réduit pas d'un vingtième par an (sur une moyenne de trois ans) l'écart entre son taux d'endettement et sa valeur de référence de 60%*. Nous retenons ainsi une valeur de Υ d'environ 1/80, dans la mesure où le modèle est trimestriel⁵⁰.

Une fois donnée l'élasticité globale des instruments budgétaires à l'écart de dette par rapport à sa cible, il faut définir dans une seconde étape les élasticité de chaque instrument budgétaire à cet écart. Pour y parvenir, il est nécessaire au préalable de savoir dans quelle mesure la résorption du déficit public est imputable à un supplément de recettes ou à une diminution des dépenses. On effectue pour cela un calcul de contribution des recettes et des dépenses publiques lors de la principale phase de consolidation budgétaire qu'a connue la zone euro depuis 1985, qui correspond à la préparation de l'entrée dans la zone euro. La dette publique agrégée des pays de la zone euro a diminué de manière continue entre 1997T1 et 2001T1, pour passer de 75,3% du PIB à 67,6% (voir graphique 11). L'amélioration du solde primaire est responsable des deux tiers de la résorption de la dette lors de cet épisode de consolidation⁵¹. La réduction des dépenses primaires explique 80% de cette amélioration, et l'augmentation des recettes, 20%. Cette répartition est reprise dans le modèle. La composition des ajustements budgétaires entre 2010 et 2014, selon la Commission européenne (2011), reflète un partage similaire : la réduction des dépenses publiques représenterait 3,6 points de PIB et l'augmentation des recettes 0,5 point de PIB (soit un ajustement qui passe à 88% par les dépenses).

Afin de ne pas complexifier la dynamique des variables budgétaires, les élasticité à l'écart de dette pour les différents taux d'imposition et pour les différentes dépenses ne modifient ni la structure des recettes, ni la structure des dépenses⁵². Autrement dit, chaque dépense participe à l'effort de consolidation selon sa part dans les dépenses publiques totales (de même pour les recettes). En outre, on fait l'hypothèse que les transferts sociaux spécifiques ont les mêmes élasticité que les transferts globaux. Leur part dans les transferts globaux est donc identique au cours de l'épisode de consolidation. Enfin, les valeurs des instruments budgétaires sont toutes fortement corrélées à leurs valeurs passées. Là encore pour ne pas complexifier la dynamique du modèle et faciliter la comparaison des différents types de relance, on fait l'hypothèse que les autocorrélations sont identiques, avec $\rho_X = 0,9$, où X désigne l'instrument budgétaire⁵³. On obtient finalement une élasticité des dépenses à l'écart de dette $\rho_{D,b} = -0,089$ et une élasticité des recettes à l'écart de dette $\rho_{R,b} = 0,014$. Ces valeurs sont du même ordre de grandeur que celles retenues par Corsetti *et al.* (2012), qui calibrent une élasticité des dépenses publiques à l'écart de dette à $-0,02$ et celle des recettes (forfaitaires dans leur modèle) à $0,02$. Ces élasticité à l'écart de dette sont aussi relativement proches de celles estimées par Galí et Perotti (2003). Ces auteurs montrent ainsi, à partir d'une étude en panel, que les déficits publics de onze pays de la zone euro sur la période 1980-2002 ont une

49. Communiqué de presse MEMO/11/898, du 12/12/2011.

50. Pour une dette publique à 90% du PIB, une telle vitesse de retour à l'équilibre implique que l'écart à la dette cible se réduit de moitié en un peu plus de 11 ans, soit 1,3 point de PIB de réduction, par an, en moyenne. Même si cette durée dépend du ratio initial de dette, elle reste relativement stable pour les ratios actuels (pour une dette à 120% du PIB, il faut 10 ans et demi pour réduire l'écart de moitié), ce qui implique un ajustement budgétaire annuel beaucoup plus important (de l'ordre de 3 points de PIB).

51. Les élasticité des instruments budgétaires par rapport à la dette publique, introduites dans le modèle, permettent une amélioration du déficit primaire et non du déficit total. Dans notre calcul de contribution, la diminution des charges d'intérêt sur la dette est responsable du tiers restant. Abbas *et al.* (2011), qui décomposent de manière similaire 66 épisodes de réduction de dette publique, montrent que l'amélioration du solde primaire est responsable de près de 60% de cette réduction dans les pays qui ne font pas défaut.

52. En reprenant la base Paredes *et al.* (2009) lors de l'épisode de consolidation 1997T1-2001T1, la structure des recettes et la structure des dépenses sont d'une remarquable stabilité.

53. Nous étudions par la suite la sensibilité de la dynamique du modèle à une variation de ce paramètre.

TABLE 1 – Valeurs en régime stationnaire : modèle vs données empiriques (1985T1-2006T4)

Variabiles	Description	Modèle	Données empiriques
\tilde{z}	taux de croissance (annuel)	1.02	
π	taux d'inflation (annuel)	1.02	
R	taux d'intérêt nominal (annuel)	1.053	
g^c/y^d	consommation publique/PIB	0.21	0.21
g^i/y^d	investissement public/PIB	0.03	0.03
T/y^d	transferts sociaux/PIB	0.22	0.17
b/y^d	dette publique/PIB	0.6x4	0.65x4
τ_n	taux d'imposition directe sur ménages	0.18	0.18
τ_c	taux d'imposition indirecte	0.22	0.22
τ_{wf}	taux cot. soc. employeurs	0.17	0.17
τ_{wh}	taux cot. soc. employés	0.16	0.16
τ_k	taux d'imposition rev. du capital	0.19	-
k/k^g	capital privé/capital public	6.6	6
c/y^d	consommation privée/PIB	0.58	0.57
i/y^d	investissement privé/PIB	0.19	0.18
y^M/y^d	importations/PIB	0.16	0.16
c^M/y^d	consommation privée importée/PIB	0.10	0.10
i^M/y^d	investissement privé importé/PIB	0.06	0.06

élasticité à la dette publique de la période précédente de $-0,07$. Ces comparaisons attestent le caractère plausible des élasticités des différentes règles budgétaires du modèle.

3 Impact et transmission dans l'économie des différentes relances budgétaires en fonction du modèle

L'objectif de cette section est d'étudier les réponses impulsionnelles des grandes variables macroéconomiques après un choc de relance sur l'un des huit instruments budgétaires du modèle⁵⁴. Comme dans la plupart des études de politique budgétaire en équilibre général, on part de l'équilibre et on introduit une perturbation qui est ici transitoire. La dette publique augmente alors, avant que les effets de la consolidation ne prédominent et assurent le retour à l'équilibre⁵⁵.

L'un des principaux problèmes dans le calcul d'impact de la politique budgétaire réside dans la sensibilité des résultats à la spécification du modèle (Leeper *et al.*, 2011). Pour comprendre les canaux de transmission des différents chocs budgétaires, on propose tout d'abord d'étudier les différences d'évaluation entre le modèle néoclassique, similaire à Baxter et King (1993), et le modèle néokeynésien, avec concurrence monopolistique, rigidités nominales et rigidités réelles, similaire à Smets et Wouters (2003). Ensuite, on examine les effets propres de chaque bloc ajouté par rapport au modèle néokeynésien en incluant soit des agents non

54. La taxation des revenus salariaux des ménages jouent exactement le même rôle dans le modèle que les cotisations sociales employés et n'est donc pas étudiée en elle-même.

55. La version stationnaire du modèle est présentée dans l'annexe 6.3 et l'équilibre stationnaire dans l'annexe 6.4. L'ensemble des réponses impulsionnelles est calculé à partir du logiciel Dynare (Adjemian *et al.*, 2011), qui linéarise le modèle à partir d'une approximation de Taylor autour de l'état stationnaire et le résout par une décomposition de Schur.

TABLE 2 – Valeurs des paramètres

Paramètres	Description	Valeurs
β	taux d'escompte	0.995
δ	taux de dépréciation du capital	0.015
α	productivité du capital privé	0.27
α_g	productivité du capital public	0.03
$1/\vartheta$	élasticité de substitution du travail de Frisch	1/3
ψ	poids relatif des heures travaillées dans la fonction d'utilité	45
$\varepsilon, \varepsilon_M, \varepsilon_x, \varepsilon_W$	élasticité de substitution entre variétés des biens	6
η	élasticité de substitution entre variétés de travail	4.3
$\varepsilon_c, \varepsilon_i$	élasticité de substitution entre biens domestiques et importés	1.5
Γ^{bW}	prime de risque sur les actifs étrangers	0.01
n^c	biais domestique pour la consommation	0.78
n^i	biais domestique pour l'investissement	0.65
ω	part des agents non ricardiens dans l'économie domestique	0.35
ι	répartition des transferts entre ricardiens et non ricardiens	0.5
ϕ_2/ϕ_1	coûts de la variation d'utilisation du capital	0.22
ϕ	coûts fixes dans la fonction de production	0.32
h	habitudes de consommation	0.56
κ	coûts d'ajustement à investir	5.169
Γ^c	coûts d'ajustement de la consommation importée	5.596
Γ^i	coûts d'ajustement de l'investissement importé	0.404
θ_w	probabilité de Calvo de réoptimiser les salaires	0.765
θ_p	probabilité de Calvo de réoptimiser les prix domestiques	0.920
θ_x	probabilité de Calvo de réoptimiser les prix à l'exportation	0.770
θ_M	probabilité de Calvo de réoptimiser les prix à l'importation	0.528
χ_w	indexation des salaires sur l'inflation passée	0.635
χ_p	indexation des prix domestiques sur l'inflation passée	0.417
χ_x	indexation des prix à l'exportation sur l'inflation passée	0.489
χ_M	indexation des prix à l'importation sur l'inflation passée	0.480
γ_R	coefficient AR(1) sur taux d'intérêt dans la règle de Taylor	0.92
γ_π	poids de l'écart d'inflation dans la règle de Taylor	1.72
γ_y	poids de l'écart de production dans la règle de Taylor	0.13
$\gamma_{\Delta p_i}$	poids de la croissance de l'inflation dans la règle de Taylor	0.23
ρ_X	coefficient AR(1) sur les variables budgétaires	0.9
$\rho_{R,b}$	élasticité des recettes à l'écart de dette	0.014
$\rho_{D,b}$	élasticité des dépenses à l'écart de dette	-0.089

ricardiens, soit des secteurs importateur et exportateur, soit des ajustements budgétaires distorsifs⁵⁶. Ces trois blocs sont reconnus pour modifier les effets des politiques budgétaires, sans pour autant qu’une étude systématique ait été réalisée sur leur ampleur selon l’instrument de relance privilégié. Ces différents modèles sont des cas particuliers du modèle complet, qu’on utilise finalement⁵⁷. Les graphiques 12, 13, 14 et 15 (à partir de la page 71 en annexe) présentent l’impact des différentes relances budgétaires sur la production, la consommation, les salaires réels et l’investissement en fonction de chacun des modèles⁵⁸. Les graphiques 16 à 23 détaillent, quant à eux, les mécanismes de transmission de chaque type de relance dans le modèle complet.

Un autre problème est de s’assurer de la comparabilité des différentes expériences de relance budgétaire selon l’instrument budgétaire privilégié et le modèle considéré. L’option retenue est d’imposer un choc qui a le même impact sur le budget en régime stationnaire⁵⁹. Une autre option aurait été d’égaliser les coûts actualisés d’une relance. Cette option n’est pas *a priori* moins bonne que la précédente. Cependant, l’évaluation intertemporelle des coûts et des avantages d’une relance est traitée plus spécifiquement dans la section 4 à travers le calcul des multiplicateurs budgétaires.

La majeure partie des articles consacrés à la relance budgétaire s’intéresse uniquement à une augmentation de la consommation publique. Dans la mesure où l’un des objectifs ici est de comparer les résultats avec la littérature existante, nous traitons, dans la section 3.1, ce type de relance avant d’étudier, dans la section 3.2, l’impact des autres types de relance selon le modèle.

3.1 Impact et transmission dans l’économie d’un choc de consommation publique en fonction du modèle

3.1.1 Modèle néoclassique et modèle néokeynésien

Dans un modèle standard néokeynésien, l’augmentation de la consommation publique accroît la demande agrégée de biens vendus par des entreprises productrices de biens intermédiaires placées en concurrence monopolistique. Les entreprises productrices de biens intermédiaires satisfont cette demande aux prix fixés en augmentant leur demande de travail. La hausse de la demande de travail augmente les salaires réels et les coûts marginaux réels. Les entreprises qui peuvent le répercuter sur leurs prix le font.

La différence essentielle par rapport au modèle néoclassique de Baxter et King (1993) tient à l’existence de rigidités nominales des prix et des salaires. Il faut repartir de la condition du premier ordre du programme d’optimisation des ménages qui, en concurrence monopolistique sur le marché du travail, fixent leurs salaires. Dans le cas où les salaires sont parfaitement

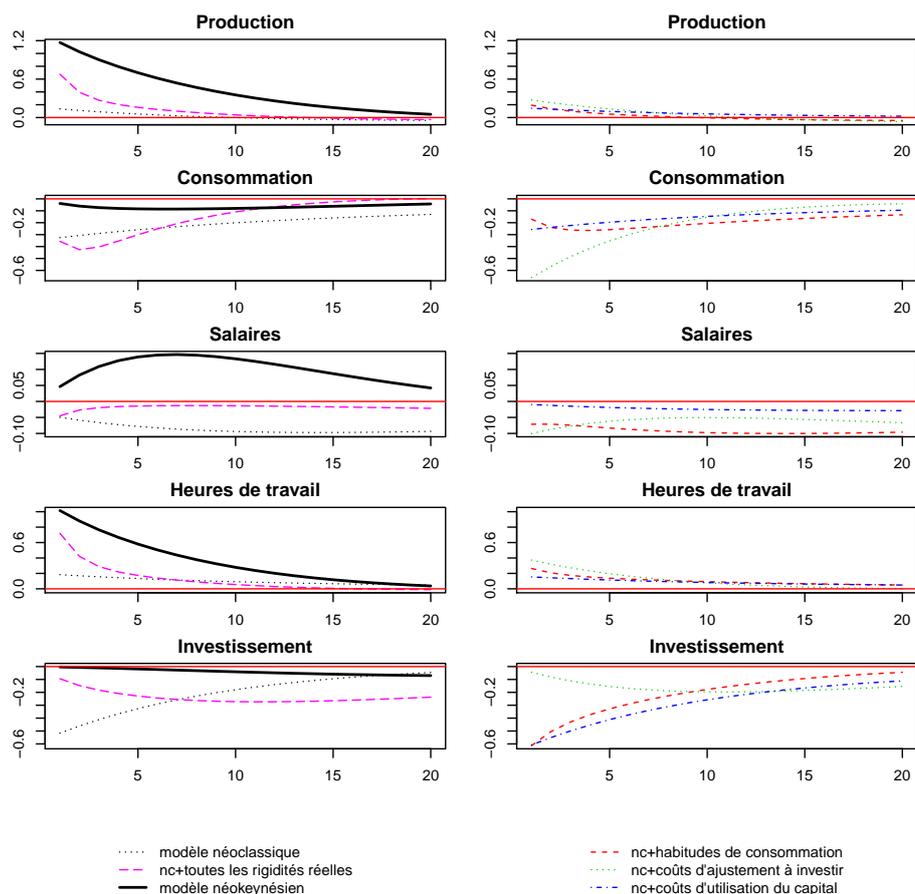
56. Dans les modèles où les ajustements budgétaires ne sont pas distorsifs, seuls les transferts forfaitaires réagissent négativement à l’augmentation de la dette publique, de manière à satisfaire la contrainte budgétaire intertemporelle de l’État. L’élasticité de ces transferts à la dette publique est fixée de manière arbitraire, dans la mesure où l’équivalence ricardienne prévaut. Une trop faible élasticité (en valeur absolue) rend toutefois la dette explosive et n’assure plus les conditions de Blanchard et Kahn (1980).

57. Le calibrage des paramètres est identique dans les différents modèles considérés. Cette hypothèse peut être contestée, dans la mesure où les valeurs de certains paramètres dépendent du modèle. La rigidité des prix par exemple n’est *a priori* pas la même selon qu’on étudie une économie ouverte ou fermée. Le maintien de paramètres identiques permet néanmoins d’isoler l’effet propre de chaque bloc et facilite ainsi la comparaison.

58. Ces variables sont les plus étudiées dans les estimations empiriques des effets des relances budgétaires. Leur étude selon les différents modèles permet de comprendre quel bloc est nécessaire pour reproduire les principaux faits stylisés.

59. L’ampleur des chocs est calculée pour correspondre à un point de la production d’équilibre. La comparaison des réponses impulsionnelles d’une même variable (la production par exemple) soumise à différents types de relance a cependant des limites dans la mesure où la taille effective du choc n’est pas exactement d’un point de la production au moment du choc.

FIGURE 1 – Réponses impulsionnelles en fonction des rigidités réelles introduites dans le modèle néoclassique après un choc sur la consommation publique



Note : Pour la production, la consommation et l'investissement, l'axe des ordonnées désigne les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre, et pour le salaire brut réel et les heures de travail, le taux de croissance par rapport à la valeur d'équilibre, en points de pourcentage. Le modèle néoclassique est similaire à celui de Baxter et King (1993), auquel on ajoute soit des habitudes de consommation, soit des coûts d'ajustement à investir, soit des coûts de variation de l'utilisation du capital, soit ces trois rigidités réelles. Le modèle néokeynésien est similaire à celui de Smets et Wouters (2003). L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

flexibles⁶⁰, le salaire net d'impôts est égal au taux marginal de substitution entre consommation et loisir, auquel on applique une marge. D'où

$$(1 - \tau^n - \tau^{wh})\tilde{w}_t = \frac{\eta}{\eta - 1} \frac{(l_t^d)^\vartheta}{\tilde{\lambda}_t}, \quad (77)$$

avec τ^n le taux d'imposition sur le revenu, τ^{wh} les cotisations sociales employés, \tilde{w}_t le salaire brut réel, η l'élasticité de substitution entre les différentes offres de travail, $(l_t^d)^\vartheta$ et $\tilde{\lambda}_t$ les utilités marginales du travail et de la consommation. L'écart entre le salaire (net d'impôts) et le taux marginal de substitution est dans ce cas constant⁶¹.

Pour les entreprises productrices de biens intermédiaires placées en concurrence monopolistique, la maximisation du profit nécessite une production qui n'est pas au niveau où le coût marginal de production égalise le prix des biens produits mais seulement au niveau où le prix des biens est égal au coût marginal de production auquel on applique une marge. Si les prix sont parfaitement flexibles, on obtient d'après les équations du premier ordre du programme d'optimisation de ces entreprises

$$mc_t = \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon}, \quad (78)$$

avec ε l'élasticité de substitution entre les différents biens intermédiaires et mc_t le coût marginal réel de production. En considérant pour simplifier que la production ne dépend que du facteur travail, on a $mc_t = \tilde{w}_t(1 + \tau^{wf})$, où τ^{wf} désigne les cotisations sociales employeurs.

Dans le modèle néokeynésien, les salaires et les prix sont imparfaitement flexibles, les équations (77) et (78) deviennent alors respectivement

$$(1 - \tau^n - \tau^{wh})\tilde{w}_t = \mu_t^w \frac{(l_t^d)^\vartheta}{\tilde{\lambda}_t}, \quad (79)$$

et

$$\Pi_t = \mu_t^p (1 + \tau^{wf})\tilde{w}_t, \quad (80)$$

avec Π_t l'inflation, μ_t^w et μ_t^p les marges sur les salaires et les prix, qui varient au cours du temps.

En combinant les équations (79) et (80), on a alors

$$\frac{1 - \tau^n - \tau^{wh}}{1 + \tau^{wf}} \Pi_t = \mu_t^w \mu_t^p \frac{(l_t^d)^\vartheta}{\tilde{\lambda}_t}. \quad (81)$$

Considérons, à partir de ces équations, une augmentation de la consommation publique, dont l'effet premier est d'augmenter le nombre d'heures travaillées l_t^d . Dans un cadre de concurrence néoclassique, ou si la concurrence est monopolistique mais qu'il n'y a pas de rigidités nominales sur les prix ou les salaires, les coûts marginaux de production (ici les salaires) diminuent et donc l'inflation diminue. De manière à conserver l'égalité (81) avec des marges égales à l'unité ou constants, l'utilité marginale de la consommation doit augmenter et donc la consommation des ménages doit chuter. Dans ce cas, l'augmentation de la production vient avant tout de l'effet de richesse négatif mis en avant par Baxter et King (1993) qui pousse les ménages à augmenter leur offre de travail en anticipant la hausse d'impôts futurs nécessaire pour financer le surcroît de dépenses publiques.

En revanche, si les marges sur les prix et les salaires varient de manière endogène, les résultats sont très différents. Dans le cas où salaires et prix sont rigides à court terme, on

60. Dans un modèle avec une dynamique de prix à la Calvo (1983), cela revient à dire que la probabilité pour un ménage de ne pas réoptimiser son salaire est nulle.

61. En concurrence parfaite sur le marché du travail, η tend vers l'infini et le salaire net d'impôt est alors égal au taux marginal de substitution entre travail et loisir.

déduit à partir des équations (79) et (80) que lorsque le taux marginal de substitution augmente à la suite d'une hausse de la consommation publique, ce sont les marges sur les salaires μ_t^w et les prix μ_t^p qui diminuent⁶². L'utilité marginale de la consommation n'est plus obligée d'augmenter fortement pour assurer l'égalité (81), donc la consommation diminue moins que dans le cadre néoclassique, et donc la production globale croît davantage. Les graphiques 12 et 13 en annexe confirment cet enchaînement. La production croît de manière instantanée de près de 1 point de pourcentage dans le modèle néokeynésien à la suite d'une augmentation de la consommation publique⁶³, contre 0,2 point dans le modèle néoclassique. La consommation privée, autour de -0,1 point dans le cadre néokeynésien, diminue trois fois moins. Néanmoins, la dynamique de la consommation due aux rigidités nominales n'explique pas à elle seule celle de la production.

À ces rigidités nominales, sont ajoutées dans le modèle néokeynésien trois rigidités réelles : des habitudes de consommation, des coûts d'ajustement à investir et des coûts de variation de l'utilisation du capital, dont les effets propres après un choc de consommation publique sont analysés dans le graphique 1. Ces rigidités ont été utilisées dans plusieurs modèles d'équilibre général pour rendre compte de faits stylisés, à la suite notamment d'un changement de politique monétaire, comme le rappellent les sections 2.2 et 2.3⁶⁴.

Les coûts d'ajustement à investir permettent de tempérer de manière importante la réponse négative de l'investissement dans le modèle néoclassique⁶⁵, qui passe de -0.6 point à -0.1 au moment du choc, et devient ainsi plus conforme aux estimations empiriques. Cette hypothèse seule conduit cependant à une réponse négative plus forte de la consommation, que les habitudes de consommation viennent lisser.

L'effet d'un taux variable d'utilisation du capital revêt une importance particulière dans l'analyse des réponses impulsionnelles, comme le notent déjà Christiano *et al.* (2005). L'incorporation d'un taux d'utilisation du capital conduit à l'augmentation de l'offre de capital après une relance par la consommation publique, qui atténue la forte hausse du coût du capital qui prévaudrait sinon. Cela adoucit l'augmentation des coûts marginaux, donc celle des prix⁶⁶. La variation du taux d'utilisation du capital a un coût, que les producteurs du bien d'équipement acceptent de payer pour augmenter l'utilisation du capital. Il est exprimé en unités de production et entre donc directement dans l'équation d'agrégation du marché des biens. Il explique ainsi pourquoi la production est légèrement supérieure à 1 après une relance par la consommation publique d'un point de production, comme le montre le graphique 1.

Cependant, les rigidités réelles seules ne permettent pas d'obtenir des salaires réels en hausse après une relance budgétaire par la consommation publique, contrairement à ce que montrent bon nombre d'études empiriques. Seul l'ajout de rigidités nominales leur assure un taux de croissance positif. Ainsi dans le modèle néokeynésien, l'augmentation de la demande de travail pour produire de nouveaux biens intermédiaires est plus rapide que celle de l'offre de travail pour compenser l'effet de richesse négatif⁶⁷.

62. Galí *et al.* (2007a) montrent empiriquement que l'écart d'inefficience, égal au produit des marges μ_t^w et μ_t^p , quoique modeste en moyenne, augmente lors des récessions et diminue quand la croissance est forte.

63. Elle croît même davantage, du fait du taux d'utilisation du capital, comme nous l'expliquons ensuite.

64. Burnside *et al.* (2004) sont les premiers à utiliser l'hypothèse d'habitudes de consommation et de coûts d'ajustement de l'investissement dans un cadre néoclassique pour reproduire la dynamique des grandes variables macroéconomiques après un choc de consommation publique. Les résultats présentés ici sont largement conformes aux leurs.

65. Cette réponse négative de l'investissement est déjà présente dans Baxter et King (1993) après un choc temporaire de consommation publique.

66. Si la perte de richesse réelle des ménages est plus faible, l'augmentation de l'offre de travail est *in fine* moins importante et les salaires ne sont donc que très légèrement à la baisse, toutes choses égales par ailleurs.

67. L'effet propre des rigidités réelles, responsable d'une partie de l'augmentation du volume du travail, cesse d'être important au bout de deux trimestres, alors que les heures de travail restent bien au-dessus des valeurs d'équilibre, comme le souligne le graphique 1.

La différence fondamentale entre les deux modèles tient au rôle de l'élasticité de l'offre de travail. Si celle-ci détermine au premier chef la réponse de la production après une relance dans Baxter et King (1993) et Burnside *et al.* (2004), elle ne joue qu'un rôle très restreint dans les modèles qui incorporent des rigidités sur les prix et les salaires. Ainsi à titre d'exemple, un triplement de cette élasticité (de 1/3 à 1) n'a pratiquement aucun effet sur la production dans un modèle néokeynésien, seuls les salaires augmentent un peu moins rapidement. Comme le souligne Woodford (2011), dans le cadre néokeynésien la production n'est plus déterminée seulement du côté de l'offre mais s'explique aussi par les effets des dépenses publiques sur la demande agrégée.

3.1.2 Modèle néokeynésien avec agents non ricardiens

La baisse de la consommation privée à la suite d'une augmentation de la consommation publique, plus faible dans le modèle néokeynésien standard que dans le modèle néoclassique, contredit toutefois les résultats de plusieurs études empiriques fondées sur des VAR structuraux⁶⁸. C'est une nouvelle raison, en plus de celle décrite précédemment portant sur l'horizon court d'une fraction d'agents qui n'épargnent pas, qui justifie l'ajout au modèle néokeynésien d'une fraction d'agents non ricardiens, selon la méthodologie de Galí *et al.* (2007b).

Les ménages non ricardiens ont la spécificité de consommer tout leur revenu courant, net d'impôts, selon la définition de Campbell et Mankiw (1989). La consommation totale correspond ainsi à la somme des consommations spécifiques aux ménages ricardiens et aux ménages non ricardiens, pondérées par leur part respective dans l'économie. Le ménage non ricardien bénéficie aussi de transferts spécifiques, d'un montant égal aux transferts vers le ménage ricardien. Les transferts envers les ménages non ricardiens viennent rompre l'équivalence ricardienne qui prévaut dans le modèle néokeynésien standard. La vitesse de la consolidation budgétaire importe désormais dans la dynamique des variables. On fixe alors ρ_{Tb} de manière à reproduire un sentier de dette publique similaire à celui du modèle néokeynésien standard pour permettre la comparaison des réponses impulsionnelles en fonction des modèles.

Les graphiques 12 et 13 (p.71 en annexe) attestent bien une augmentation de la consommation privée et de la production dans le modèle néokeynésien avec ménages non ricardiens. Cependant, cette fraction de ménage ne suffit pas en elle-même à expliquer cette dynamique. En effet, si les salaires étaient parfaitement flexibles, l'impact négatif sur les salaires d'une augmentation de l'offre de travail diminuerait la consommation des ménages non ricardiens. C'est bien la conjonction entre ménages non ricardiens et rigidité des salaires qui permet un impact plus important, comme le notent Galí *et al.* (2007b). L'augmentation de la consommation privée entraîne en second tour une hausse de la demande de travail et donc une progression des salaires réels plus forte que dans le modèle standard, au bout de deux ans (graphique 14).

Cette spécification du modèle, avec une fraction de ménages non ricardiens, diffère cependant de Galí *et al.* (2007b) et mérite une attention particulière. Dans notre modèle, les ménages non ricardiens ne font pas d'arbitrage entre consommation et loisir, et fixent leurs salaires à la moyenne des salaires des ménages ricardiens. Une telle spécification est privilégiée par Erceg *et al.* (2006) et d'autres par la suite tels Forni *et al.* (2009). Elle se distingue de

68. Parmi une littérature abondante, on peut citer Blanchard et Perotti (2002), Galí *et al.* (2007b) et Corsetti *et al.* (2012) pour les États-Unis, Fatás et Mihov (2001) pour les pays de l'OCDE et Beetsma et Giuliadori (2011) pour les pays de l'Union européenne, article sur lequel nous reviendrons. Une autre méthodologie, dans la lignée de Ramey et Shapiro (1998), identifie de manière narrative des chocs importants non-anticipés de dépenses militaires à l'occasion de guerres. Si la production et les heures de travail augmentent aussi après un choc de dépenses publiques, en revanche la consommation des ménages et les salaires réels diminuent (Edelberg *et al.*, 1999; Burnside *et al.*, 2004). Perotti (2007) montre néanmoins que si les épisodes identifiés de relance sont sans doute exogènes, ils ne peuvent constituer des événements normaux. On ne peut dès lors inférer sur cette base les effets de la politique budgétaire dans des circonstances normales.

Galí *et al.* (2007b) qui considèrent une économie dans laquelle les salaires sont établis par un syndicat représentatif qui maximise l'utilité moyenne pondérée des deux types de ménage (ricardiens et non ricardiens). La spécification retenue ici peut conduire à sous-évaluer l'impact inflationniste d'une augmentation de la demande de biens domestiques, par rapport à une offre de travail différenciée entre les deux types de ménages. Ainsi, l'effet de richesse négatif d'une augmentation de la consommation publique pour les ménages ricardiens les incite à augmenter leur offre de travail, pour compenser les pertes actualisées de revenu. Les ménages non ricardiens, qui n'effectuent pas de calcul intertemporel, réagissent pourtant en augmentant aussi leur offre de travail. Il en résulte une moindre augmentation des salaires que si les offres de travail entre les deux types de ménages étaient différenciées. Cependant, on a montré auparavant que l'effet de richesse à la suite d'une relance par la consommation publique était assez faible dans le modèle. Forni *et al.* (2009) soulignent d'ailleurs dans leur annexe que le choix de l'une ou l'autre spécification n'a que peu de conséquences sur les réponses impulsionnelles des différentes variables du modèle. En outre, une telle spécification assure que la part des salaires des ménages non ricardiens dans l'économie domestique est constante, ce qui permet de ne pas trop complexifier l'analyse.

3.1.3 Modèle néokeynésien en économie ouverte

Une augmentation de la consommation publique dans un modèle néokeynésien standard en économie ouverte a pour conséquence une appréciation du taux de change réel et une dégradation de la balance commerciale. Les exportations décroissent d'autant plus qu'au sein de l'économie domestique, la demande de travail augmente, les salaires croissent, et donc les coûts marginaux augmentent et se répercutent dans les prix à l'exportation. L'effet négatif sur la balance commerciale est cependant partiellement compensé par une diminution des importations dans la mesure où la consommation et l'investissement diminuent. Globalement, la position extérieure se dégrade quelque peu, dans des proportions bien moindres toutefois que l'augmentation de la dette publique. L'effet positif sur la production d'une relance budgétaire par la consommation publique n'est donc que légèrement atténué dans une modélisation de la zone euro en économie ouverte⁶⁹.

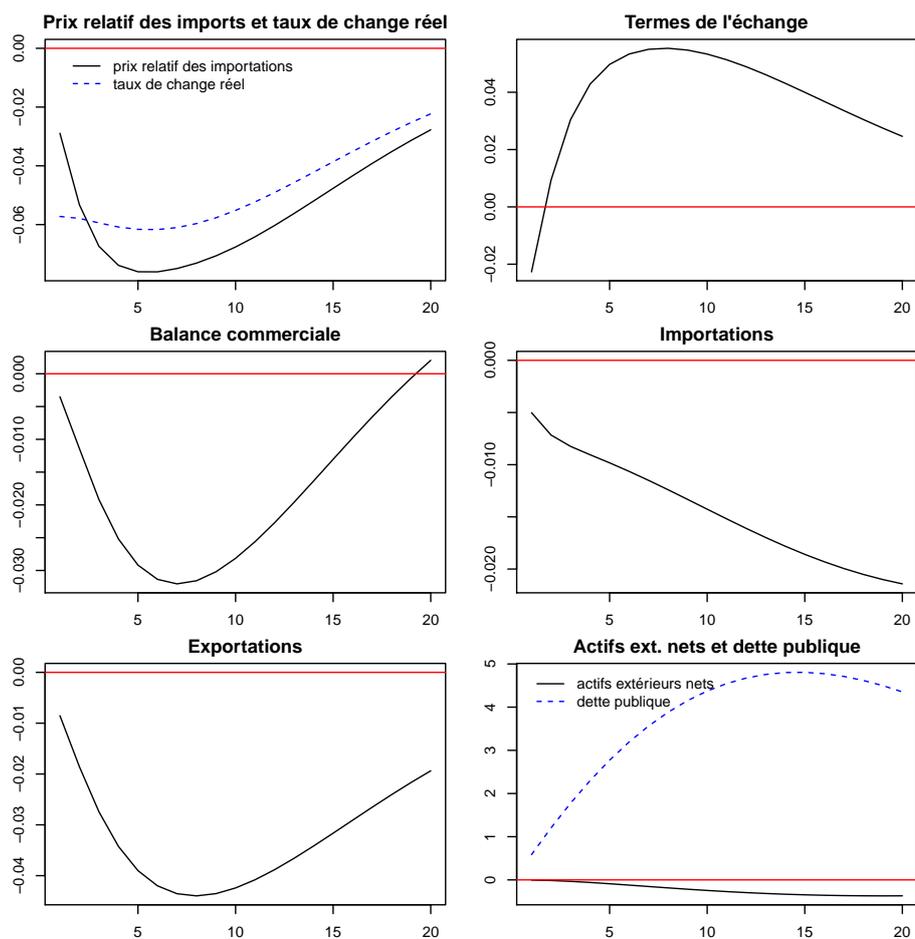
Le premier effet d'une augmentation de la consommation publique est la hausse de la demande de biens domestiques, dans la mesure où cette consommation est faite exclusivement de biens produits en zone euro. La croissance de l'inflation et de l'activité induit une augmentation du taux d'intérêt domestique et donc une appréciation du taux de change réel ($\frac{e x_t p_t^W}{p_t}$), illustrée par un mouvement à la baisse dans le graphique 2⁷⁰. Plusieurs estimations empiriques sur les pays de la zone euro attestent une appréciation du taux de change réel après une relance budgétaire par les dépenses publiques, comme Bénétrix et Lane (2009) et Beetsma et Giuliadori (2011)⁷¹. Selon Obstfeld (2001), les estimations de la persistance du taux de change réel dans des régimes de taux de change flottants après un choc suggèrent que

69. Cette section aborde la question des déficits jumeaux (comptablement, les déficits courants sont la somme des déficits privés et publics ; une augmentation des déficits publics conduirait donc à une dégradation du solde courant). Son traitement dépasse cependant largement les objectifs de ce papier. Pour une revue de littérature récente et des estimations empiriques, voir Abbas (2010).

70. Le taux de change est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère, et donc une diminution du taux de change équivaut à une appréciation de la monnaie domestique. D'après l'équation d'Euler pour l'épargne étrangère des ménages, on déduit qu'une baisse de la consommation privée, et donc une augmentation de leur utilité marginale, entraîne une baisse du taux de change réel.

71. La comparaison entre les résultats du modèle et ces estimations a des limites dans la mesure où les taux de change réels sont estimés pour chaque pays de la zone. Il n'est donc pas nécessaire que le taux de change de l'euro vis-à-vis du reste du monde suive le même mouvement. D'autres auteurs mettent en évidence une dépréciation, comme Monacelli et Perotti (2010) et Ravn *et al.* (2012). Ils travaillent cependant sur un échantillon de pays différents (Australie, Canada, Royaume-Uni et États-Unis). Nous revenons sur cette question dans le modèle complet.

FIGURE 2 – Réponses impulsionnelles dans un modèle néokeynésien en économie ouverte après un choc sur la consommation publique



Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre et, pour les prix, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. Les termes de l'échange correspondent au ratio entre le prix des exportations exprimé en monnaie domestique et le prix des importations. On considère le modèle néokeynésien similaire à Smets et Wouters (2003), auquel on ajoute des secteurs importateur et exportateur. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

les demi-vies d'une innovation sont entre 2 et 4.5 années. La demi-vie est ici d'environ 4 ans, ce qui est conforme aux estimations.

Ensuite, le lien entre le taux de change réel et le prix relatif des biens importés ($\frac{p_t^M}{p_t}$) peut être explicité en reprenant la condition du premier ordre du prix des biens importés, fixé par les entreprises importatrices. Dans le cas où les prix sont parfaitement flexibles, on a

$$mc_t^M = \frac{\varepsilon^M - 1}{\varepsilon^M}, \quad (82)$$

où ε_M est l'élasticité de substitution des biens importés et mc_t^M le coût marginal réel des importations, égal à $\frac{ex_t p_t^W}{p_t^M}$. Dans le modèle, les prix des importations sont imparfaitement flexibles, on peut alors relier le prix relatif des importations au taux de change réel

$$\frac{p_t^M}{p_t} = \mu_t^M \frac{ex_t p_t^W}{p_t}, \quad (83)$$

avec μ_t^M une marge qui varie dans le temps. De la même manière, on déduit de la condition de premier ordre des entreprises exportatrices, si les prix sont flexibles, que

$$mc_t^x = \frac{\varepsilon^x - 1}{\varepsilon^x}, \quad (84)$$

où ε^x est l'élasticité de substitution des biens exportés et mc_t^x le coût marginal réel des exportations, égal à $\frac{p_t}{ex_t p_t^x}$. Dans le modèle, les prix des exportations sont imparfaitement flexibles, et donc le prix des exportations, en monnaie domestique, se définit

$$ex_t p_t^x = \mu_t^x p_t, \quad (85)$$

avec μ_t^x une marge qui varie dans le temps.

Par hypothèse, les prix sont rigides dans la monnaie du consommateur, selon la spécification de *local currency pricing* de Betts et Devereux (1996)⁷². Cette hypothèse conduit à ce que les variations du taux de change ne se diffusent que progressivement sur les prix des importations et des exportations (graphique 2). La variation des marges permet d'obtenir un *pass-through* incomplet.

Ainsi, selon l'équation (83), la baisse du taux de change réel est absorbée par la hausse de μ^M . On voit effectivement (graphique 2) que $\frac{p_t^M}{p_t}$ diminue peu au cours des premiers trimestres qui suivent le choc. Au bout d'un an, le rapport du prix relatif des importations au taux de change réel redevient égal à la marge de long terme, $\varepsilon^M/(\varepsilon^M - 1)$, soit 1,2. Selon l'équation (85), la hausse du prix des biens domestiques est elle aussi absorbée, par une baisse cette fois de la marge μ_t^x . Les prix à l'exportation exprimés en monnaie domestique $ex_t p_t^x$ sont rigides à court terme. La marge retrouve sa valeur de long terme au bout d'un an et demi. On en déduit qu'après une relance par la consommation publique, les termes de l'échange, définis comme le ratio entre le prix des exportations exprimé en monnaie domestique et le prix des importations ($\frac{ex_t p_t^x}{p_t^M}$), augmentent.

Les changements de prix relatifs agissent à la hausse sur la demande d'importations et à la baisse sur la demande d'exportations (en volume), toutes choses égales par ailleurs, bien que la réponse à ces changements de prix soit modérée à court terme du fait des coûts d'ajustement à importer. La balance commerciale se détériore effectivement, pour se redresser ensuite (graphique 2). Cependant, il apparaît que l'effet positif sur les importations d'un changement

72. D'autres auteurs préfèrent spécifier une rigidité des prix dans la monnaie du producteur (Obstfeld et Rogoff, 2000). Adolfson *et al.* (2007) montrent néanmoins la pertinence de l'hypothèse de *local currency pricing* dans un modèle DSGE à partir d'une estimation bayésienne réalisée sur la zone euro.

de prix relatif est compensé par la baisse de la consommation privée et de l'investissement (graphiques 13 et 15). Les forts biais domestiques de la consommation et de l'investissement, pour la zone euro prise comme un ensemble, atténuent encore la dégradation de la balance commerciale⁷³.

Enfin, les actifs extérieurs nets de l'économie domestique diminuent d'environ 0,4% de la production (graphique 2), ce qui s'explique surtout par une augmentation des flux de capitaux entrants. Sachant que le pic d'augmentation de la dette publique est d'environ 4% de la production, on trouve une élasticité des actifs extérieurs nets à la dette publique de -0,1, soit le même ordre de grandeur que l'élasticité estimée par Lane et Milesi-Ferretti (2002), qui est de -0,125 pour les pays industrialisés entre 1970 et 1998.

3.1.4 Modèle néokeynésien avec ajustements budgétaires distorsifs

L'incorporation d'ajustements budgétaires distorsifs pour financer une relance par la consommation publique modifie substantiellement la dynamique des variables dans un modèle néokeynésien. Par rapport à un financement forfaitaire, la production est légèrement supérieure à court terme et inférieure dès trois ans. L'effet propre d'une consolidation par les dépenses entraîne une diminution plus rapide de la production à moyen terme, *via* une baisse de la demande de biens domestiques et donc de la demande de travail. Salaires, inflation et taux d'intérêt sont alors plus faibles. La consommation et l'investissement sont ainsi relativement plus élevés, y compris à court terme. Lorsque l'ajustement passe aussi par une augmentation des taxes, quoiqu'assez faible d'après la composition de l'ajustement calibrée dans le modèle, la production diminue davantage (au bout de trois ans), du fait d'une baisse relative de la consommation privée et de l'investissement. Les effets de substitution intratemporelle, à mesure que la dette publique et que les taxes augmentent, sont renforcés par des taux d'intérêt plus élevés, dus à des coûts marginaux de production plus élevés et donc une inflation plus élevée.

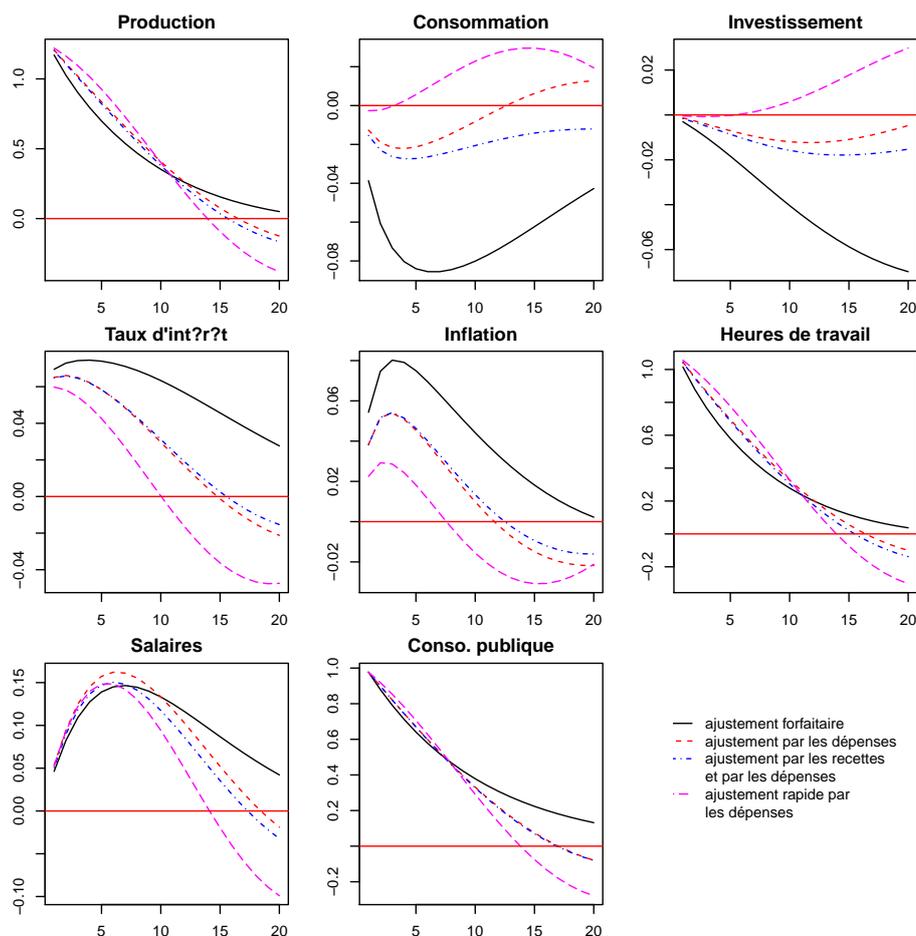
Dans un premier temps, on considère l'effet propre d'un ajustement par les seules dépenses après une relance par la consommation publique, de manière à comparer nos résultats à ceux mis en avant par Corsetti *et al.* (2012)⁷⁴. Comme l'atteste le graphique 3, l'ajustement par les dépenses entraîne une inflation moins élevée qu'un ajustement forfaitaire, donc une banque centrale qui réagit avec des taux d'intérêt nominaux plus faibles, et une consommation des ménages d'emblée plus élevée⁷⁵. Si ces résultats sont semblables à ceux de Corsetti *et al.* (2012), il faut noter cependant que la consommation privée diminue les trois premières années (graphique 3). Or, l'un des points majeurs des simulations de ces auteurs est de montrer qu'un ajustement par les dépenses publiques entraîne une réponse positive de la consommation après un choc de consommation publique, conformément à leurs estimations empiriques. L'avantage pour eux est d'expliquer ce fait stylisé sans avoir recours à l'hypothèse d'agents non ricardiens. La différence tient ici au fait que, si la consommation publique passe bien en-dessous de son trend de long terme à la suite de la relance, ce n'est, dans notre modèle, qu'au bout de 4 ans, soit deux ans plus tard que ces auteurs. En doublant la vitesse de consolidation par les seules dépenses (graphique 3), on retrouve bien des résultats très proches des auteurs, notamment

73. L'ajout de ménages non ricardiens dans le modèle complet entraîne une augmentation de la consommation privée au moment du choc et donc une augmentation des importations, ce qui viendra accentuer la dégradation de la balance commerciale.

74. On annule ici l'élasticité des recettes à l'écart de dette publique par rapport à sa cible. On rappelle que l'ajustement estimé en zone euro passe à 80% par une diminution des dépenses et à 20% par une augmentation des recettes.

75. Comme le remarquent Corsetti *et al.* (2012), les taux d'intérêt réels de long terme (définis comme le produit des taux courts anticipés) sont plus faibles. Donc d'après l'équation d'Euler exprimée sous forme récursive, des taux longs plus faibles augmentent immédiatement la consommation privée. À la différence de Baxter et King (1993), ce sont les effets de substitution intertemporels qui priment ici, et non les effets richesse.

FIGURE 3 – Réponses impulsionnelles en fonction du type d’ajustement budgétaire après un choc sur la consommation publique



Note : L’axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d’équilibre en points de pourcentage de la production d’équilibre, pour le salaire brut réel et les heures de travail, le taux de croissance par rapport aux valeurs d’équilibre en points de pourcentage, et pour le taux d’intérêt et l’inflation, les déviations annualisées par rapport aux valeurs d’équilibre en points de pourcentage. On considère soit le modèle standard similaire à Smets et Wouters (2003) où l’ajustement budgétaire se fait par une baisse des transferts forfaitaires, soit le modèle où seules les dépenses publiques s’ajustent, soit le modèle où les dépenses et les recettes publiques s’ajustent, soit le modèle où seules les dépenses publiques s’ajustent deux fois plus vite. L’axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d’équilibre.

une consommation privée qui réagit positivement sur toute la période. La forte sensibilité des résultats de Corsetti *et al.* (2012) à la vitesse de consolidation peut poser problème dans la mesure où ces derniers la considèrent comme donnée⁷⁶. De plus, la réponse positive de la consommation privée après une relance peut aussi être remise en cause dès lors qu'on ajoute une augmentation des taxes dans l'ajustement, même faiblement comme nous allons le montrer.

Le financement d'une relance budgétaire par des taxes distorsives est une question davantage étudiée dans la littérature, même si la plupart des analyses de politiques budgétaires en équilibre général conservent aujourd'hui encore l'hypothèse d'un financement forfaitaire. En outre, la plupart des articles qui incorporent un tel financement distorsif le font dans un cadre néoclassique⁷⁷. Il s'agit ici d'inclure une variété de taxes dans un modèle avec rigidités nominales.

L'ajout de taxes distorsives en réponse à l'augmentation de la dette publique conduit à une production plus faible à moyen terme, du fait notamment d'une consommation et d'un investissement plus faibles. Le premier effet d'une augmentation des taxes peut être appréhendé en réexprimant l'équation (81), sans habitudes de consommation

$$\frac{1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh}}{(1 + \tau_t^{wf})(1 + \tau_t^c)} \Pi_t = \mu_t^w \mu_t^p (l_t^d)^\psi \tilde{c}_t. \quad (86)$$

Toutes choses égales par ailleurs, une augmentation des taux d'imposition crée deux types d'effet : d'une part, un effet intratemporel induit une réduction de l'offre de travail et de la consommation au temps t ; d'autre part, puisque ces taxes augmentent à mesure que la dette publique s'accumule, un effet intertemporel amène les ménages à travailler et consommer durant les périodes où les taxes sont plus faibles. Seul l'effet intertemporel joue à court terme, quoiqu'assez faiblement, avec une offre de travail qui s'accroît et des salaires qui baissent, phénomène renforcé par un effet de richesse négatif sur les ménages. À mesure que les taxes augmentent, l'effet intratemporel domine dans la réponse de la consommation, renforcé par des taux d'intérêt plus élevés du fait d'une hausse des coûts marginaux de production et de l'inflation. Si l'offre de travail diminue, les salaires sont cependant plus faibles dans la mesure où la demande de travail elle-même diminue, du fait d'une plus faible demande de biens domestiques⁷⁸. Finalement, l'effet négatif sur la consommation privée et l'investissement dû à l'augmentation des taxes à moyen terme ne compense pas l'effet positif de la diminution des dépenses. Comme l'indiquent les graphiques 13 et 15, consommation et investissement restent ainsi plus élevés (ils diminuent moins), dans le modèle avec ajustements distorsifs que dans le modèle avec ajustements forfaitaires.

3.1.5 Modèle complet

L'incorporation, dans un même modèle néokeynésien, de ménages non ricardiens, de secteurs importateurs et exportateurs et d'ajustements budgétaires distorsifs donne lieu à des dynamiques globalement similaires à celles étudiées séparément. Il faut noter toutefois que le poids de ces différents blocs dans l'évolution des variables se modifie dans le temps, ce

76. Ils précisent qu'elle est dans l'intervalle [-0.04,0.03] estimé par Galí et Perotti (2003).

77. On peut citer notamment Baxter et King (1993), McGrattan (1994), Ohanian (1997) et Burnside *et al.* (2004). Forni *et al.* (2009) et Drautzburg et Uhlig (2011) intègrent de telles distorsions dans un modèle similaire à Smets et Wouters (2003).

78. Ces résultats sont similaires dans leur signe, sinon dans leur ampleur, à ceux de Baxter et King (1993), qui montrent que lorsque les ajustements budgétaires sont distorsifs, les effets de substitution dominent les effets de richesse, et le volume de travail diminue. Burnside *et al.* (2004) montrent en outre que lorsque les taxes sur les revenus des facteurs de production augmentent, l'effet de substitution intratemporelle domine progressivement l'effet intertemporel. La primauté du premier est d'autant plus forte ici que l'élasticité de Frisch sur l'offre de travail est plus faible que dans leur modèle.

que les graphiques 12 à 15 (p.71 à 74 en annexe) permettent d'appréhender. À court terme, l'introduction de ménages non ricardiens augmente ainsi la réponse de la production dans le modèle complet par rapport au modèle néokeynésien standard. À moyen terme en revanche, les ajustements distorsifs dominent la dynamique et la production est plus faible. Après avoir comparé les réponses impulsionnelles du modèle aux estimations empiriques, nous mettons l'accent sur deux points qui ont récemment fait l'objet de débats : la dynamique du taux de change réel et celle de la dette publique après une relance budgétaire par la consommation publique.

Les réponses impulsionnelles du modèle complet, présentées dans le graphique 16 (p.75 en annexe), sont dans l'ensemble proches des estimations empiriques fondées sur des VAR structurels. Nous prenons ici comme référence Beetsma et Giuliodori (2011), qui estiment un VAR structurel en panel sur un échantillon de 14 pays européens entre 1970 et 2004. Selon les auteurs, l'impact d'une augmentation des dépenses publiques d'un point de PIB augmente la production de 1,2% au moment de l'impact, et de 1,5% au bout d'un an. On retrouve un effet proche dans le modèle où la relance par la consommation publique d'un point de la production d'équilibre augmente la production de 1,4%. En outre, la consommation privée, qui augmente selon Beetsma et Giuliodori (2011), augmente aussi dans le modèle, quoique plus faiblement⁷⁹. Les importations de biens augmentent et les exportations diminuent selon leurs estimations empiriques, la balance commerciale est donc déficitaire. Ces dynamiques se retrouvent toutes dans les réponses impulsionnelles du modèle, même si le solde se dégrade moins dans nos simulations. Au-delà de trois ans cependant, les importations passent en dessous de leur valeur d'équilibre et les exportations au dessus.

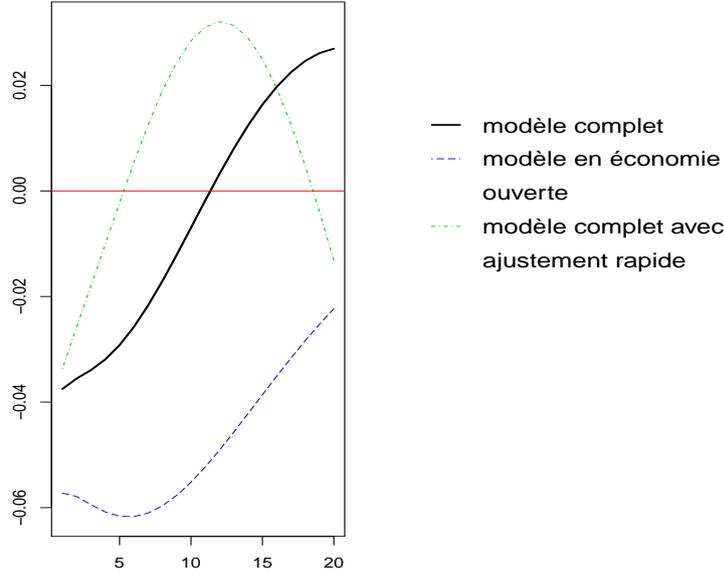
Le taux de change réel, dont la dynamique après une relance budgétaire fait l'objet de controverses théoriques et empiriques, mérite examen. Bien que cette problématique ne soit pas directement l'objet de cette étude, deux résultats au moins doivent être mis en avant. Premièrement, l'ambiguïté des estimations empiriques pour conclure sur l'appréciation ou la dépréciation du taux de change réel est prégnante ici, avec un taux de change réel qui s'apprécie à court terme et se déprécie dès deux ans et demie. En effet, dans le modèle complet, la consommation des ménages ricardiens décroît plus faiblement que dans le modèle keynésien standard, donc le ratio entre l'utilité marginale de la consommation en $t+1$ et celle en t croît moins vite. Par conséquent, le taux de change réel s'apprécie moins au moment du choc (il décroît moins vite), et se déprécie même ensuite⁸⁰.

Deuxièmement, la mise en avant par Corsetti *et al.* (2012) d'une dépréciation du taux de change réel après un choc positif de consommation publique dépend, là encore, de la vitesse de consolidation. Ces derniers montrent en effet que l'incorporation d'ajustements budgétaires par les dépenses publiques permet d'obtenir non seulement une réponse positive de la consommation privée *via* la baisse des taux d'intérêt réels, mais aussi une dépréciation du taux de change réel, toujours selon le même canal. Nous avons montré dans la section précédente que la réponse positive de la consommation privée n'était possible dans notre modèle qu'à condition de doubler la vitesse de la consolidation budgétaire. Ce résultat est valide ici aussi : la dépréciation du taux de change réel est présente à court terme dans notre modèle uniquement lorsque l'ajustement est au moins deux fois plus rapide (graphique 4). L'enchaînement qui prévaut est le même : la consommation publique passe rapidement en dessous de son trend stationnaire, d'où une chute de la production et de la demande de travail, une baisse des salaires, de l'inflation et des taux d'intérêt réels. Une autre manière de le comprendre est de revenir à l'équation d'Euler : une hausse de la consommation privée, lors d'un ajustement rapide, conduit à une décroissance de l'utilité marginale de la consommation

79. Selon Beetsma et Giuliodori (2011), la consommation augmente de plus de 0,5% au moment de l'impact alors qu'elle augmente de moitié dans le modèle.

80. Nous traitons de la consommation des ménages ricardiens car la dynamique du taux de change est gouvernée par les seuls ménages qui optimisent leur consommation.

FIGURE 4 – Réponses impulsionnelles du taux de change réel en fonction du modèle après un choc sur la consommation publique



Note : L'axe des ordonnées désigne la déviation du taux de change réel par rapport à sa valeur d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. On considère soit le modèle néokeynésien en économie ouverte, soit le modèle complet (avec ménages non ricardiens et ajustements budgétaires distorsifs), soit le modèle complet avec ajustements budgétaires deux fois plus rapides. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

et donc à une augmentation du taux de change réel, autrement dit à une dépréciation de la monnaie domestique.

Un autre débat important, ravivé par les articles récents de Denes *et al.* (2013) et De-Long et Summers (2012), est celui d'un possible autofinancement de la relance budgétaire. On montre à partir du modèle complet qu'un supplément temporaire de consommation publique se finance automatiquement les 5 premiers trimestres suivant le choc. En effet, comme l'indique le graphique 5, la dette publique, mesurée en part de production effective, n'est supérieure à la dette d'équilibre qu'un an et demi après le choc. Pour comprendre cet autofinancement, il faut reprendre la contrainte budgétaire de l'État. Au moment du choc (en $t = 1$), seule la consommation publique change, parmi tous les instruments budgétaires, avec pour effet une augmentation immédiate de la production⁸¹. En notant

$$\Delta y_t^d = \mu \Delta g_t^c, \quad (87)$$

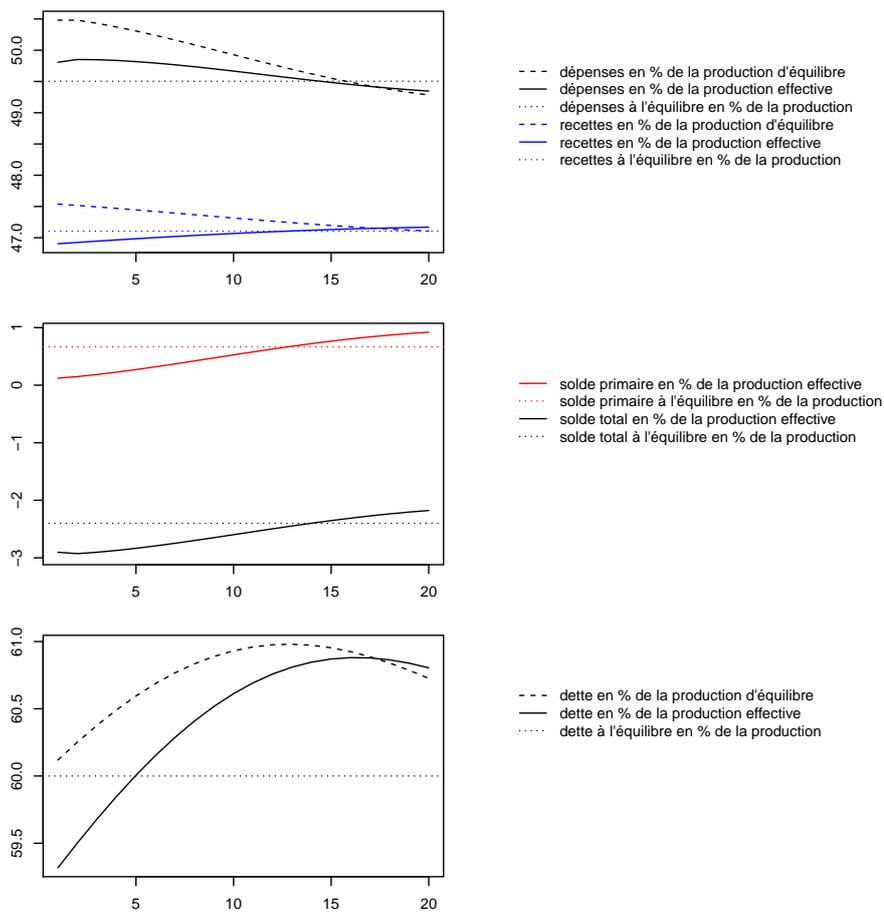
où Δ est l'opérateur différence, le multiplicateur instantané μ est égal à 1,38. Si les différents taux de taxation ne sont pas modifiés au moment du choc, les bases en revanche augmentent. En notant

$$\Delta rev_t = \tau \Delta y_t^d, \quad (88)$$

où Δrev_t correspond aux recettes supplémentaires pour l'État, l'élasticité des recettes à la production supplémentaire τ est égale à 0,32.

81. Les dépenses publiques par rapport à la production d'équilibre augmentent bien d'un point de pourcentage, même si par rapport à la production effective, elles augmentent nettement moins (graphique 5).

FIGURE 5 – Dépenses, recettes, solde budgétaire et dette publique dans le modèle complet après un choc sur la consommation publique



Note : L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Chaque choc est égal à 1% de la production d'équilibre.

À partir des équations (87) et (88), on déduit une variation du solde primaire sp_t

$$\Delta sp_t = -(1 - \mu\tau)\Delta g_t^c. \quad (89)$$

On en déduit qu’une augmentation de 1 euro de la consommation publique dégrade le solde primaire de 56 centimes en $t = 1$.

Pour appréhender la dynamique globale de la dette publique en $t = 1$, il faut retrancher au solde primaire le service de la dette publique, composé du remboursement du capital emprunté la période précédente ainsi que des charges d’intérêt sur cette dette. La différence entre le service de la dette à l’équilibre et celui en $t = 1$ tient à l’inflation et la croissance, qui agissent négativement. Le taux d’intérêt nominal qui détermine les charges d’intérêt est celui de la période précédente. Comme l’inflation et la croissance augmentent, sans que les taux nominaux bougent, les charges d’intérêt sur la dette publique vont nécessairement décroître, atténuant donc la dégradation du solde total par rapport à celle du solde primaire (graphique 5). Le remboursement en t du capital emprunté en $t - 1$ est par ailleurs moins coûteux du fait de la croissance de la production et de l’inflation en t , même si cet effet est de deuxième ordre dans le modèle. *In fine*, l’augmentation du volume de dette publique est plus que compensé par celle de la production, et le ratio b_t/y_t^d diminue en $t = 1$, à 59,3% de la production effective.

3.2 Impact et transmission dans l’économie des autres types de relance budgétaire en fonction du modèle

3.2.1 Impact d’une augmentation des autres dépenses publiques

Une augmentation temporaire des dépenses publiques d’investissement joue un rôle assez similaire sur la production, à court terme, à celle de la consommation publique. Mais en plus d’augmenter la demande, elle a aussi un effet positif sur l’offre en augmentant la productivité marginale des facteurs. Plus précisément, l’investissement public influence de deux manières les coûts marginaux de production (Straub et Tchakarov, 2007). D’un côté, la demande accrue de main d’oeuvre entraîne une hausse des salaires et donc des coûts marginaux de production. D’un autre côté, ces coûts vont moins augmenter, à demande supplémentaire donnée, car l’investissement public entre négativement dans l’équation des coûts marginaux. C’est la raison pour laquelle l’inflation, et donc les taux d’intérêt nominaux, croissent moins après un choc d’investissement public qu’après un choc de consommation publique. Étant donné la relation négative entre le taux d’intérêt réel et la croissance de la consommation, la moindre augmentation des taux d’intérêt par rapport à une relance par la consommation publique conduit *in fine* à une consommation privée durablement plus forte.

L’augmentation des transferts forfaitaires n’a, quant à elle, pas d’impact, tant dans les modèles néoclassique et néokeynésien standard qu’en économie ouverte, dans la mesure où l’équivalence ricardienne prévaut. Dans le modèle avec agents non ricardiens, le supplément de croissance de la production par rapport au modèle keynésien standard est dû pour l’essentiel à la fraction des transferts vers les ménages non ricardiens qui la consomment immédiatement. S’ajoute une hausse de la demande de travail, et donc des salaires réels, qui vient renforcer la croissance de la production. Dans le modèle complet, ces effets positifs sur la production sont dominés au bout de deux ans par les effets des ajustements budgétaires distorsifs. Ainsi, des transferts publics plus faibles diminuent la demande de travail et les salaires baissent. Le recul de la production est amplifié par l’effet de substitution intratemporelle de la hausse des taux d’imposition, que la baisse des taux d’intérêt ne compense pas.

L’augmentation des transferts ciblés vers les ménages non ricardiens se traduit quasi intégralement dans celle de la consommation, et donc de la production⁸². La baisse de la

82. L’augmentation du prix relatif des biens de consommation, plus importante que pour les autres types de

consommation des ménages non ricardiens est faible dans la mesure où la hausse de la demande de travail augmente les salaires réels. Les actifs extérieurs nets diminuent assez fortement car les importations augmentent. L'effet sur la production est durable et cette dernière retourne à sa valeur d'équilibre au bout de quatre ans.

3.2.2 Impact d'une diminution des recettes publiques

L'utilisation des taxes comme instrument de relance budgétaire dans un cadre d'équilibre général a été peu étudiée⁸³. Les résultats avancés ici soulignent notamment une forte hétérogénéité des réponses impulsionnelles selon le type de taxes utilisé.

À la suite d'une baisse temporaire des taxes sur la consommation, la consommation privée augmente de manière importante dans le modèle néokeynésien standard, comme le met en évidence l'équation (86)⁸⁴. Cette diminution joue un rôle assez similaire à l'augmentation de la consommation publique. La différence tient au fait qu'on applique à la hausse de la production un facteur inférieur à l'unité car les ménages épargnent une partie des ressources supplémentaires. L'effet sur la production est renforcé dans le modèle avec ménages non ricardiens, ces derniers n'épargnant pas le supplément que procure la baisse de la taxe. La demande supplémentaire de biens domestiques augmente en second tour la demande de travail, et donc les salaires. L'effet sur la production est en revanche plus faible dans le modèle néokeynésien en économie ouverte.

La relance budgétaire par une diminution des impôts sur les revenus du capital augmente à court terme la production dans un modèle néokeynésien, *via* l'augmentation de l'investissement⁸⁵. La hausse de la demande de biens d'investissement entraîne celle de la demande de travail. Les actifs extérieurs nets sont en outre durablement plus élevés avec une augmentation des exportations, dans la mesure où le prix des biens domestiques est relativement plus faible que celui des biens étrangers. Au bout de deux ans cependant, les effets sur la production deviennent négatifs, du fait principalement des ajustements budgétaires distorsifs. L'augmentation de la production à court terme n'est pas suffisamment importante, par rapport à une relance par la consommation publique par exemple, pour contrecarrer les effets récessifs de moindres dépenses et d'augmentation des autres impôts. La demande de travail chute, les salaires aussi, ce qui vient diminuer la consommation des ménages non ricardiens. La baisse des coûts de production et des taux d'intérêt ne parvient pas à compenser cette dynamique.

La diminution des cotisations sociales employeurs dans un modèle néokeynésien suit la même logique que celle des taxes sur les revenus du capital⁸⁶. La différence principale tient à la diminution, à très court terme uniquement, de la production. Cette diminution est due à la progression de la demande de travail induite par la baisse de ces cotisations, qui entraîne une forte baisse de la demande en capital, relativement plus cher. Le taux d'utilisation du capital diminue donc au moment du choc. Or, la variation du taux d'utilisation est coûteuse

relance, explique que l'augmentation des transferts ciblés ne se retrouve pas intégralement dans l'augmentation de la consommation privée.

83. Forni *et al.* (2009) sont parmi les premiers à comparer les effets des différents instruments budgétaires dans un cadre DSGE, qu'ils appliquent à la zone euro, en économie fermée. Ils n'incluent pas cependant dans leur analyse l'investissement public, les différentes cotisations sociales ou les transferts ciblés vers les ménages non ricardiens.

84. Dans le modèle néoclassique, la faible augmentation à court terme est due à l'effet de substitution intertemporelle, selon lequel la consommation est relativement moins chère au moment du choc. On fait l'hypothèse que la taxe sur la consommation n'est pas intégrée par les entreprises dans la fixation de leurs prix.

85. Le canal est le même dans le modèle néoclassique, même si dans ce dernier la réponse de l'investissement est beaucoup plus importante, du fait de l'absence de rigidités réelles (coûts d'ajustements à investir, habitudes de consommation) et nominales.

86. Dans le modèle néoclassique, cette baisse permet l'augmentation des salaires et de l'offre de travail, donc celle de l'investissement (la productivité marginale du capital augmente) et de la consommation privée (effet de richesse positif).

pour l'économie, comme l'indique l'équation d'agrégation sur le marché des biens⁸⁷. L'augmentation de la consommation des ménages ricardiens, *via* celle des profits des entreprises qu'ils détiennent, et de la consommation des ménages non ricardiens, *via* l'augmentation des salaires réels, s'ajoute à la hausse progressive de l'investissement⁸⁸ et compense rapidement ce premier effet. Les actifs extérieurs nets augmentent. De la même manière que pour les impôts sur les revenus du capital, l'augmentation de la production n'est cependant pas suffisante pour contrecarrer les effets des ajustements budgétaires distorsifs, et la production passe en dessous de sa valeur d'équilibre dès trois ans.

Les effets d'une baisse des cotisations sociales employés, proches de ceux d'une diminution des cotisations sociales employeurs dans un modèle néoclassique, sont en revanche assez différents dans un modèle néokeynésien, *a fortiori* quand ce dernier intègre des ménages non ricardiens et des ajustements budgétaires distorsifs. L'effet majeur tient ici au fait que la consommation des ménages non ricardiens va d'emblée augmenter. L'augmentation de la demande de travail accroît relativement les salaires réels⁸⁹. Cet effet positif est renforcé par la diminution des coûts de production, de l'inflation et des taux d'intérêt, et une augmentation de l'investissement. Au bout de trois ans cependant, la contraction des dépenses publiques et la hausse des taux d'imposition font passer la production en dessous de sa valeur d'équilibre.

4 Multiplicateurs budgétaires en fonction du modèle et du type d'ajustement

L'influence d'une relance budgétaire sur la production peut aussi être appréhendée à travers la vision synthétique du multiplicateur budgétaire, que cette section propose tout d'abord de définir et de calculer pour chaque type de relance et chaque modèle. Il apparaît alors que l'incorporation d'ajustements budgétaires distorsifs dans le modèle détermine de façon importante l'ampleur du multiplicateur. C'est pourquoi on analyse la sensibilité des résultats à une variation des principaux paramètres qui gouvernent la dynamique des ajustements.

4.1 Définition du multiplicateur budgétaire

Le multiplicateur budgétaire mesure l'efficacité d'une relance budgétaire à partir du ratio entre le surplus de production qu'elle permet et l'ampleur du stimulus. En cas de choc sur une ou deux périodes uniquement, il est usuel de calculer un multiplicateur instantané, dans la mesure où les effets sur la production se limitent à la période de stimulus. Cependant, la variable budgétaire peut revenir plus lentement à son niveau initial, voire être modifiée de manière permanente. Dans ce cas, Uhlig (2010) suggère d'adapter le multiplicateur en calculant le ratio entre la somme actualisée des surplus de production et la somme actualisée du stimulus budgétaire

$$\frac{\sum_{i=0}^k \left(\prod_{j=0}^i r_{t+j}^{-1} \right) \Delta y_{t+i}^d}{\sum_{i=0}^k \left(\prod_{j=0}^i r_{t+j}^{-1} \right) \Delta X_{t+i}}, \quad (90)$$

87. Coenen *et al.* (2012) n'étudient pas directement les cotisations sociales employeurs, mais soulignent néanmoins leur fort impact déflationniste. Il est d'ailleurs bien plus fort que celui des cotisations sociales employés car il réduit immédiatement les coûts marginaux de production des entreprises, alors que la baisse des cotisations sociales employés se diffusent progressivement aux coûts de production par l'augmentation de l'offre de travail.

88. L'investissement est d'autant plus rentable que le stock de capital est plus faible et que le volume de travail est plus important.

89. Les salaires présentés dans les graphiques sont bruts. La baisse des cotisations sociales employés devrait donc les amener à diminuer. Cette baisse est cependant minime comme l'indique le graphique 14 car elle est compensée à court terme par l'augmentation de la demande de travail qui agit positivement sur les salaires.

pour différents horizons k , X désignant l'une des dépenses publiques ou l'un des produits des taxes⁹⁰.

Nous retenons dans l'analyse des résultats cette dernière forme de multiplicateur. Tout d'abord, il est toujours possible d'obtenir le multiplicateur instantané pour $k = 1$. Ensuite, ce type de multiplicateur est particulièrement utile pour l'analyse à moyen terme des politiques de consolidation à la suite d'une relance. Enfin, cela permet de comparer facilement nos résultats à ceux d'autres travaux récents qui utilisent cette même méthodologie d'évaluation.

Cependant, cette mesure n'est pas parfaite. Avec un tel outil, Uhlig (2010) peut certes mettre en avant les effets pervers sur la production d'une consolidation budgétaire *via* une hausse des taxes sur les revenus du travail, et donc un multiplicateur de long terme négatif. Mais lors d'épisodes de forte récession, le principal objectif peut être de maximiser le niveau de production. Dans ce cas, il importe avant tout que les multiplicateurs soient positifs les premières années (Coenen *et al.*, 2012)⁹¹. De plus, la sélection de l'horizon d'actualisation du multiplicateur budgétaire modifie parfois substantiellement sa valeur. Afin d'éviter l'arbitraire de cette sélection et d'appréhender la dynamique du multiplicateur en fonction de l'horizon, nous calculons tous les multiplicateurs actualisés, à partir du choc jusqu'à 5 ans.

4.2 Multiplicateurs budgétaires en fonction du modèle

Le graphique 6 souligne la diversité des multiplicateurs, selon le type de relance et le modèle retenu. Dans le modèle complet, les relances les plus efficaces sont l'investissement public, la consommation publique, puis les transferts ciblés. Cette hiérarchie correspond à celle de Coenen *et al.* (2012). Le multiplicateur budgétaire de l'investissement public, supérieur à 1,4 quel que soit l'horizon considéré, est légèrement plus élevé que celui de la consommation publique, même si les deux sont du même ordre de grandeur. La proximité des effets de ces deux types de relance est mise en avant par Perotti (2004). Ce dernier compare empiriquement les multiplicateurs de la consommation et de l'investissement publics dans plusieurs pays de l'OCDE depuis 1960 et montre que l'un n'est pas supérieur à l'autre, concernant l'impact sur la production. Ces deux multiplicateurs conservent en outre une valeur remarquablement stable lorsque l'horizon d'actualisation s'élargit, à la différence des résultats de Drautzburg et Uhlig (2011)⁹².

Les multiplicateurs des recettes sont par ailleurs plus faibles que ceux des dépenses dans le modèle complet, quel que soit l'horizon d'actualisation. Parmi les différentes recettes, la taxe sur la consommation est celle dont la baisse permet la relance la plus efficace, même si le multiplicateur est inférieur à l'unité. Les deux multiplicateurs les plus faibles sont ceux relatifs à une baisse des taxes sur les revenus du capital et des cotisations sociales employeurs, qui sont mêmes négatifs à moyen terme. Ces deux taxes, qui ont en commun de favoriser l'offre de biens domestiques par la diminution des coûts de production, n'ont pas assez d'effet immédiat sur la production pour compenser les effets négatifs des ajustements budgétaires à moyen terme.

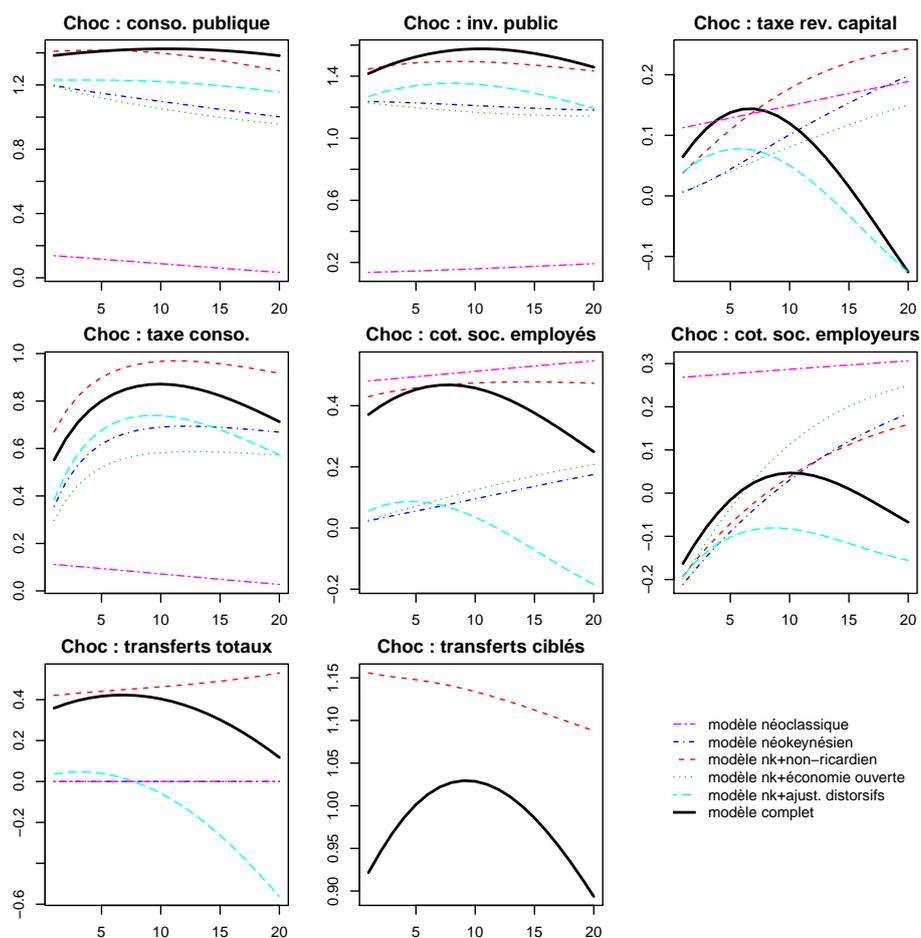
Si d'autres modèles mettent aussi en évidence la faiblesse des multiplicateurs des recettes par rapport à ceux des dépenses (Coenen *et al.*, 2012), la littérature empirique débat de leur

90. Afin de faciliter la lecture des graphiques qui suivent, on représente l'opposé des multiplicateurs dans le cas d'une relance par une baisse d'impôts. Coenen *et al.* (2012) n'actualisent pas les suppléments de production et de dépenses car ils ne considèrent des chocs que sur un temps très court (deux ans). Dans notre modèle, le taux d'escompte est égal au taux d'intérêt réel à l'équilibre. En outre, on considère au dénominateur les seules dépenses discrétionnaires, et non celles automatiques. Ce choix permet de comparer plus facilement d'une part l'efficacité des différents instruments budgétaires du modèle et, d'autre part, les résultats du modèle avec ceux de la plupart des articles qui retiennent une telle mesure du multiplicateur.

91. Nous revenons sur ce débat dans la section 4.4.

92. Comme nous le précisons dans la section 4.4, la différence avec Drautzburg et Uhlig (2011) tient notamment à la composition de l'ajustement, dans la mesure où ces auteurs imposent une augmentation des seules taxes sur les revenus du travail.

FIGURE 6 – Multiplicateurs actualisés des dépenses et recettes publiques en fonction du modèle



Note : Chaque graphique indique la valeur du multiplicateur (en ordonnées), actualisé selon différents horizons temporels (en abscisses, les trimestres), après un choc sur l'un des instruments budgétaires du modèle. Le modèle néoclassique est similaire à celui de Baxter et King (1993), le modèle néokeynésien à celui de Smets et Wouters (2003). On ajoute au modèle néokeynésien soit des ménages non ricardiens (nk+non ricardien), soit des échanges avec l'extérieur (nk+éco. ouverte), soit des ajustements budgétaires distorsifs (nk+ajust. distorsifs), soit les trois (complet). Chaque choc est égal à 1% de la production d'équilibre.

ampleur. D'un côté Blanchard et Perotti (2002), à partir d'un VAR structurel, estiment un multiplicateur des recettes aux États-Unis depuis 1945 inférieur à l'unité, très instable selon les sous-périodes, et de l'autre, Romer et Romer (2010) identifient de manière narrative des chocs fiscaux exogènes aux États-Unis depuis 1945, et trouvent un multiplicateur significativement plus élevé que l'unité et stable dans le temps⁹³. Sans trancher le débat, force est de constater que ces estimations empiriques sont généralement fondées sur une baisse des recettes, sans distinguer quelles taxes varient, tels Romer et Romer (2010). Or, les réponses impulsionnelles de notre modèle mettent en avant des dynamiques très différentes selon l'instrument budgétaire privilégié : différents multiplicateurs, selon ces instruments, pourraient expliquer en partie pourquoi les estimations empiriques aboutissent à des résultats parfois opposés si elles ne prennent pas en considération la composition des plans de relance.

En outre, la hiérarchie des instruments budgétaires selon leur efficacité à stimuler la production dépend de manière importante du modèle retenu. Les différences les plus nettes sont entre le modèle néoclassique et le modèle néokeynésien. Si dans le premier cas, à court et moyen terme, la baisse du coût du travail relance davantage la production que ne le fait l'augmentation des dépenses publiques, la hiérarchie s'inverse dès lors qu'on prend en considération des rigidités nominales et réelles. De plus, utiliser un modèle néokeynésien, auquel on ajoute seulement des ménages non ricardiens, augmente quasi systématiquement le multiplicateur par rapport au modèle néokeynésien standard. Un modèle néokeynésien en économie ouverte abaisse en revanche le multiplicateur par rapport au modèle néokeynésien standard⁹⁴, excepté pour une relance par la diminution des cotisations sociales, qui baisse le prix des biens produits en zone euro par rapport à ceux produits à l'étranger. Enfin, le multiplicateur en modèle complet est, à court terme, plus proche du modèle non ricardien, mais tend à moyen terme à être plus proche du modèle avec ajustements budgétaires distorsifs⁹⁵.

4.3 Multiplicateurs budgétaires en fonction de la persistance du choc

La première étude de sensibilité porte sur la persistance du choc de relance. Comme nous l'avons souligné en introduction, la littérature étudiant la politique budgétaire en équilibre général s'est intéressée de manière détournée à la vitesse des ajustements budgétaires, en examinant la persistance du choc de relance. Le principal avantage est d'introduire la question de la durée de la politique budgétaire, tout en conservant un modèle simple où l'équivalence ricardienne est maintenue. L'ampleur du multiplicateur paraît sensible à ce paramètre, comme le soulignent Leeper *et al.* (2011). Certains auteurs (Eggertsson, 2010; Woodford, 2011) montrent même que les divergences dans les évaluations des récents plans de relance sont dues principalement aux différentes hypothèses concernant leur persistance. Empiriquement cependant, une pluralité d'instruments sont mobilisés pour réduire le déficit public, parfois avant même que la relance ne soit terminée.

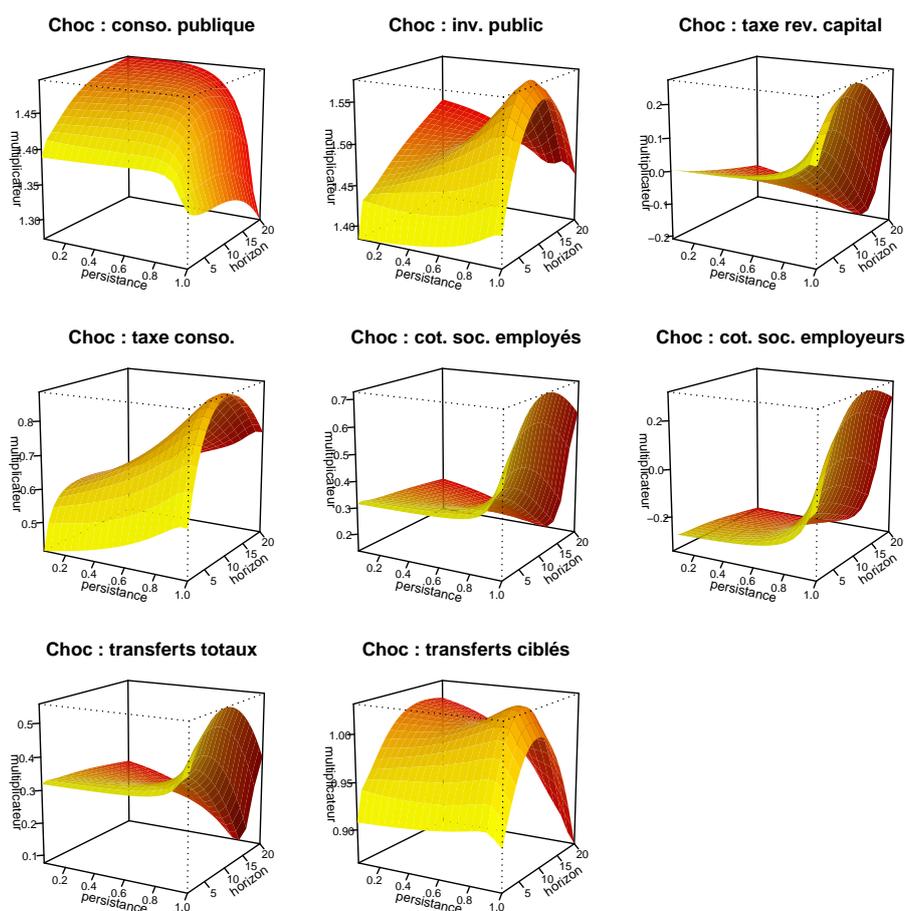
L'un des objectifs premiers de Baxter et King (1993) est de comparer les effets d'une augmentation permanente des dépenses publiques à une augmentation temporaire, dans un cadre où les ajustements sont forfaitaires. Ils montrent alors que l'impact positif sur la production est supérieur dans le premier cas. En effet, l'offre de travail réagit davantage, du fait d'un effet de richesse négatif plus important, qui augmente alors la productivité marginale du capital, et donc l'investissement. Cette hausse de l'investissement vient accroître encore l'offre

93. Une littérature abondante s'est développée sur ce sujet, qui dépasse largement le cadre de ce travail. Récemment, Favero et Giavazzi (2011) tentent de réconcilier les deux approches en incorporant les chocs identifiés par Romer et Romer (2010) dans un VAR similaire à celui utilisé par Blanchard et Perotti (2002) et montrent que le multiplicateur est inférieur à l'unité.

94. Beetsma et Giuliodori (2011) montrent qu'en restreignant leur échantillon aux pays européens les plus ouverts, les multiplicateurs budgétaires estimés sont plus faibles.

95. Drautzburg et Uhlig (2011) soulignent que les ajustements distorsifs n'influencent pas de manière significative les multiplicateurs de court terme.

FIGURE 7 – Multiplicateurs actualisés des dépenses et recettes publiques en fonction de la durée de la relance



Note : Chaque graphique indique, pour un choc sur l'un des instruments budgétaires du modèle, la valeur du multiplicateur (multiplicateur), actualisé pour différents horizons temporels (horizon, en trimestres), selon la persistance du choc (persistance). La persistance est définie par le paramètre autorégressif d'ordre 1 des variables budgétaires. Chaque choc est égal à 1% de la production d'équilibre.

de travail par un effet multiplicateur, d'autant plus important que l'élasticité de substitution intertemporelle de l'offre de travail est élevée. Ces résultats vont à l'encontre de deux études antérieures de Barro (1981) et Hall (1980). Pour ces derniers, un choc de consommation publique plus persistant vient limiter l'effet de substitution intertemporel des ménages. Or, cet effet est quantitativement supérieur à l'effet de richesse selon ces auteurs, donc l'impact sur la production est plus faible. C'est sur ce point qu'ils divergent de Aiyagari *et al.* (1992) et Baxter et King (1993), pour qui l'effet de richesse prime⁹⁶.

L'importance de la durée de la relance est aussi abordée par Eggertsson (2010) et Woodford (2011). Ils montrent ainsi que les divergences sur l'évaluation du plan de relance américain de 2009 entre Eggertsson (2010) et Cogan *et al.* (2010) tiennent moins à la spécification du modèle qu'à la durée de la relance simulée. L'ampleur du multiplicateur est selon Woodford (2011) une fonction décroissante de la probabilité de persistance de la relance, contrairement à Baxter et King (1993) ou Aiyagari *et al.* (1992). Il faut d'emblée remarquer que la définition même de la persistance diffère entre ces auteurs, dans la mesure où elle désigne chez Eggertsson (2010) et Woodford (2011) la durée du choc au-delà de la période de politique monétaire accommodante. Les canaux de transmission de la politique budgétaire dans un contexte de politique monétaire standard ne sont cependant pas si différents des leurs⁹⁷.

Selon Eggertsson (2010), l'effet récessif à court terme d'une augmentation de la consommation publique permanente tient essentiellement à la baisse de l'inflation qu'elle implique à l'équilibre. En effet, l'augmentation permanente de l'offre de travail et de la production conduisent à une inflation plus basse du fait de la forme d'engagement de l'autorité monétaire. Cela vient modifier les anticipations d'inflation y compris à court terme. Or, en situation de taux d'intérêt nul, une inflation positive permet une diminution des taux réels. Dans ce cadre la demande, fonction croissante de l'inflation, est plus faible que si le choc était transitoire. À cet effet modéré de la demande s'ajoute l'augmentation de l'offre qui, à court terme (la durée pendant laquelle la politique monétaire est accommodante), joue négativement sur la production. À court terme, le modèle calibré par Eggertsson (2010) montre que ces deux effets négatifs sur la production dominent les anticipations de l'effet positif à long terme des dépenses publiques supplémentaires sur la production.

On propose alors d'évaluer, à partir du modèle complet décrit précédemment, la sensibilité des multiplicateurs budgétaires actualisés à une variation du paramètre autorégressif des différents instruments budgétaires. Le graphique 7 en présente les résultats. Le premier est que le multiplicateur instantané est assez peu sensible à la variation de la persistance, quel que soit l'instrument de relance privilégié. Cela s'explique par la prédominance des effets de demande (de biens et de travail) en instantané. Le second point est que le multiplicateur de la consommation publique, à court terme et plus encore à moyen terme, décroît lorsque la

96. L'impact plus important d'un choc plus persistant est démontré formellement par Aiyagari *et al.* (1992) dans un modèle néoclassique où les utilités sont séparables et la consommation et le loisir ne sont pas des biens inférieurs. Plus précisément, un choc transitoire de consommation publique selon Barro (1981) affecte peu le revenu permanent des ménages. La consommation privée et la demande agrégée augmentent, pour une offre donnée. Le taux d'intérêt doit alors croître pour apurer le marché des biens, ce qui conduit à une hausse de l'offre de travail par effet de substitution intertemporel. En revanche, un choc permanent de consommation publique entraîne une baisse permanente de la richesse des ménages qui épargnent davantage. Le taux d'intérêt reste alors stable, tout comme l'investissement. L'augmentation de la consommation publique est donc partiellement compensée par une diminution de la consommation privée, sans que l'investissement ne soit modifié. Dans ce cas, le multiplicateur budgétaire est nécessairement inférieur à l'unité. Cependant, en tenant compte d'un effet de richesse non seulement sur la consommation mais aussi sur le loisir, comme le suggèrent Aiyagari *et al.* (1992), une telle conclusion ne tient plus. En effet, si le ratio capital sur travail à l'équilibre ne dépend pas de la consommation publique, un choc permanent de consommation publique, qui augmente le nombre d'heures travaillées, oblige le stock de capital, et donc l'investissement, à augmenter. Le multiplicateur budgétaire n'a dans ce cas plus de raison d'être nécessairement inférieur à l'unité, contrairement à Barro (1981).

97. La question de la taille du multiplicateur en fonction du degré d'accommodation de la politique monétaire est discutée plus avant dans le chapitre 3.

persistance du choc augmente. Ce résultat rappelle celui de Eggertsson (2010) et Woodford (2011), même si la simulation n'est pas identique comme nous l'avons déjà souligné. Comme pour ces auteurs, l'explication principale réside dans le comportement des taux d'intérêt, selon le mécanisme développé dans la section sur les ajustements budgétaires distorsifs. Une augmentation quasi permanente de la consommation publique signifie que la demande de biens domestiques reste durablement au-dessus de son trend stationnaire, donc la demande de travail aussi. Il s'ensuit que les salaires et l'inflation sont plus élevés. Les taux d'intérêt eux-mêmes augmentent alors, grévant la consommation et l'investissement y compris à court terme.

La relation négative entre l'ampleur du multiplicateur et la persistance du choc de relance est cependant spécifique à la consommation publique, et c'est là le troisième résultat. À la différence de la consommation publique, l'investissement public joue aussi négativement sur les coûts de production. Un tel choc, même très persistant, implique alors une quasi stabilité du multiplicateur à moyen terme car il modère l'inflation, et donc l'augmentation des taux d'intérêt. La plus grande persistance du choc de relance influence par ailleurs favorablement les multiplicateurs à moyen terme pour toutes les taxes, surtout celles portant sur les revenus des facteurs de production. On a vu que l'effet d'une baisse temporaire de ces taxes était positif sur la production dans un modèle keynésien standard, avec un multiplicateur actualisé qui croissait à mesure que l'horizon d'actualisation augmentait. Dans le graphique 6, la forme en cloche des multiplicateurs des taxes, à mesure que l'horizon d'actualisation s'élargit, tient bien à l'incorporation d'ajustements distorsifs. Le graphique 7 montre ainsi qu'une plus grande persistance de la relance permet une croissance de la production plus forte que celle des coûts.

En dépit de l'intérêt porté à la persistance du choc de relance budgétaire, force est de constater que la question de la consolidation porte non seulement sur un éventuel arrêt des soutiens mis en place durant la crise, mais aussi sur la diminution d'autres dépenses et l'augmentation d'autres recettes afin de respecter la contrainte budgétaire intertemporelle de l'État. Ainsi, alors que les mesures de relance budgétaire ne sont pas encore terminées, les ajustements budgétaires se mettent en place⁹⁸. Sous un angle empirique, la question de l'impact de la vitesse d'ajustement paraît alors plus pertinente que celle de la persistance du choc de relance, à laquelle notre modèle permet d'apporter plusieurs réponses.

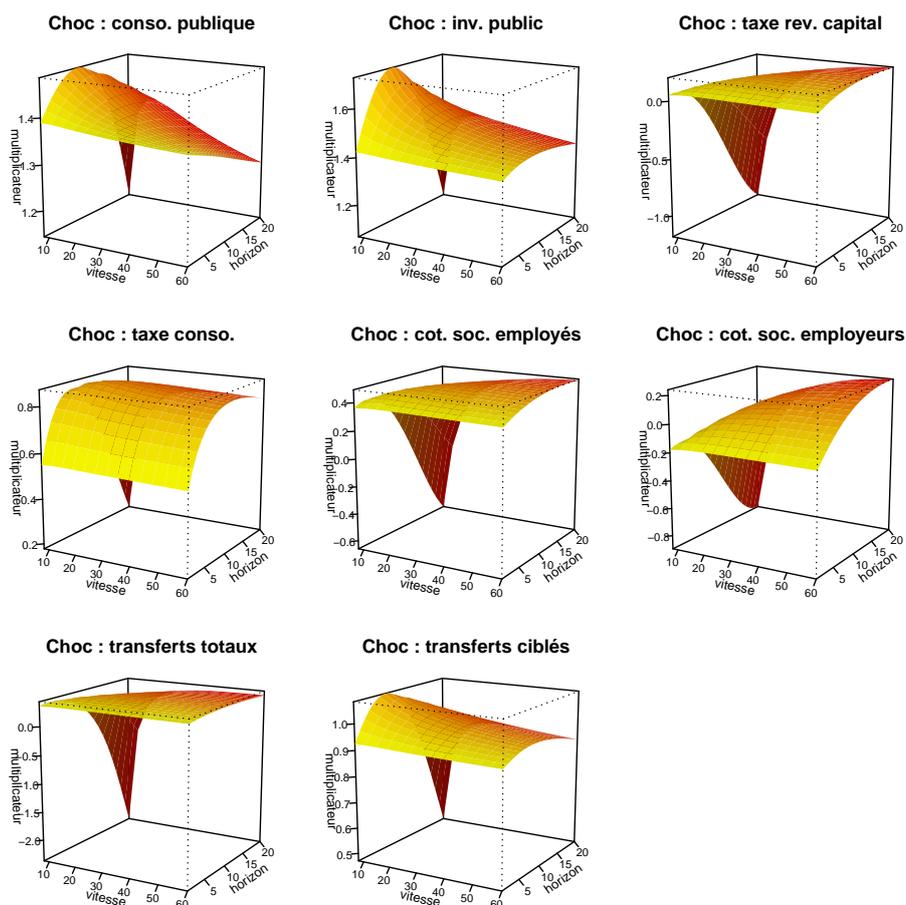
4.4 Multiplicateurs budgétaires en fonction de la vitesse et de la composition de l'ajustement

L'objectif de cette section est de déterminer en quoi la vitesse et la composition des ajustements budgétaires influencent la dynamique du multiplicateur à court et moyen terme. Comme nous l'avons souligné en introduction, cette question a été éludée dans la littérature étudiant les effets des politiques budgétaires en équilibre général, d'une part parce qu'on privilégiait le financement forfaitaire des dépenses publiques, d'autre part parce qu'on se focalisait sur la persistance du choc de relance. La question de la vitesse et de la composition des ajustements budgétaires a ainsi été traitée quasi exclusivement sous un angle empirique par Giavazzi et Pagano (1990), Alesina et Perotti (1996) ou encore Alesina et Ardagna (2010). Ces auteurs soulignent la possibilité d'une croissance de la consommation privée et de la production d'autant plus marquée que l'ajustement est rapide et passe par une baisse des dépenses. Leurs conclusions ont cependant été récemment critiquées par Guajardo *et al.* (2010, 2011), qui montrent un impact significativement négatif des ajustements sur la consommation privée et la production, même s'il est atténué lorsqu'une baisse des dépenses est privilégiée⁹⁹.

98. Si les mesures discrétionnaires de relance représentent 1,5 point de PIB dans l'Union européenne en 2009, celles de consolidation sont déjà à hauteur de 0,4 point de PIB, selon la Commission européenne (2011).

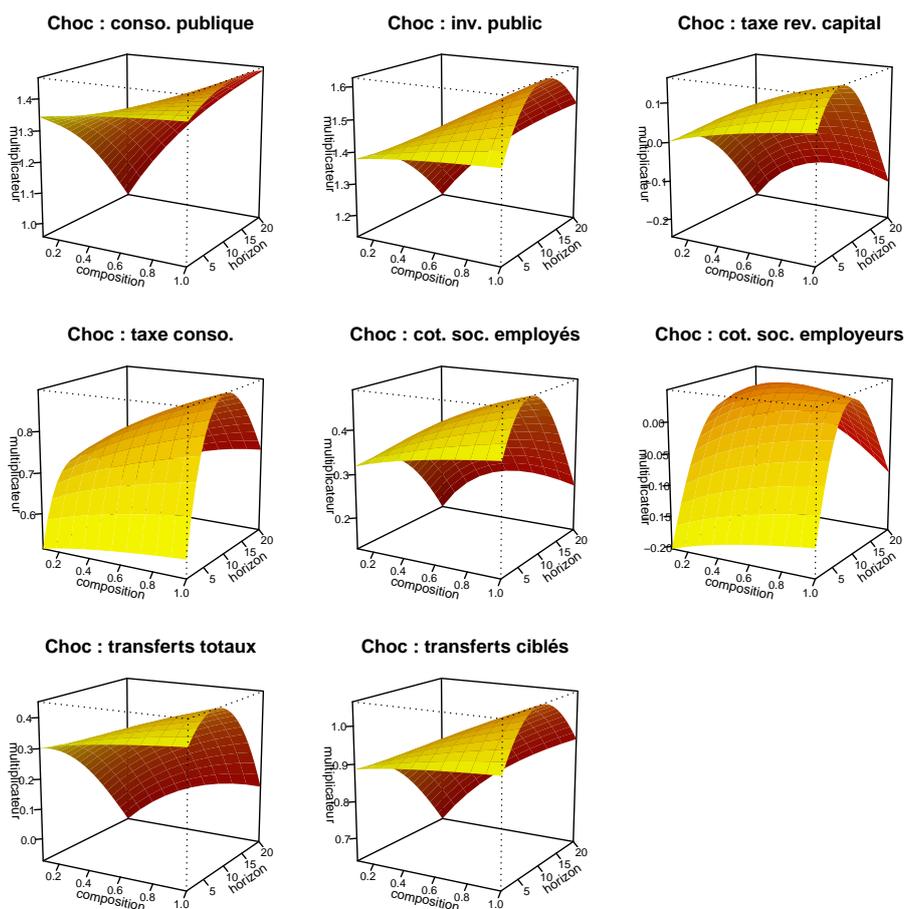
99. Ces derniers remettent en cause la méthodologie des auteurs précédents, fondée sur des soldes budgétaires corrigés du cycle. En effet, les variations du solde structurel incluent souvent des éléments qui ne relèvent pas de

FIGURE 8 – Multiplicateurs actualisés des dépenses et recettes publiques en fonction de la vitesse de l’ajustement



Note : Chaque graphique indique, pour un choc sur l’un des instruments budgétaires du modèle, la valeur du multiplicateur (multiplicateur), actualisé pour différents horizons temporels (horizon, en trimestres), selon la vitesse de l’ajustement (vitesse). La vitesse désigne sur le graphique le dénominateur de la fraction de l’écart de dette par rapport à l’équilibre résorbée en une année. Une vitesse égale à 20 sur le graphique signifie qu’un vingtième de l’écart de dette par rapport à l’équilibre est résorbé en une année. Chaque choc est égal à 1% de la production d’équilibre.

FIGURE 9 – Multiplicateurs actualisés des dépenses et recettes publiques en fonction de la part de la contraction des dépenses dans l’ajustement



Note : Chaque graphique indique, pour un choc sur l’un des instruments budgétaires du modèle, la valeur du multiplicateur (multiplicateur), actualisé pour différents horizons temporels (horizon, en trimestres), selon la composition de l’ajustement (composition). La composition de l’ajustement est définie par la part de la contraction des dépenses dans l’ajustement. Une composition égale à 0,8 sur le graphique signifie que 80% de l’amélioration du solde primaire passe par une diminution des dépenses (et donc 20% par une augmentation des recettes). Chaque choc est égal à 1% de la production d’équilibre.

Les résultats de nos simulations sont dans l'ensemble proches de ces dernières estimations, même si un ajustement plus équilibré entre recettes et dépenses se révèle parfois plus efficace.

Plusieurs résultats peuvent être mis en avant à partir du graphique 8, qui illustre la sensibilité du multiplicateur budgétaire à la vitesse de l'ajustement budgétaire, pour différents horizons d'actualisation et différents types de relance. Si le multiplicateur instantané est très peu sensible à la vitesse d'ajustement, le multiplicateur de moyen terme réagit davantage, de manière décroissante par rapport à la vitesse d'ajustement, pour chaque type de relance. Une vitesse rapide de l'ajustement budgétaire conduit ainsi à des multiplicateurs budgétaires à moyen terme très inférieurs aux multiplicateurs instantanés, quel que soit l'instrument de relance privilégié¹⁰⁰.

Plus précisément, la dynamique du multiplicateur en fonction de la vitesse de l'ajustement n'est pas la même selon le type de relance. Lorsque l'ajustement est rapide, les multiplicateurs de la consommation et de l'investissement publics, ainsi que celui des transferts ciblés, croissent dans un premier temps avec l'horizon d'actualisation (jusqu'à deux ans), avant de chuter. Lorsque l'ajustement est lent en revanche, les multiplicateurs sont beaucoup moins sensibles à une variation de l'horizon d'actualisation. Cette dynamique de court terme tient au comportement de la banque centrale, qui anticipe une chute de la production et de l'inflation à moyen terme, *via* notamment une baisse des dépenses publiques en dessous de leur valeur d'équilibre, et modère la hausse des taux d'intérêt. La consommation et l'investissement sont plus élevés à court terme, ce qui augmente la production. La baisse de la demande, avec des dépenses publiques rapidement inférieures à leur valeur d'équilibre, diminue ensuite la demande de travail et les salaires, avec un effet fortement négatif sur la production. Cependant, pour une baisse des cotisations sociales ou des taxes sur les revenus du capital, lorsque l'ajustement est rapide, il n'y a pas croissance du multiplicateur à court terme avec l'horizon d'actualisation. Cela s'explique par des effets sur la production plus lents à se diffuser, qui sont directement compensés par les mesures d'austérité si celles-ci sont rapidement mises en place. En revanche, si l'ajustement est suffisamment lent, le multiplicateur de ces trois types de taxes croît à mesure que l'horizon d'actualisation augmente¹⁰¹.

La variation de la composition de l'ajustement, tout comme celle de sa vitesse, n'influence que très modérément le multiplicateur instantané, mais davantage le multiplicateur de moyen terme comme l'illustre le graphique 9¹⁰². Pour la plupart des chocs de relance (hormis une baisse des taxes sur la consommation et des cotisations sociales employeurs), un ajustement qui passe uniquement par une augmentation des recettes entraîne une décroissance quasi continue du multiplicateur à mesure que l'horizon d'actualisation augmente. Cela tient, tout d'abord, à une baisse de la consommation, plus chère, et de l'investissement, moins rentable. La diminution de la demande de travail entraîne celle des salaires nets d'impôts. Les coûts

la politique de consolidation et la biaisent en faveur de la thèse des consolidations budgétaires expansionnistes (par exemple, une hausse sur le marché des actions augmente les gains en capital et améliore le solde structurel). En prenant appui sur la méthode narrative de Romer et Romer (2010), Guajardo *et al.* (2011) identifient alors, à partir de documents contemporains, 173 épisodes de consolidation (sur 17 pays de l'OCDE entre 1978 et 2009), motivés par le désir de réduire le déficit (et non de freiner la demande). Ces épisodes ne sont ainsi pas corrélés systématiquement à d'autres éléments déterminant la production à court terme.

100. L'ajustement est dit rapide si la fraction de l'écart de dette publique par rapport à la cible qui doit être réduite en une année est supérieure à celle fixée par les textes européens. Calibrée à un vingtième, cette fraction varie dans les simulations entre un huitième et un soixantième. Une vitesse plus rapide qu'un huitième n'assure pas la stabilité du modèle.

101. Il faut remarquer toutefois que les gains à moyen terme d'un ajustement plus lent sont concaves. Autrement dit, le gain marginal d'une diminution de la vitesse d'ajustement en termes de multiplicateurs à moyen terme est positif mais décroissant.

102. On ne rend pas compte de l'effet d'une modification de la structure des dépenses ou des recettes au cours de l'ajustement budgétaire, afin de ne pas complexifier l'exposé des résultats. De plus, la littérature empirique à laquelle nous nous référons distingue la composition de l'ajustement plutôt selon la part des recettes et des dépenses de manière globale.

de production augmentent cependant, donc l'inflation et les taux d'intérêt aussi. S'ajoute un effet de substitution intratemporelle de la part des ménages sur leur offre de travail, qui aboutit à un volume d'heures travaillées moins important¹⁰³.

La diminution du multiplicateur, à mesure que l'horizon d'actualisation augmente, est similaire à celle mise en avant par Drautzburg et Uhlig (2011), lorsque l'ajustement passe par les seules recettes. Cette dynamique se modifie cependant lorsque l'ajustement passe aussi par une diminution des dépenses. Dans plusieurs cas, une part plus élevée des dépenses dans l'ajustement permet un multiplicateur à moyen terme plus fort, pour les raisons évoquées précédemment de taux d'intérêt plus faibles. Néanmoins, dans le cas des cotisations sociales et des taxes sur les revenus du capital, un ajustement qui se concentre sur une restriction des dépenses vient diminuer le multiplicateur de moyen terme. Il faut alors se demander pourquoi l'influence de la composition de l'ajustement sur le multiplicateur est différente selon les types de relance.

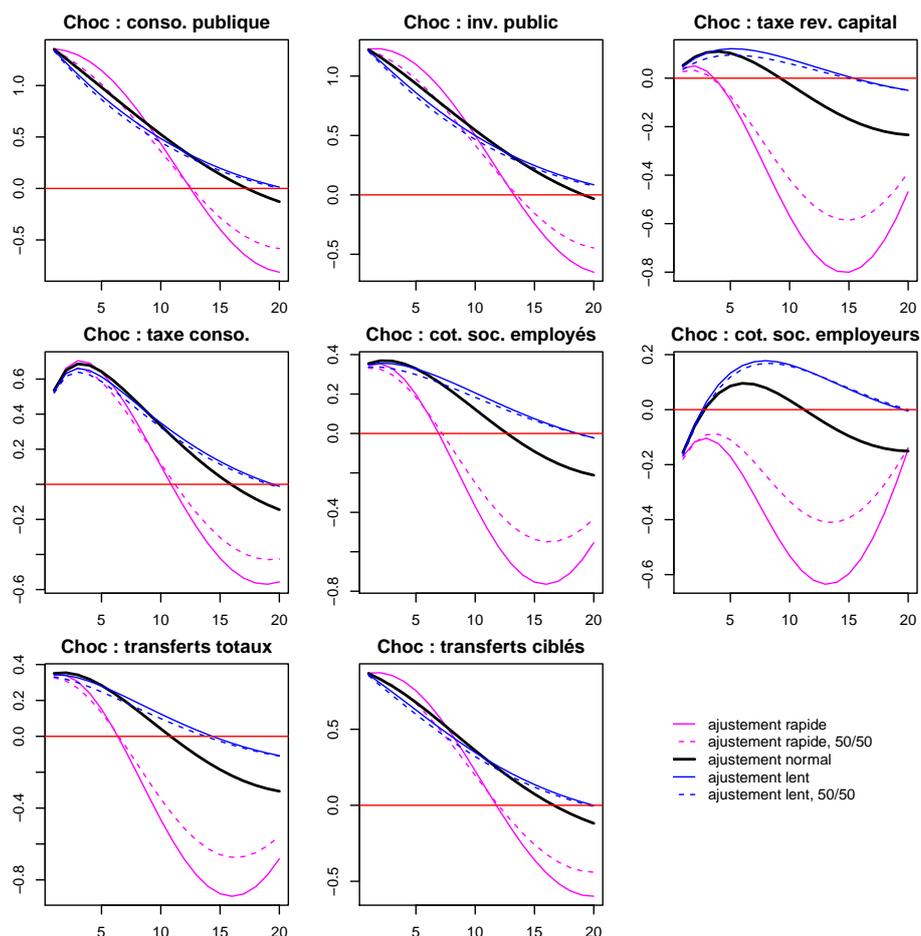
Dans le cadre d'une relance par la consommation ou par l'investissement publics, l'augmentation du multiplicateur de moyen terme, à mesure que l'ajustement se fait davantage par les dépenses, tient principalement aux plus faibles taux d'intérêt et à la plus grande stabilité des taux d'imposition, qui soutiennent la consommation et l'investissement privés. Ces effets positifs sont globalement du même ordre que les effets négatifs d'une plus faible demande de biens *via* l'ajustement par les dépenses publiques, et les multiplicateurs de moyen terme sont proches de ceux de court terme pour ces types de relance. En revanche, pour les relances diminuant les coûts de production, un ajustement par les seules dépenses conduit à un multiplicateur à moyen terme plus faible que si l'ajustement passe aussi par une augmentation des taxes. La différence tient au fait que dans le cas d'une baisse de ces impôts financée seulement par celle des dépenses, le recul de la demande globale de biens est plus important qu'après une relance par les dépenses. La baisse des coûts de production ne se traduit dans le multiplicateur que s'il existe une demande pour produire des biens. Alors seulement le multiplicateur augmente. Cette dynamique met en avant l'idée qu'une politique budgétaire favorisant la réduction des coûts de production sera plus efficace si elle est associée à une demande de biens qui reste plutôt stable, et donc des dépenses publiques qui ne fléchissent pas trop.

Enfin, si la vitesse et la composition des ajustements budgétaires ont des effets propres sur les effets de la relance, il faut aussi considérer leur interdépendance¹⁰⁴. Comme le souligne le graphique 10, la composition de l'ajustement apparaît plus déterminante dans la dynamique de la production lorsque l'ajustement est plus rapide. Plus précisément, pour un ajustement rapide, la production est systématiquement plus faible au bout de trois ans si l'ajustement passe majoritairement par les dépenses plutôt que s'il passe autant par une diminution des dépenses que par une augmentation des recettes. Les raisons d'une diminution plus forte de la production à moyen terme pour un ajustement plus rapide ont déjà été présentées. Elles sont cependant nuancées si l'ajustement passe autant par les recettes que par les dépenses dans la mesure où ce sont les effets négatifs d'une baisse de la demande qui dominent et entraînent une chute de la production, *a fortiori* dans le cas d'une relance par la baisse des coûts de production.

103. La substitution intertemporelle, qui consiste à augmenter à court terme l'offre de travail en anticipant l'augmentation des taxes à moyen terme, ne joue qu'un rôle très modeste.

104. Nous choisissons de représenter la production et non le multiplicateur de manière à ne pas complexifier l'exposé. Les conclusions à partir du calcul des multiplicateurs ne sont pas fondamentalement différentes.

FIGURE 10 – Production en fonction de la vitesse et de la composition de l’ajustement



Note : Chaque graphique indique en ordonnées le taux de croissance de la production par rapport à la production d’équilibre, en points de pourcentage, après un choc sur l’un des instruments budgétaires du modèle, en fonction de la vitesse et de la composition de l’ajustement budgétaire. L’ajustement normal signifie qu’un vingtième de l’écart de dette par rapport à l’équilibre est résorbé en une année et que 80% de l’amélioration du solde primaire passe par une diminution des dépenses publiques. L’ajustement rapide signifie une résorption de l’écart de dette par rapport à l’équilibre d’un dixième par an, l’ajustement lent d’un quarantième. L’ajustement 50/50 signifie une amélioration du solde primaire autant par les recettes que par les dépenses. L’axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d’équilibre.

5 Conclusion

Cet article s'attache à évaluer, dans un modèle d'équilibre général appliqué à la zone euro, différentes politiques budgétaires de relance et de consolidation, en fonction de la vitesse et de la composition de l'ajustement. Cette question a été éludée dans la littérature examinant la politique budgétaire en équilibre général.

On montre que certains travaux récents présentent des résultats sensibles à ce paramètre. De plus, l'efficacité à stimuler la production dépend de l'instrument de relance privilégié. Les multiplicateurs les plus importants sont ceux de l'investissement public, puis de la consommation publique et des transferts vers les ménages contraints financièrement. Enfin, les effets négatifs d'un ajustement rapide après une relance dominant largement sur la demande à moyen terme, quel que soit l'instrument de relance. La composition joue un rôle plus faible sur la production lorsque l'ajustement est plus graduel.

Une voie pour poursuivre ce travail pourrait être de considérer la zone euro non plus comme une entité unique, mais comme l'union de plusieurs pays dont les États ont des contraintes budgétaires différentes. L'une des questions peut être alors d'étudier les types de coordination budgétaire entre pays et leur impact sur les différents multiplicateurs.

Références

- ABBAS, S., BELHOCINE, N., EL-GANAINY, A. et HORTON, M. (2011). Historical patterns and dynamics of public debt? Evidence from a new database. *IMF Economic Review*, 59(4):717–742.
- ABBAS, S. M. (2010). Fiscal policy and the current account. *IMF Working Paper*.
- ADAM, K. (2011). Government debt and optimal monetary and fiscal policy. *European Economic Review*, 55(1):57–74.
- ADJEMIAN, S., BASTANI, H., JUILLARD, M., MIHOUBI, F., PERENDIA, G., RATTO, M. et VILLEMOT, S. (2011). Dynare : Reference manual. *Dynare Working Papers*.
- ADOLFSON, M., LASÉEN, S., LINDÉ, J. et VILLANI, M. (2007). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Journal of International Economics*, 72(2):481–511.
- AIYAGARI, S., CHRISTIANO, L. et EICHENBAUM, M. (1992). The output, employment, and interest rate effects of government consumption. *Journal of Monetary Economics*, 30(1):73–86.
- ALESINA, A. et ARDAGNA, S. (2010). Large changes in fiscal policy : Taxes versus spending. *Tax Policy and the Economy*, 24(1):35–68.
- ALESINA, A. et PEROTTI, R. (1996). Fiscal adjustments in OECD countries : Composition and macroeconomic effects. *NBER Working Paper*.
- ASCHAUER, D. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2):177–200.
- BARRO, R. (1981). Output effects of government purchases. *Journal of Political Economy*, 89(6):1086–1121.
- BARRO, R. J. (1974). Are government bonds net wealth? *Journal of Political Economy*, 82(6):1095–1117.

- BAXTER, M. et KING, R. (1993). Fiscal policy in general equilibrium. *American Economic Review*, 83(3):315–334.
- BEETSMA, R. et GIULIODORI, M. (2011). The effects of government purchases shocks : Review and estimates for the EU. *Economic Journal*, 121:F4–F32.
- BÉNÉTRIX, A. et LANE, P. (2009). Fiscal shocks and the real exchange rate. *IHS Discussion Paper*.
- BERGIN, P. (2006). How well can the new open economy macroeconomics explain the exchange rate and current account? *Journal of International Money and Finance*, 25(5):675–701.
- BETTS, C. et DEVEREUX, M. (1996). The exchange rate in a model of pricing-to-market. *European Economic Review*, 40(3):1007–1021.
- BILBIE, F. (2011). Nonseparable preferences, Frisch labor supply, and the consumption multiplier of government spending : One solution to a fiscal policy puzzle. *Journal of Money, Credit and Banking*, 43(1):221–251.
- BLANCHARD, O. et COTTARELLI, C. (2010). Ten commandments for fiscal adjustment in advanced economies. *IMFdirect*.
- BLANCHARD, O., DELL’ARICCIA, G. et MAURO, P. (2010). Rethinking macroeconomic policy. *Journal of Money, Credit and Banking*, 42(1):199–215.
- BLANCHARD, O. et KAHN, C. (1980). The solution of linear difference models under rational expectations. *Econometrica*, 48(5):1305–1311.
- BLANCHARD, O. et KIYOTAKI, N. (1987). Monopolistic competition and the effects of aggregate demand. *American Economic Review*, 77(4):647–666.
- BLANCHARD, O. et PEROTTI, R. (2002). An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. *Quarterly Journal of Economics*, 117(4):1329–1368.
- BOLDRIN, M., CHRISTIANO, L. et FISHER, J. (2001). Habit persistence, asset returns, and the business cycle. *American Economic Review*, 91(1):149–166.
- BOUAKEZ, H. et REBEI, N. (2007). Why does private consumption rise after a government spending shock? *Canadian Journal of Economics*, 40(3):954–979.
- BURNSIDE, C., EICHENBAUM, M. et FISHER, J. (2004). Fiscal shocks and their consequences. *Journal of Economic Theory*, 115:89–117.
- CAFISO, G. et CELLINI, R. (2012). Evidence on fiscal consolidations and the evolution of public debt in Europe. *University of Catania Working Paper*.
- CALVO, G. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3):383–398.
- CAMPBELL, J. et MANKIW, N. (1989). Consumption, income, and interest rates : Reinterpreting the time series evidence. *NBER Macroeconomics Annual*, 4:185–216.
- CHALLE, E. et RAGOT, X. (2011). Fiscal policy in a tractable liquidity-constrained economy. *Economic Journal*, 121:273–317.

- CHINN, M. et FRANKEL, J. (2004). The euro area and world interest rates. *NBER Working Paper*.
- CHRISTIANO, L., TRABANDT, M. et VALENTIN, K. (2011). Introducing financial frictions and unemployment into a small open economy model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(12):1999–2041.
- CHRISTIANO, L. J., EICHENBAUM, M. et EVANS, P. (2005). Nominal rigidities and the dynamic effects of a shock to monetary policy. *Journal of Political Economy*, 113(1):1–45.
- CHRISTOFFEL, K., COENEN, G. et WARNE, A. (2008). The New Area-Wide Model of the euro area : A micro-founded open-economy model for forecasting and policy analysis. *ECB Working Paper*.
- CLARIDA, R., GALI, J. et GERTLER, M. (1999). The science of monetary policy : A new keynesian perspective. *Journal of Economic Literature*, 37:1661–1707.
- CLARIDA, R., GALI, J. et GERTLER, M. (2000). Monetary policy rules and macroeconomic stability : Evidence and some theory. *Quarterly Journal of Economics*, 115(1):147–180.
- COENEN, G., ERCEG, C., FREEDMAN, C., FURCERI, D., KUMHOF, M., LALONDE, R., LAXTON, D., LINDÉ, J., MOURUGANE, A., MUIR, D. *et al.* (2012). Effects of fiscal stimulus in structural models. *American Economic Journal : Macroeconomics*, 4(1):22–68.
- COENEN, G. et STRAUB, R. (2005). Does government spending crowd in private consumption ? Theory and empirical evidence for the euro area. *International Finance*, 8(3):435–470.
- COGAN, J., CWIK, T., TAYLOR, J. et WIELAND, V. (2010). New keynesian versus old keynesian government spending multipliers. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 34:281–295.
- CORSETTI, G. (2012). Has austerity gone too far ? A new Vox debate. *VoxEU.org*.
- CORSETTI, G., MEIER, A. et MÜELLER, G. (2012). Fiscal stimulus with spending reversals. *Review of Economics and Statistics*, 94(4):878–895.
- DELONG, J. et SUMMERS, L. (2012). Fiscal policy in a depressed economy. *Brookings Paper on Economic Activity*.
- DENES, M., EGGERTSSON, G. et GILBUKH, S. (2013). Deficits, public debt dynamics, and tax and spending multipliers. *Economic Journal*, 123:F133–F163.
- DIEPPE, A. et WARMEDINGER, T. (2007). Modelling intra-and extra-area trade substitution and exchange rate pass-through in the euro area. *ECB Working Paper*.
- DIXIT, A. et STIGLITZ, J. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *American Economic Review*, 67(3):297–308.
- DOMEIJ, D. et FLODEN, M. (2006). The labor-supply elasticity and borrowing constraints : Why estimates are biased. *Review of Economic Dynamics*, 9(2):242–262.
- DRAUTZBURG, T. et UHLIG, H. (2011). Fiscal stimulus and distortionary taxation. *NBER Working Paper*.
- EDELBERG, W., EICHENBAUM, M. et FISHER, J. (1999). Understanding the effects of a shock to government purchases. *Review of Economic Dynamics*, 2(1):166–206.

- EGGERTSSON, G. (2010). What fiscal policy is effective at zero interest rates? *NBER Macroeconomics Annual*, 25:59–112.
- ELMENDORF, D. W. et MANKIW, G. N. (1999). Government debt. *Handbook of Macroeconomics*, 1:1615–1669.
- ERCEG, C., GUERRIERI, L. et GUST, C. (2005). Expansionary fiscal shocks and the US trade deficit. *International Finance*, 8(3):363–397.
- ERCEG, C., GUERRIERI, L. et GUST, C. (2006). SIGMA : A new open economy model for policy analysis. *International Journal of Central Banking*, 2(1):1–50.
- ERCEG, C., HENDERSON, D. et LEVIN, A. (2000). Optimal monetary policy with staggered wage and price contracts. *Journal of Monetary Economics*, 46(2):281–313.
- ERCEG, C. et LINDÉ, J. (2012). Fiscal consolidations in currency unions : Spending cuts vs. tax hikes. *Non publié*.
- FAGAN, G., HENRY, J. et MESTRE, R. (2001). An area-wide model for the euro area. *ECB Working Paper*.
- FAGAN, G., HENRY, J. et MESTRE, R. (2005). An area-wide model for the euro area. *Economic Modelling*, 22(1):39–59.
- FATÁS, A. et MIHOV, I. (2001). Fiscal policy and business cycles : An empirical investigation. *Non publié*.
- FAVERO, C. et GIAVAZZI, F. (2011). Measuring tax multipliers : The narrative method in fiscal VARs. *American Economic Journal : Economic Policy*, 4(2):69–94.
- FÈVE, P., MATHERON, J. et SAHUC, J.-G. (2012). A pitfall with DSGE-based, estimated, government spending multiplier. *IDEI Working Papers*.
- FMI (2012). Balancing fiscal policy risks. *Fiscal Monitor*, Avril.
- FORNI, L., MONTEFORTE, L. et SESSA, L. (2009). The general equilibrium effects of fiscal policy : Estimates for the euro area. *Journal of Public Economics*, 93(3-4):559–585.
- FUHRER, J. (2000). Habit formation in consumption and its implications for monetary-policy models. *American Economic Review*, 90(3):367–390.
- GALÍ, J., GERTLER, M. et LOPEZ-SALIDO, J. (2007a). Markups, gaps, and the welfare costs of business fluctuations. *Review of Economics and Statistics*, 89(1):44–59.
- GALÍ, J., LOPEZ-SALIDO, D. et VALLÈS, J. (2007b). Understanding the effects of government spending on consumption. *Journal of the European Economic Association*, 5(1):227–270.
- GALÍ, J. et PEROTTI, R. (2003). Fiscal policy and monetary integration in europe. *Economic Policy*, 18(37):533–572.
- GIANNONE, D., HENRY, J., LALIK, M. et MODUGNO, M. (2010). An area-wide real-time database for the euro area. *ECB Working Paper*.
- GIAVAZZI, F. et PAGANO, M. (1990). Can severe contractions be expansionary? Tales of two small european countries. *NBER Macroeconomics Annual*, 5:75–111.
- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z. et HUFFMAN, G. (1988). Investment, capacity utilization and the real business cycle. *American Economic Review*, 78(3):402–417.

- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z. et KRUSELL, P. (1997). Long-run implications of investment-specific technological change. *American Economic Review*, 87(3):342–362.
- GREENWOOD, J., HERCOWITZ, Z. et KRUSELL, P. (2000). The role of investment-specific technological change in the business cycle. *European Economic Review*, 44(1):91–115.
- GUAJARDO, J., LEIGH, D. et PESCATORI, A. (2010). Will it hurt? Macroeconomic effects of fiscal consolidation. *IMF World Economic Outlook*, Octobre.
- GUAJARDO, J., LEIGH, D. et PESCATORI, A. (2011). Expansionary austerity : New international evidence. *IMF Working Paper*.
- HALL, R. (1980). Labor supply and aggregate fluctuations. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 12:7–33.
- HEATHCOTE, J. (2005). Fiscal policy with heterogeneous agents and incomplete markets. *Review of Economic Studies*, 72(1):161–188.
- IACOVIELLO, M. (2005). House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle. *American Economic Review*, 95(3):739–764.
- JEAN, S. et NICOLETTI, G. (2002). Product market regulation and wage premia in Europe and North America : An empirical investigation. *OECD Working Paper*.
- JOHNSON, P. A., PARKER, R. et SOULELES, N. S. (2006). Household expenditure and the income tax rebates of 2001. *American Economic Review*, 96(5):1589–1610.
- KAMPS, C. (2005). Is there a lack of public capital in the European Union? *EIB Working Paper*.
- KUMHOF, M., LAXTON, D., MUIR, D. et MURSULA, S. (2010). The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) - Theoretical structure. *IMF Working Paper*.
- LANE, P. et MILESI-FERRETTI, G. (2002). Long-term capital movements. *NBER Macroeconomics Annual*, 16:73–116.
- LEEPER, E., PLANTE, M. et TRAUM, N. (2010a). Dynamics of fiscal financing in the United States. *Journal of Econometrics*, 156(2):304–321.
- LEEPER, E., TRAUM, N. et WALKER, T. (2011). Clearing up the fiscal multiplier morass. *NBER Working Paper*.
- LEEPER, E., WALKER, T. et YANG, S. (2010b). Government investment and fiscal stimulus. *Journal of Monetary Economics*, 57(8):1000–1012.
- LINDEMANN, L. (2006). The effect of government spending on private consumption : A puzzle? *Journal of Money, Credit, and Banking*, 38(7):1715–1735.
- MANKIW, G. N. (2000). The savers–spenders theory of fiscal policy. *American Economic Review*, 90(2):120–125.
- MARTINS, J., SCARPETTA, S. et PILAT, D. (1996). Mark-up ratios in manufacturing industries : Estimates for 14 OECD countries. *OECD Working Paper*.
- MCGRATTAN, E. (1994). The macroeconomic effects of distortionary taxation. *Journal of Monetary Economics*, 33(3):573–601.

- MONACELLI, T. et PEROTTI, R. (2008). Fiscal policy, wealth effects, and markups. *NBER Working Paper*.
- MONACELLI, T. et PEROTTI, R. (2010). Fiscal policy, the real exchange rate and traded goods. *Economic Journal*, 120(544):437–461.
- OBSTFELD, M. (2001). International macroeconomics : Beyond the Mundell-Fleming model. *IMF Staff Papers*.
- OBSTFELD, M. et ROGOFF, K. (2000). New directions for stochastic open economy models. *Journal of international economics*, 50(1):117–153.
- OHANIAN, L. (1997). The macroeconomic effects of war finance in the United States : World war II and the Korean war. *American Economic Review*, 87:23–40.
- OLIVEIRA-MARTINS, J. et SCARPETTA, S. (1999). The levels and cyclical behaviour of mark-ups across countries and market structures. *OECD Working Paper*.
- PAREDES, J., PEDREGAL, D. et PÉREZ, P. (2009). A quarterly fiscal database for the euro area based on intra-annual fiscal information. *ECB Working Paper*.
- PARKER, J., SOULELES, N., JOHNSON, D. et MCCLELLAND, R. (2011). Consumer spending and the economic stimulus payments of 2008. *NBER Working Paper*.
- PEROTTI, R. (2004). Estimating the effects of fiscal policy in OECD countries. *IGIER Working Paper Series*.
- PEROTTI, R. (2007). In search of the transmission mechanism of fiscal policy. *NBER Macroeconomics Annual*, 22:169–249.
- RAMEY, V. et SHAPIRO, M. (1998). Costly capital reallocation and the effects of government spending. *Carnegie-Rochester Conference on Public Policy*, 48:145–194.
- RATTO, M., ROEGER, W. *et al.* (2009). QUEST III : An estimated open-economy DSGE model of the euro area with fiscal and monetary policy. *Economic Modelling*, 26(1):222–233.
- RAVN, M., SCHMITT-GROHÉ, S. et URIBE, M. (2006). Deep habits. *Review of Economic Studies*, 73(1):195–218.
- RAVN, M., SCHMITT&GROHÉ, S. et URIBE, M. (2012). Consumption, government spending, and the real exchange rate. *Journal of Monetary Economics*, 59(3):215–34.
- ROMER, C. et ROMER, D. (2010). The macroeconomic effects of tax changes : Estimates based on a new measure of fiscal shocks. *American Economic Review*, 100(3):763–801.
- SCHMITT-GROHÉ, S. et URIBE, M. (2003). Closing small open economy models. *Journal of International Economics*, 61:163–185.
- SMETS, F. et WOUTERS, R. (2003). An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the euro area. *Journal of the European Economic Association*, 1(5):1123–1175.
- SMETS, F. et WOUTERS, R. (2007). Shocks and frictions in US business cycles. *American Economic Review*, 97(3):586–606.
- SPLIMBERGO, A., SYMANSKY, S., BLANCHARD, O. et COTTARELLI, C. (2008). Fiscal policy for the crisis. *IMF Staff Position Note*.

- STRAUB, R. et TCHAKAROV, I. (2007). Assessing the impact of a change in the composition of public spending : A DSGE approach. *IMF Working Paper*.
- TAYLOR, J. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 39:195–214.
- TOBIN, J. (1969). A general equilibrium approach to monetary theory. *Journal of Money, Credit and Banking*, 1(1):15–29.
- UHLIG, H. (2010). Some fiscal calculus. *American Economic Review*, 100(2):30–34.
- VAMVOUKAS, G. (2012). Panel data modelling and the tax-spend controversy in the euro zone. *Applied Economics*, 44(31):4073–4085.
- WOODFORD, M. (1996). Control of the public debt : A requirement for price stability ? *NBER Working Paper No. 5684*.
- WOODFORD, M. (1998). Doing without money : Controlling inflation in a post-monetary world. *Review of Economic Dynamics*, 1:173–219.
- WOODFORD, M. (2011). Simple analytics of the government expenditure multiplier. *American Economic Journal : Macroeconomics*, 3(1):1–35.
- YUN, T. (1996). Nominal price rigidity, money supply endogeneity, and business cycles. *Journal of Monetary Economics*, 37(2):345–370.

6 Annexes

6.1 Données

Les valeurs des variables budgétaires en régime stationnaire sont fixées en croisant les données fiscales de Paredes *et al.* (2009) et les données de la base AWM de Giannone *et al.* (2010). Nous retenons :

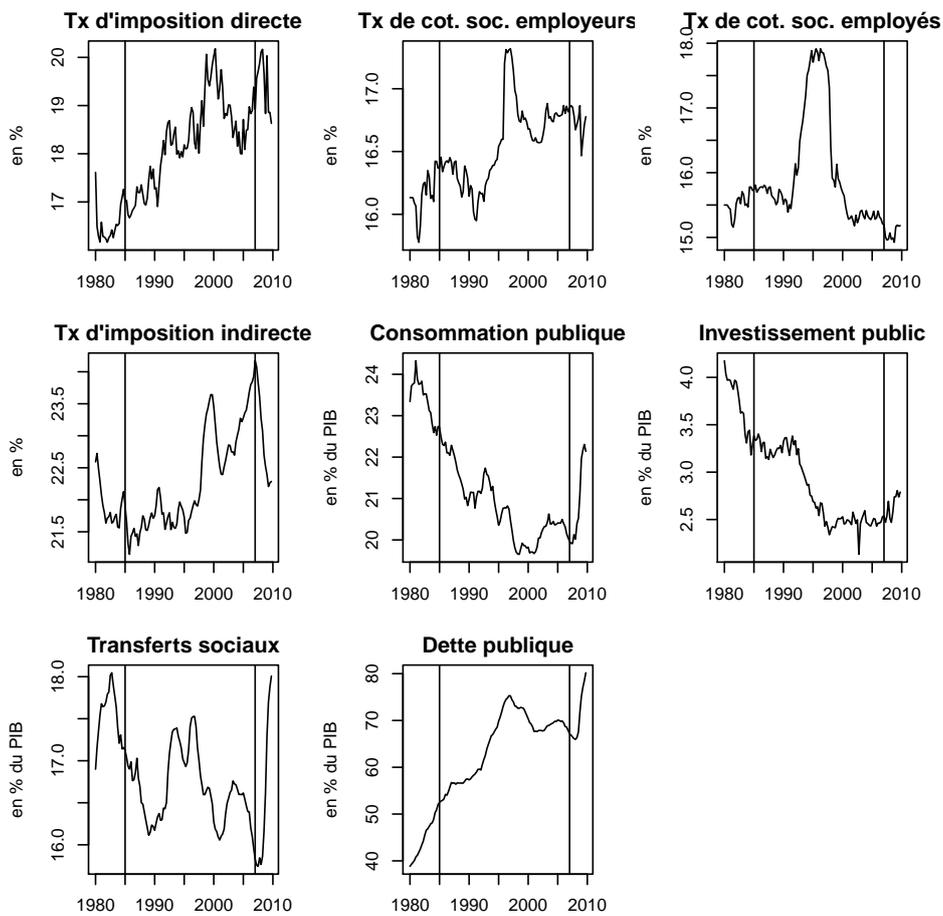
- la consommation publique totale (y compris la masse salariale publique), rapportée au PIB ;
- l’investissement public, rapporté au PIB ;
- les transferts (sociaux autres qu’en nature), rapportés au PIB ;
- le produit des taxes indirectes, rapporté à la consommation privée (proxy de la taxe sur la consommation privée) ;
- le produit des taxes directes payées par les ménages, rapporté à la masse salariale (proxy du taux d’impôt sur le revenu¹⁰⁵) ;
- le produit des cotisations sociales employés et celui des cotisations sociales employeurs, rapporté à la masse salariale¹⁰⁶ ;
- la dette publique, rapportée au PIB.

Les données sont présentées dans le graphique 11.

105. Ce ratio est imparfait dans la mesure où les taxes directes payées par les ménages comprennent aussi celles sur les revenus du capital.

106. On ne dispose pas dans la base de Paredes *et al.* (2009) de la ventilation des cotisations sociales entre employeurs et employés avant le premier trimestre de 1991. La part est cependant assez stable par la suite, avec une moyenne de 51% des cotisations employeurs dans les cotisations totales. Nous appliquons ce ratio sur les données depuis 1980.

FIGURE 11 – Évolution des différentes variables relatives aux finances publiques dans la zone euro, 1980T1-2009T4



Source : Paredes et al. (2009) et Giannone et al. (2010).

6.2 Formes fonctionnelles

6.2.1 Prime de risque sur l'achat de titres étrangers

On pose

$$\Gamma \left(ex_t \tilde{b}_t^W \right) = \exp(-\Gamma^{bW} (ex_t \tilde{b}_t^W - ex \tilde{b}^W)), \quad (91)$$

avec $ex \tilde{b}^W$ la détention nette d'actifs étrangers par les ménages domestiques à l'état stationnaire et $\Gamma(0) = 1, \Gamma(\cdot)' > 0, \Gamma(\cdot)'' < 0$. Les coûts s'annulent à l'équilibre.

6.2.2 Coût d'utilisation du capital

Pour définir la forme fonctionnelle du coût d'utilisation du capital, on retient

$$\phi(u_t) = \phi_1(u_t - 1) + \phi_2(u_t - 1)^2 \quad (92)$$

avec $\phi(1) = 0, \phi(\cdot)'$ et $\phi(\cdot)'' > 0$. Cette forme est commune à la plupart des études depuis Christiano *et al.* (2005).

6.2.3 Coût d'ajustement de l'investissement

La forme fonctionnelle de S est définie comme suit

$$S \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} \right) = \frac{\kappa}{2} \left(\frac{i_t}{i_{t-1}} - \gamma^L \tilde{z} \right)^2 \quad (93)$$

avec $S(\gamma^L \tilde{z}) = 0, S'(\gamma^L \tilde{z}) = 0, S''(\cdot) > 0$.

6.2.4 Coût d'ajustement des importations

Ce coût apparaît quand on modifie le ratio de la consommation importée dans la consommation totale (*idem* pour l'investissement). Plus spécifiquement,

$$\Gamma_t^s = \frac{\Gamma^s}{2} \left(\frac{s_t^M / s_{t-1}^M}{s_t / s_{t-1}} - 1 \right)^2 \quad \text{pour } s = c, i. \quad (94)$$

6.3 Version stationnaire du modèle

Dans la mesure où il existe trois racines unitaires, il est nécessaire avant de résoudre le modèle de redéfinir les variables en les stationnarisant. On pose ainsi : $\tilde{c}_t = \frac{c_t}{z_t}, \tilde{c}_{kt} = \frac{c_{kt}}{z_t}, \tilde{c}_{rt} = \frac{c_{rt}}{z_t}, \tilde{\lambda}_t = \lambda_t z_t, \tilde{r}_t = r_t \mu_t, \tilde{q}_t = q_t \mu_t, \tilde{w}_t = \frac{w_t}{z_t}, \tilde{w}_t^* = \frac{w_t^*}{z_t}, \tilde{k}_t = \frac{k_t}{z_t \mu_t}, \tilde{k}_t^g = \frac{k_t^g}{z_t \mu_t}, \tilde{y}_t^d = \frac{y_t^d}{z_t}, \tilde{y}_t = \frac{y_t}{z_t}, \tilde{x}_t = \frac{x_t}{z_t}, \tilde{M}_t = \frac{M_t}{z_t}, \tilde{T}_t = \frac{T_t}{z_t}, \tilde{T}_{rt} = \frac{T_{rt}}{z_t}, \tilde{T}_{kt} = \frac{T_{kt}}{z_t}, \tilde{g}_t^c = \frac{g_t^c}{z_t}, \tilde{g}_t^i = \frac{g_t^i}{z_t}$.

6.3.1 Ménages

Consommation des ménages ricardiens (condition du premier ordre)

$$\frac{1}{(1 - \omega) \left(\tilde{c}_{rt} - \frac{h \tilde{c}_{rt-1}}{\tilde{z}_t} \right)} - h \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{1}{(1 - \omega) (\tilde{c}_{rt+1} \tilde{z}_{t+1} - h \tilde{c}_{rt})} \right) = \tilde{\lambda}_t (1 + \tau_t^c) \frac{p_t^c}{p_t} \quad (95)$$

Consommation des ménages non ricardiens

$$\tilde{c}_{kt} (1 + \tau_t^c) \frac{p_t^c}{p_t} = \tilde{T}_{kt} + \left(1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh} \right) \tilde{w}_t l_t^d \quad (96)$$

Équations d'Euler pour l'épargne en titres publics domestiques

$$\mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{z}_{t+1} \Pi_{t+1}}{R_t} \right) = \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \right) \quad (97)$$

Équations d'Euler pour l'épargne en titres publics étrangers

$$\mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{z}_{t+1} \Pi_{t+1}}{R_t^W \exp(-\Gamma^{bW} \text{ex}_t \tilde{b}_t^W) \frac{\text{ex}_{t+1}}{\text{ex}_t}} \right) = \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \right) \quad (98)$$

Salaires (condition du premier ordre)

$$\begin{aligned} f_{1t} &= l_t^d \tilde{\lambda}_t \left(1 - \tau_t^n - \tau_t^{wh} \right) \frac{\eta - 1}{\eta} (\tilde{w}_t^*)^{1-\eta} \tilde{w}_t^\eta \\ &+ \beta \mathbb{E}_t \left(\theta_w \left(\frac{\Pi_t^{\chi_w} \Pi_{t+1}^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+1}} \right)^{1-\eta} \left(\tilde{z}_{t+1} \frac{\tilde{w}_{t+1}^*}{\tilde{w}_t^*} \right)^{\eta-1} f_{1t+1} \right) \end{aligned} \quad (99)$$

$$\begin{aligned} f_{2t} &= \psi \left(\frac{\tilde{w}_t^*}{\tilde{w}_t} \right)^{-\eta(1+\vartheta)} (l_t^d)^{1+\vartheta} \\ &+ \beta \mathbb{E}_t \left(\theta_w \left(\frac{\Pi_t^{\chi_w} \Pi_{t+1}^{1-\chi_w}}{\Pi_{t+1}} \right)^{-\eta(1+\vartheta)} \left(\tilde{z}_{t+1} \frac{\tilde{w}_{t+1}^*}{\tilde{w}_t^*} \right)^{\eta(1+\vartheta)} f_{2t+1} \right) \end{aligned} \quad (100)$$

$$f_{1t} = f_{2t} \quad (101)$$

Dynamique des salaires

$$1 = \theta_w \left(\frac{\Pi^{1-\chi_w} \Pi_{t-1}^{\chi_w}}{\Pi_t} \right)^{1-\eta} \left(\frac{\tilde{w}_{t-1}}{\tilde{z}_t \tilde{w}_t} \right)^{1-\eta} + (1 - \theta_w) \left(\frac{\tilde{w}_t^*}{\tilde{w}_t} \right)^{1-\eta} \quad (102)$$

6.3.2 Producteur du bien d'équipement

Loi d'accumulation du capital

$$\mathbb{E}_t \left(\tilde{k}_t \right) = \frac{(1 - \delta) \tilde{k}_{t-1}}{\tilde{z}_t \tilde{\mu}_t} + \tilde{i}_t \left(1 - \frac{\kappa}{2} \left(\tilde{z}_t \frac{\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}} - \tilde{z} \right)^2 \right) \quad (103)$$

Coût de l'investissement (condition du premier ordre)

$$\begin{aligned} \frac{p_t^i}{p_t} &= \tilde{q}_t \left(1 - \frac{\kappa}{2} \left(\tilde{z}_t \frac{\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}} - \tilde{z} \right)^2 - \left(\tilde{z}_t \frac{\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}} - \tilde{z} \right) \kappa \tilde{z}_t \frac{\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}} \right) \\ &+ \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t \tilde{z}_{t+1}} \tilde{q}_{t+1} \left(\tilde{z}_{t+1} \frac{\tilde{i}_{t+1}}{\tilde{i}_t} \right)^2 \left(\tilde{z}_{t+1} \frac{\tilde{i}_{t+1}}{\tilde{i}_t} - \tilde{z} \right) \right) \end{aligned} \quad (104)$$

Rentabilité marginale du capital (condition du premier ordre)

$$\begin{aligned} \mathbb{E}_t (\tilde{q}_t) &= \mathbb{E}_t \beta \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1}}{\tilde{\lambda}_t} \frac{1}{\tilde{z}_{t+1} \tilde{\mu}_{t+1}} \left(\tilde{q}_{t+1} (1 - \delta) + \left(\tilde{r}_{t+1} u_{t+1} \right. \right. \right. \\ &\left. \left. \left. - \frac{p_{t+1}^i}{p_{t+1}} (\phi_1 (u_{t+1} - 1) + \frac{\phi_2}{2} (u_{t+1} - 1)^2) \right) (1 - \tau_t^k) + \frac{p_t^i}{p_t} \delta \tau_t^k \right) \right) \end{aligned} \quad (105)$$

Taux d'utilisation du capital (condition du premier ordre)

$$\tilde{r}_t = (\phi_1 + \phi_2 (u_t - 1)) \frac{p_t^i}{p_t} \quad (106)$$

6.3.3 Producteurs des biens domestiques

Fonction de production des biens intermédiaires

$$\tilde{y}_t = \frac{\tilde{A}_t}{\tilde{z}_t} \left(\tilde{k}_{t-1} u_t \right)^\alpha (l_t^d)^{1-\alpha} (\tilde{k}_t^g)^{\alpha_G} - \phi \quad (107)$$

Loi d'accumulation du capital public

$$\mathbb{E}_t \left(\tilde{k}_t^g \right) = \frac{(1-\delta) \tilde{k}_{t-1}^g}{\tilde{z}_t \tilde{\mu}_t} + \tilde{g}_t^i \left(1 - \frac{\kappa}{2} \left(\tilde{z}_t \frac{\tilde{g}_t^i}{\tilde{g}_{t-1}^i} - \tilde{z} \right)^2 \right) \quad (108)$$

Taux de croissance du progrès technique

$$\tilde{z}_t = \tilde{A}_t^{\frac{1}{1-\alpha-\alpha_G}} \tilde{\mu}_t^{\frac{\alpha+\alpha_G}{1-\alpha-\alpha_G}} \quad (109)$$

Travail et capital pour produire des biens intermédiaires (conditions du premier ordre)

$$\frac{1}{\tilde{\mu}_t \tilde{z}_t} \frac{\tilde{r}_t}{\left(1 + \tau_t^{wf} \right)} \frac{u_t \tilde{k}_{t-1}}{\tilde{l}_t^d} = \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (110)$$

Coût marginal de la production de biens intermédiaires (condition du premier ordre)

$$mc_t = \left(\frac{1}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha} \left(\frac{1}{\alpha} \right)^\alpha \left(\tilde{w}_t \left(1 + \tau_t^{wf} \right) \right)^{1-\alpha} \tilde{r}_t^\alpha \quad (111)$$

Prix des biens intermédiaires (condition du premier ordre)

$$g_{1t} = \tilde{\lambda}_t mc_t \tilde{y}_t^d + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_p \left(\frac{\Pi_t^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p}}{\Pi_{t+1}} \right)^{-\varepsilon} g_{1t+1} \right) \quad (112)$$

$$g_{2t} = \tilde{\lambda}_t \Pi_t^* \tilde{y}_t^d + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_p \left(\frac{\Pi_t^{\chi_p} \Pi^{1-\chi_p}}{\Pi_{t+1}} \right)^{1-\varepsilon} \frac{\Pi_t}{\Pi_{t+1}} g_{2t+1} \right) \quad (113)$$

$$g_{1t} \varepsilon = g_{2t} (\varepsilon - 1) \quad (114)$$

Dynamique du prix des biens intermédiaires

$$1 = \theta_p \left(\frac{\Pi^{1-\chi_p} \Pi^{\chi_p}}{\Pi_t} \right)^{1-\varepsilon} + (1 - \theta_p) (\Pi_t^*)^{1-\varepsilon} \quad (115)$$

6.3.4 Secteurs importateurs et exportateurs

Prix des biens importés (condition du premier ordre)

$$g_{1t}^M = \tilde{\lambda}_t \frac{ex_t p_t^W}{p_t^M} \tilde{y}_t^M + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_M \left(\frac{(\Pi_t^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M}}{\Pi_{t+1}^M} \right)^{-\varepsilon_M} g_{1t+1}^M \right) \quad (116)$$

$$g_{2t}^M = \tilde{\lambda}_t \Pi_t^{M*} \tilde{y}_t^M + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_M \left(\frac{(\Pi_t^M)^{\chi_M} \Pi^{1-\chi_M}}{\Pi_{t+1}^M} \right)^{1-\varepsilon_M} \frac{\Pi_t^{M*}}{\Pi_{t+1}^{M*}} g_{2t+1}^M \right) \quad (117)$$

$$g_{1t}^M \varepsilon_M = g_{2t}^M (\varepsilon_M - 1) \quad (118)$$

Dynamique du prix des biens importés

$$1 = \theta_M \left(\frac{\Pi^{1-\chi_M} (\Pi_{t-1}^M)^{\chi_M}}{\Pi_t^M} \right)^{1-\varepsilon_M} + (1 - \theta_M) (\Pi_t^{M*})^{1-\varepsilon_M} \quad (119)$$

Prix des biens exportés (condition du premier ordre)

$$g_{1t}^x = \tilde{\lambda}_t \frac{p_t}{e x_t p_t^x} \tilde{y}_t^x + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_x \left(\frac{(\Pi_t^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x}}{\Pi_{t+1}^x} \right)^{-\varepsilon_x} g_{1t+1}^x \right) \quad (120)$$

$$g_{2t}^x = \tilde{\lambda}_t \Pi_t^{x*} \tilde{y}_t^x + \beta \mathbb{E}_t \left(\gamma_{t+1}^L \theta_x \left(\frac{(\Pi_t^x)^{\chi_x} \Pi^{1-\chi_x}}{\Pi_{t+1}^x} \right)^{1-\varepsilon_x} \frac{\Pi_t^{x*}}{\Pi_{t+1}^{x*}} g_{2t+1}^x \right) \quad (121)$$

$$g_{1t}^x \varepsilon_x = g_{2t}^x (\varepsilon_x - 1) \quad (122)$$

Dynamique du prix des biens exportés

$$1 = \theta_x \left(\frac{\Pi^{1-\chi_x} (\Pi_{t-1}^x)^{\chi_x}}{\Pi_t^x} \right)^{1-\varepsilon_x} + (1 - \theta_x) (\Pi_t^{x*})^{1-\varepsilon_x} \quad (123)$$

6.3.5 Producteurs des biens finaux

Consommation finale

$$\tilde{c}_t = \left((\eta^c)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} (\tilde{c}_t^d)^{\frac{\varepsilon_c-1}{\varepsilon_c}} + (1 - \eta^c)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} \left(\tilde{c}_t^M \left(1 - \frac{\Gamma^c}{2} \left(\frac{\tilde{c}_t^M}{\tilde{c}_{t-1}^M} - 1 \right)^2 \right) \right)^{\frac{\varepsilon_c-1}{\varepsilon_c}} \right)^{\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_c-1}} \quad (124)$$

Investissement final

$$\tilde{i}_t = \left((\eta^i)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} (\tilde{i}_t^d)^{\frac{\varepsilon_i-1}{\varepsilon_i}} + (1 - \eta^i)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} \left(\tilde{i}_t^M \left(1 - \frac{\Gamma^i}{2} \left(\frac{\tilde{i}_t^M}{\tilde{i}_{t-1}^M} - 1 \right)^2 \right) \right)^{\frac{\varepsilon_i-1}{\varepsilon_i}} \right)^{\frac{\varepsilon_i}{\varepsilon_i-1}} \quad (125)$$

Consommation importée en fonction de la consommation domestique (condition du premier ordre)

$$\tilde{c}_t^M = \frac{(1 - \eta^c) \Omega_t^c}{\eta^c} \left(\frac{p_t^M}{p_t} \right)^{-\varepsilon_c} \tilde{c}_t^d \quad (126)$$

Investissement importé en fonction de l'investissement domestique (condition du premier ordre)

$$\tilde{i}_t^M = \frac{(1 - \eta^i) \Omega_t^i}{\eta^i} \left(\frac{p_t^M}{p_t} \right)^{-\varepsilon_i} \tilde{i}_t^d \quad (127)$$

Prix de la consommation finale

$$\frac{p_t^c}{p_t} = \left(\eta^c + (1 - \eta^c) \left(\left(1 - \frac{\Gamma^c}{2} \left(\frac{\tilde{c}_t^M}{\tilde{c}_{t-1}^M} - 1 \right)^2 \right) \Omega_t^c \right)^{\frac{\varepsilon_c-1}{\varepsilon_c}} \left(\frac{p_t^M}{p_t} \right)^{1-\varepsilon_c} \right)^{\frac{1}{1-\varepsilon_c}} \quad (128)$$

Prix de l'investissement final

$$\frac{p_t^i}{p_t} = \left(\eta^i + (1 - \eta^i) \left(\left(1 - \frac{\Gamma^i}{2} \left(\frac{\tilde{i}_t^M}{\tilde{i}_t} - 1 \right) \right)^2 \Omega_t^i \right)^{\frac{\varepsilon_i - 1}{\varepsilon_i}} \left(\frac{p_t^M}{p_t} \right)^{1 - \varepsilon_i} \right)^{\frac{1}{1 - \varepsilon_i}} \quad (129)$$

Coût d'ajustement de la part de consommation importée

$$\Omega_t^c = \frac{\left(1 - \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1} \gamma_{t+1}^L}{\tilde{\lambda}_t \tilde{z}_{t+1}} (1 - \eta^c)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} \frac{p_t^c}{p_t^M} \Pi_{t+1}^c \left(\frac{\tilde{c}_{t+1}/\tilde{c}_{t+1}^M}{1 - \frac{\Gamma^c}{2} \left(\frac{\tilde{c}_{t+1}^M/\tilde{c}_{t+1} - 1}{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t} \right)^2} \right)^{\frac{1}{\varepsilon_c}} \left(\frac{\tilde{c}_{t+1}^M/\tilde{c}_{t+1} - 1}{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t} \right) \Gamma^c \frac{(\tilde{c}_{t+1}^M/\tilde{c}_t^M)^2}{\tilde{c}_{t+1}/\tilde{c}_t} \right) \right)^{-\varepsilon_c}}{\left(1 - \frac{\Gamma^c}{2} \left(\frac{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t}{\tilde{c}_{t-1}^M/\tilde{c}_{t-1}} - 1 \right) \right)^2 \left(1 - \frac{\Gamma^c}{2} \left(\frac{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t}{\tilde{c}_{t-1}^M/\tilde{c}_{t-1}} - 1 \right) \right)^2 - \left(\frac{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t}{\tilde{c}_{t-1}^M/\tilde{c}_{t-1}} - 1 \right) \Gamma^c \frac{\tilde{c}_t^M/\tilde{c}_t}{\tilde{c}_{t-1}^M/\tilde{c}_{t-1}}} \right)^{-\varepsilon_c}} \quad (130)$$

Coût d'ajustement de la part d'investissement importé

$$\Omega_t^i = \frac{\left(1 - \beta \mathbb{E}_t \left(\frac{\tilde{\lambda}_{t+1} \gamma_{t+1}^L}{\tilde{\lambda}_t \tilde{z}_{t+1}} (1 - \eta^i)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} \frac{p_t^i}{p_t^M} \Pi_{t+1}^i \left(\frac{\tilde{i}_{t+1}/\tilde{i}_{t+1}^M}{1 - \frac{\Gamma^i}{2} \left(\frac{\tilde{i}_{t+1}^M/\tilde{i}_{t+1} - 1}{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t} \right)^2} \right)^{\frac{1}{\varepsilon_i}} \left(\frac{\tilde{i}_{t+1}^M/\tilde{i}_{t+1} - 1}{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t} \right) \Gamma^i \frac{(\tilde{i}_{t+1}^M/\tilde{i}_t^M)^2}{\tilde{i}_{t+1}/\tilde{i}_t} \right) \right)^{-\varepsilon_i}}{\left(1 - \frac{\Gamma^i}{2} \left(\frac{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}^M/\tilde{i}_{t-1}} - 1 \right) \right)^2 \left(1 - \frac{\Gamma^i}{2} \left(\frac{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}^M/\tilde{i}_{t-1}} - 1 \right) \right)^2 - \left(\frac{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}^M/\tilde{i}_{t-1}} - 1 \right) \Gamma^i \frac{\tilde{i}_t^M/\tilde{i}_t}{\tilde{i}_{t-1}^M/\tilde{i}_{t-1}}} \right)^{-\varepsilon_i}} \quad (131)$$

6.3.6 Secteur public

Règle de Taylor

$$\frac{R_t}{R} = \left(\frac{R_{t-1}}{R} \right)^{\gamma_R} \left(\left(\frac{\Pi_t}{\Pi} \right)^{\gamma_\pi} \left(\frac{\gamma_t^L \tilde{y}_t^d}{\gamma^L \tilde{y}_{t-1}^d} \right)^{\gamma_y} \right)^{1 - \gamma_R} \left(\frac{\Pi_t}{\Pi_{t-1}} \right)^{\gamma_{\Delta\pi}} \quad (132)$$

Contrainte budgétaire de l'État

$$\begin{aligned} \tilde{b}_t &= \frac{\tilde{g}_t^c}{\tilde{y}_t^d} + \frac{\tilde{g}_t^i}{\tilde{y}_t^d} + \frac{\tilde{T}_t}{\tilde{y}_t^d} + \frac{\tilde{y}_{t-1}^d R_{t-1} \tilde{b}_{t-1}}{\tilde{y}_t^d \tilde{z}_t \Pi_t \gamma_t^L} \\ &- \frac{\tilde{k}_{t-1} \tau_t^k \left(\tilde{r}_t u_t - \delta \frac{p_t^i}{p_t} - \frac{p_t^i}{p_t} \left(\phi_1 (u_t - 1) + \frac{\phi_2}{2} (u_t - 1)^2 \right) \right)}{\tilde{\mu}_t \tilde{z}_t \tilde{y}_t^d} \\ &- \frac{l_t^d \tilde{w}_t \left(\tau_t^{wf} + \tau_t^n + \tau_t^{wh} \right)}{\tilde{y}_t^d} - \frac{\tilde{c}_t \tau_t^c p_t^c}{\tilde{y}_t^d p_t} \end{aligned} \quad (133)$$

Dynamiques des instruments budgétaires

$$\frac{\tilde{g}_t^c}{\tilde{g}^c} = \left(\frac{\tilde{g}_{t-1}^c}{\tilde{g}^c} \right)^{\rho_{gc}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{gc,b}} \exp(\sigma_{gc} \zeta_{gc,t}) \quad (134)$$

$$\frac{\tilde{g}_t^i}{\tilde{g}^i} = \left(\frac{\tilde{g}_{t-1}^i}{\tilde{g}^i} \right)^{\rho_{gi}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{gi,b}} \exp(\sigma_{gi} \zeta_{gi,t}) \quad (135)$$

$$\frac{\tilde{T}_t}{\tilde{T}} = \left(\frac{\tilde{T}_{t-1}}{\tilde{T}} \right)^{\rho_T} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{T,b}} \exp(\sigma_T \zeta_{T,t}) \quad (136)$$

$$\frac{\tau_t^k}{\tau^k} = \left(\frac{\tau_{t-1}^k}{\tau^k} \right)^{\rho_{\tau k}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{\tau k, b}} \exp(\sigma_{\tau k} \zeta_{\tau k, t}) \quad (137)$$

$$\frac{\tau_t^c}{\tau^c} = \left(\frac{\tau_{t-1}^c}{\tau^c} \right)^{\rho_{\tau c}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{\tau c, b}} \exp(\sigma_{\tau c} \zeta_{\tau c, t}) \quad (138)$$

$$\frac{\tau_t^n}{\tau^n} = \left(\frac{\tau_{t-1}^n}{\tau^n} \right)^{\rho_{\tau n}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{\tau n, b}} \exp(\sigma_{\tau n} \zeta_{\tau n, t}) \quad (139)$$

$$\frac{\tau_t^{wh}}{\tau^{wh}} = \left(\frac{\tau_{t-1}^{wh}}{\tau^{wh}} \right)^{\rho_{\tau wh}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{\tau wh, b}} \exp(\sigma_{\tau wh} \zeta_{\tau wh, t}) \quad (140)$$

$$\frac{\tau_t^{wf}}{\tau^{wf}} = \left(\frac{\tau_{t-1}^{wf}}{\tau^{wf}} \right)^{\rho_{\tau wf}} \left(\frac{\tilde{b}_{t-1}}{\tilde{b}} \right)^{\rho_{\tau wf, b}} \exp(\sigma_{\tau wf} \zeta_{\tau wf, t}) \quad (141)$$

6.3.7 Agrégation

Ménages ricardiens et non ricardiens

$$\tilde{c}_t = (1 - \omega) \tilde{c}_{rt} + \omega \tilde{c}_{kt} \quad (142)$$

$$\tilde{T}_t = (1 - \omega) \tilde{T}_{rt} + \omega \tilde{T}_{kt} \quad (143)$$

$$\tilde{T}_{kt} \iota = \tilde{T}_{rt} (1 - \iota) \quad (144)$$

Marché du travail

$$l_t = l_t^d v_t^w \quad (145)$$

$$v_t^w = \theta_w \left(\frac{\Pi^{1-\chi_w} \Pi_{t-1}^{\chi_w} \tilde{w}_{t-1}}{\Pi_t \tilde{z}_t \tilde{w}_t} \right)^{-\eta} v_{t-1}^w + (1 - \theta_w) \left(\frac{\tilde{w}_t^*}{\tilde{w}_t} \right)^{-\eta} \quad (146)$$

Marché des biens domestiques

$$\begin{aligned} \tilde{g}_t^i + \tilde{g}_t^c + \tilde{c}_t \eta^c \left(\frac{p_t^c}{p_t} \right)^{\varepsilon_c} + \tilde{i}_t \eta^i \left(\frac{p_t^i}{p_t} \right)^{\varepsilon_i} + \tilde{x}_t \\ + \frac{p_t^i \tilde{k}_{t-1} \left(\Phi_{1t} (u_t - 1) + \frac{\Phi_{2t}}{2} (u_t - 1)^2 \right)}{p_t \tilde{z}_t \tilde{\mu}_t} = \tilde{y}_t^d \end{aligned} \quad (147)$$

$$\tilde{y}_t = v_t^p \tilde{y}_t^d \quad (148)$$

$$v_t^p = \theta_p \left(\frac{\Pi^{1-\chi_p} \Pi_{t-1}^{\chi_p}}{\Pi_t} \right)^{-\varepsilon} v_{t-1}^p + (1 - \theta_p) \Pi_t^{-\varepsilon} \quad (149)$$

Marché des biens importés

$$\tilde{y}_t^M = \tilde{c}_t^M + \tilde{i}_t^M \quad (150)$$

$$\tilde{M}_t = v_t^M \left(\tilde{c}_t (1 - \eta^c) \Omega_t^c \left(\frac{p_t^M}{p_t^c} \right)^{-\varepsilon_c} + \tilde{i}_t (1 - \eta^i) \Omega_t^i \left(\frac{p_t^M}{p_t^i} \right)^{-\varepsilon_i} \right) \quad (151)$$

$$v_t^M = \theta_M \left(\frac{\Pi^{1-\chi_M} (\Pi_{t-1}^M)^{\chi_M}}{\Pi_t^M} \right)^{-\varepsilon_M} v_{t-1}^M + (1 - \theta_M) (\Pi_t^{M*})^{-\varepsilon_M} \quad (152)$$

Marché des biens exportés

$$\tilde{y}_t^x = \left(\frac{p_t^x}{p_t^W} \right)^{-\varepsilon_W} \tilde{y}_t^W \quad (153)$$

$$\tilde{x}_t = v_t^x \tilde{y}_t^x \quad (154)$$

$$v_t^x = \theta_x \left(\frac{\Pi^{1-\chi_x} (\Pi_{t-1}^x)^{\chi_x}}{\Pi_t^x} \right)^{-\varepsilon_x} v_{t-1}^x + (1 - \theta_x) (\Pi_t^{x*})^{-\varepsilon_x} \quad (155)$$

Actifs extérieurs nets

$$ex_t \tilde{b}_t^W = \frac{\tilde{y}_{t-1}^d ex_t / ex_{t-1}}{\tilde{y}_t^d \Pi_t \tilde{z}_t \gamma_t^L} R_{t-1}^W exp \left(-\Gamma^{bW} ex_t \tilde{b}_{t-1}^W \right) ex_{t-1} \tilde{b}_{t-1}^W + \frac{tb_t}{\tilde{y}_t^d} \quad (156)$$

Balance commerciale

$$tb_t = \tilde{y}_t^x \frac{ex_t p_t^x}{p_t} - \frac{ex_t p_t^W}{p_t} \tilde{M}_t \quad (157)$$

6.4 État stationnaire

6.4.1 Résultats immédiats

On a déjà défini dans le calibrage (section 2.6) le taux de croissance de la production, ainsi que l'inflation et le taux d'intérêt, domestiques et étrangers, en régime stationnaire. On retient en outre que la loi du prix unique s'applique (le taux de change réel exp^W/p est égal à l'unité), le taux de change nominal est constant ($ex_t = ex_{t-1}$) et les actifs extérieurs nets tout comme la balance commerciale sont nuls. Le taux d'utilisation du capital est égal à l'unité. L'inflation à l'étranger (Π^W) comme les autres ($\Pi^c, \Pi^i, \Pi^M, \Pi^x$) sont égales à l'inflation domestique. Les coûts d'ajustement de la part de la consommation importée ($1 - \Omega^c$) et de l'investissement importé ($1 - \Omega^i$) sont nuls. Les différentes inflations Π^* , Π^{M*} et Π^{x*} , tout comme les indices de dispersion des prix v^p, v^M et v^x , sont égales à l'unité.

Le prix des exportations (en monnaie domestique) par rapport au prix du bien final domestique est égal à la marge des entreprises exportatrices, donc $exp^x/p = \varepsilon^x / (\varepsilon^x - 1)$. Il en va de même pour le prix des importations, avec $p^M/p = \varepsilon^M / (\varepsilon^M - 1)$. On déduit, à partir du prix des importations, les prix de la consommation finale et de l'investissement final. Le prix de l'investissement final relativement au prix du bien final domestique est quant à lui égal au coût du capital q en régime stationnaire. On peut ensuite obtenir le rendement marginal du capital r , ainsi que la valeur du paramètre ϕ_1 , selon l'équation $\phi_1 = r/(p^i/p)$. On rappelle en outre que le rapport ϕ_2/ϕ_1 , qui donne la sensibilité de la variation du taux d'intérêt à une variation du taux d'utilisation du capital¹⁰⁷, est égal à 0,2, valeur reprise habituellement dans les modèles DSGE sur la zone euro (Smets et Wouters, 2003; Forni *et al.*, 2009). On déduit alors ϕ_2 . Les coûts marginaux de production des biens domestiques sont égaux à l'inverse de la marge, donc $mc = (\varepsilon - 1)/\varepsilon$. On en déduit le salaire d'équilibre w , w^* et l'indice de dispersion des salaires v^w .

107. On obtient ce rapport en log-linéarisant la condition du premier ordre sur le taux d'utilisation du capital (par le producteur du bien d'équipement).

6.4.2 Système non linéaire

Nous devons résoudre dans un second temps, à partir des valeurs en régime stationnaire définies précédemment, un système de 13 équations à 13 inconnues¹⁰⁸.

À partir de l'équation (110) de rémunération des facteurs de production, de la fonction de production des biens intermédiaires dans l'équation (107) et de l'équation (103) d'accumulation du capital, on déduit

$$\tilde{k} = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha} \frac{\tilde{w}(1+\tau^{wf})\tilde{\mu}\tilde{z}}{\tilde{r}} \right) l^d, \quad (158)$$

$$\tilde{y}^d = \frac{\frac{\tilde{A}}{\tilde{z}} \tilde{k}^\alpha (l^d)^{1-\alpha} (\tilde{k}^g)^{\alpha_g} - \phi}{v^p}, \quad (159)$$

$$\tilde{i} = \left(\gamma^L - \frac{(1-\delta)}{\tilde{\mu}\tilde{z}} \right) \tilde{k}. \quad (160)$$

\tilde{k}^g étant défini par l'équation (108) d'accumulation du capital public, \tilde{k} , \tilde{y}^d et \tilde{i} sont définies dès lors que l^d est défini.

L'équation (147) d'agrégation sur le marché des biens domestiques doit être réarrangée en remplaçant x . Si les actifs nets à l'étrangers sont nuls en régime stationnaire, alors la balance commerciale doit l'être aussi, d'où $\tilde{x} = p^W/p^x \tilde{M}$. On réécrit alors l'équation (147)

$$\tilde{c} = \frac{1}{\eta^c} \left(\frac{p^c}{p} \right)^{-\varepsilon_c} \left(\tilde{y}^d - \tilde{i} \eta^i \left(\frac{p^i}{p} \right)^{-\varepsilon_i} - \tilde{g}^c - \tilde{g}^i - \tilde{M} \left(\frac{p^W}{p^x} \right) \right) \quad (161)$$

et l'équation (151)

$$\tilde{M} = \left(\tilde{c} (1 - \eta^c) \left(\frac{p^M}{p^c} \right)^{-\varepsilon_c} + \tilde{i} (1 - \eta^i) \left(\frac{p^M}{p^i} \right)^{-\varepsilon_i} \right), \quad (162)$$

dont on tire \tilde{c} et \tilde{M} .

À partir de l'équation (95), on déduit

$$\tilde{\lambda} = \frac{\tilde{z} - h\beta\gamma^L}{(1-\omega)(\tilde{z}-h)\tilde{c}^r(1+\tau_c)\frac{p^c}{p}}, \quad (163)$$

avec \tilde{c}_r reliée à \tilde{c} par les 3 équations d'agrégation (142), (143) et (144), et la consommation des ménages non ricardiens, définie dans l'équation (96). \tilde{T} est par ailleurs définie de manière résiduelle à partir de la contrainte budgétaire de l'État dans l'équation (133).

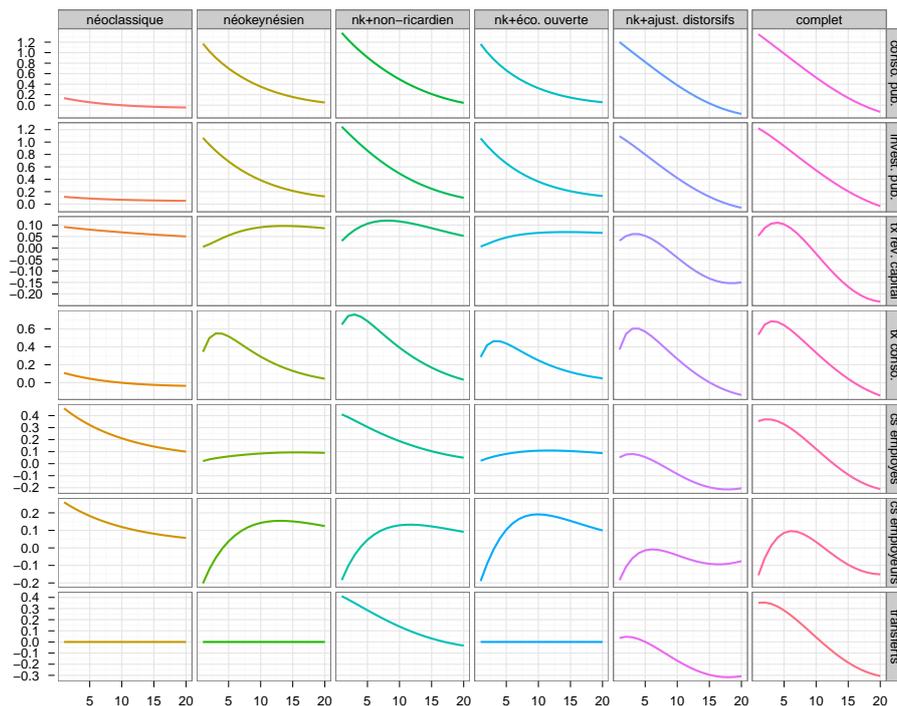
On déduit finalement l^d de la courbe de Phillips définie dans l'équation (101)

$$l^d = \left(\frac{1 - \beta\theta_w \tilde{z}^{\eta-1} \gamma^L}{1 - \beta\theta_w \tilde{z}^{\eta(1+\vartheta)} \gamma^L} \frac{\psi \left(\frac{\tilde{w}^*}{\tilde{w}} \right)^{-\eta\vartheta}}{\frac{\eta-1}{\eta} (1 - \tau^{wh} - \tau^n) \tilde{w} * \tilde{\lambda}} \right)^{-\frac{1}{\vartheta}}. \quad (164)$$

À ce système de treize équations, on en ajoute trois qui ne figurent pas directement dans le modèle. D'une part, on doit définir les valeurs de la consommation publique et de l'investissement public, précédemment calibrées uniquement par rapport à la production. D'autre part, le paramètre des coûts fixes dans la fonction de production des biens intermédiaires, ϕ , est calibré de telle manière que les profits sont nuls en régime stationnaire. Ainsi, la différence entre les ventes et les coûts totaux doit être nulle, donc $y - \frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}(y + \phi) = 0$. Après résolution du système, on déduit directement les valeurs en régime stationnaire des autres variables.

108. Ce sont les équations (95), (96), (101), (103), (107), (108), (110), (133), (142), (143), (144), (147), (151), qui permettent de trouver les valeurs en régime stationnaire des variables \tilde{c}_r , \tilde{c}_k , \tilde{c} , \tilde{T}_r , \tilde{T}_k , \tilde{T} , λ , l^d , \tilde{i} , \tilde{k} , \tilde{y}^d , \tilde{k}^g , \tilde{M} .

FIGURE 12 – Réponses impulsionnelles de la production en fonction du modèle et du choc

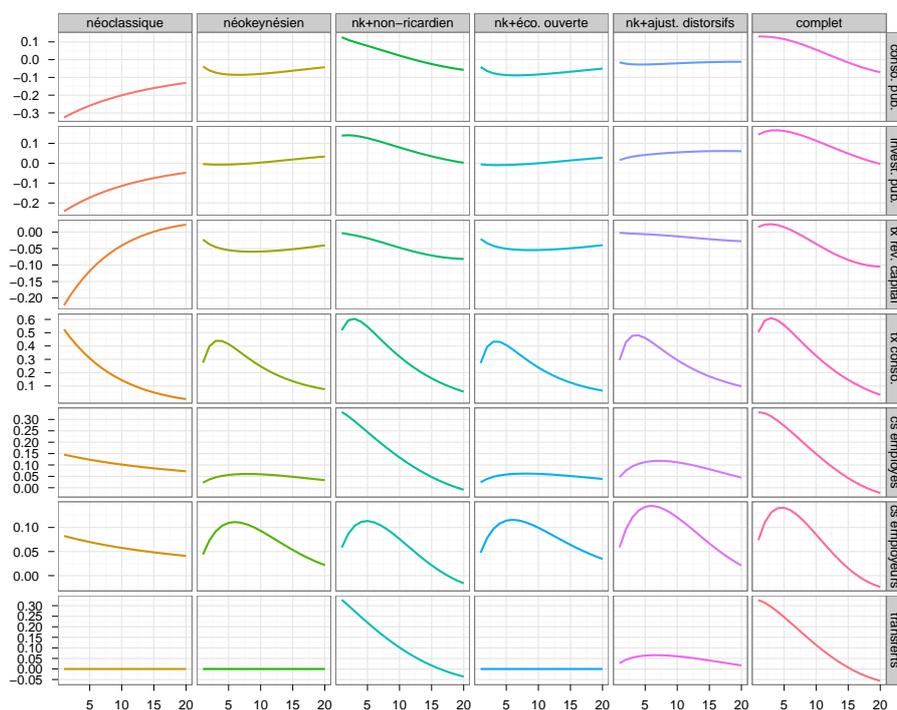


Note : L'axe des ordonnées désigne le taux de croissance de la production par rapport à la production d'équilibre, en points de pourcentage, en fonction du modèle (en colonne) et du choc (en ligne). Le modèle néoclassique est similaire à celui de Baxter et King (1993), le modèle néokeynésien à celui de Smets et Wouters (2003). On ajoute au modèle néokeynésien soit des ménages non ricardiens (nk+non ricardien), soit des échanges avec l'extérieur (nk+éco. ouverte), soit des ajustements budgétaires distorsifs (nk+ajust. distorsifs), soit les trois (complet). L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Chaque choc représente 1% de la production d'équilibre.

6.5 Réponses impulsionnelles en fonction du modèle et du choc

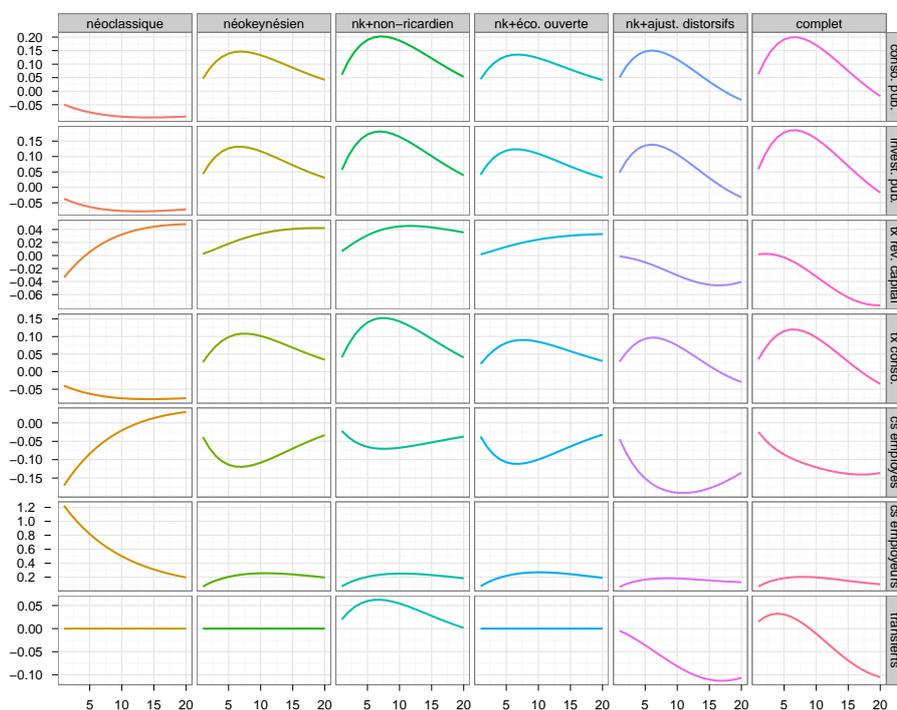
6.6 Réponses impulsionnelles en fonction du choc dans le modèle complet

FIGURE 13 – Réponses impulsionnelles de la consommation en fonction du modèle et du choc



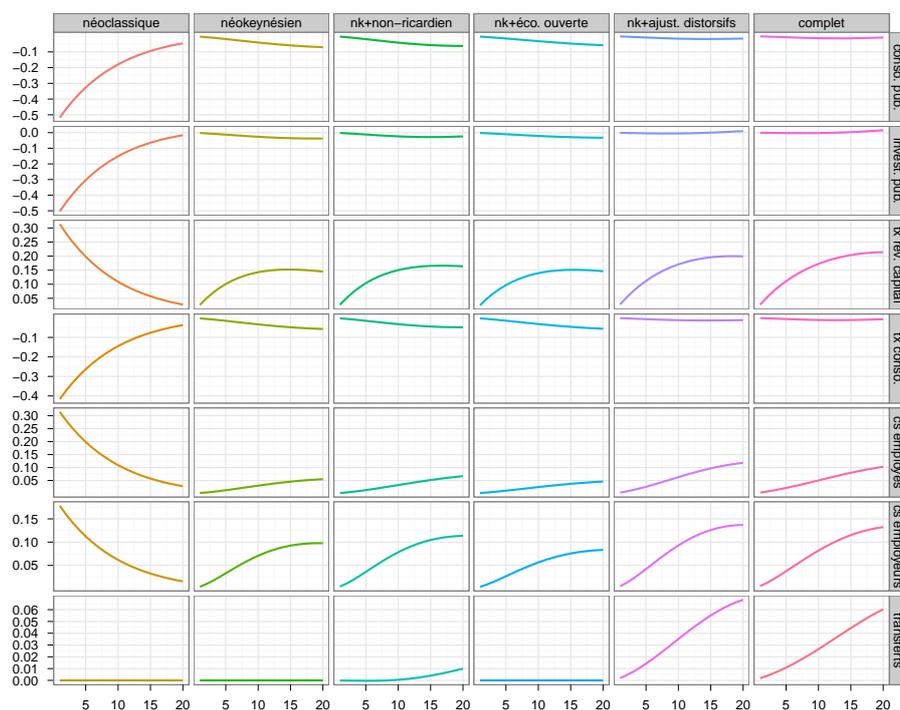
Note : L'axe des ordonnées désigne les déviations de la consommation par rapport à la consommation d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre, en fonction du modèle (en colonne) et du choc (en ligne). Le modèle néoclassique est similaire à celui de Barter et King (1993), le modèle néokeynésien à celui de Smets et Wouters (2003). On ajoute au modèle néokeynésien soit des ménages non ricardiens (nk+non ricardien), soit des échanges avec l'extérieur (nk+éco. ouverte), soit des ajustements budgétaires distorsifs (nk+ajust. distorsifs), soit les trois (complet). L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Chaque choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 14 – Réponses impulsionnelles des salaires bruts réels en fonction du modèle et du choc



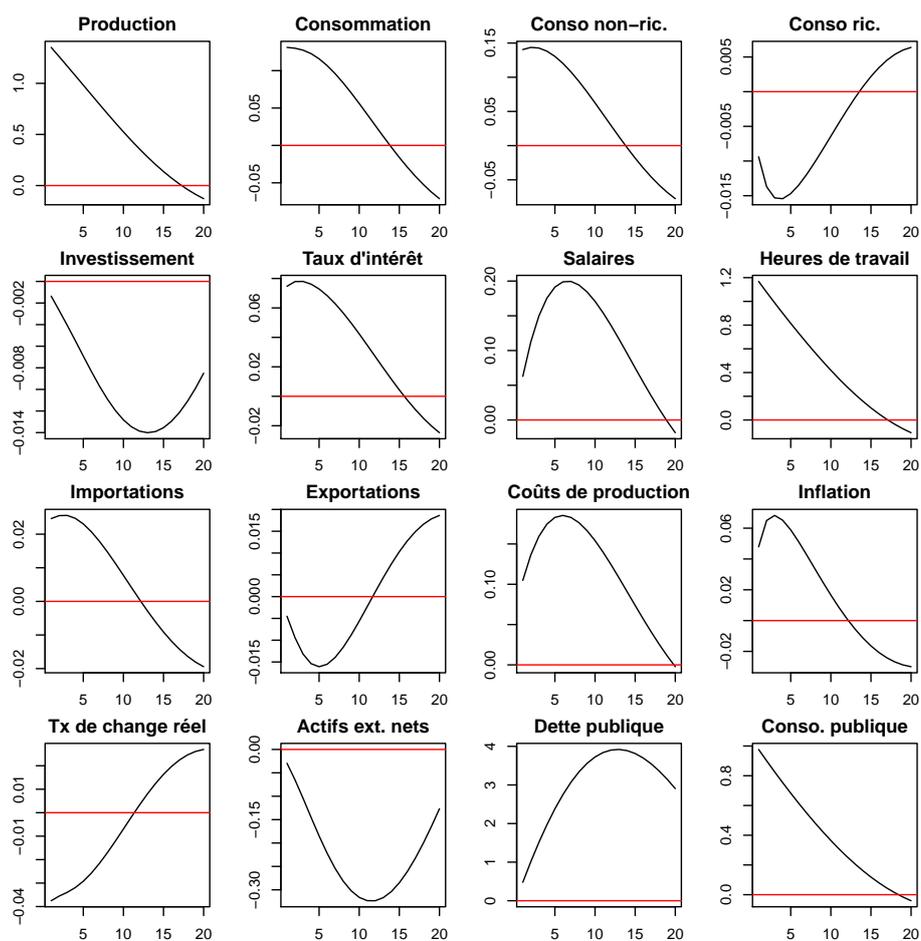
Note : L'axe des ordonnées désigne le taux de croissance des salaires bruts réels par rapport aux salaires bruts réels d'équilibre, en points de pourcentage, en fonction du modèle (en colonne) et du choc (en ligne). Le modèle néoclassique est similaire à celui de Barter et King (1993), le modèle néokeynésien à celui de Smets et Wouters (2003). On ajoute au modèle néokeynésien soit des ménages non ricardiens (nk+non ricardien), soit des échanges avec l'extérieur (nk+éco. ouverte), soit des ajustements budgétaires distorsifs (nk+ajust. distorsifs), soit les trois (complet). L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Chaque choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 15 – Réponses impulsionnelles de l'investissement en fonction du modèle et du choc



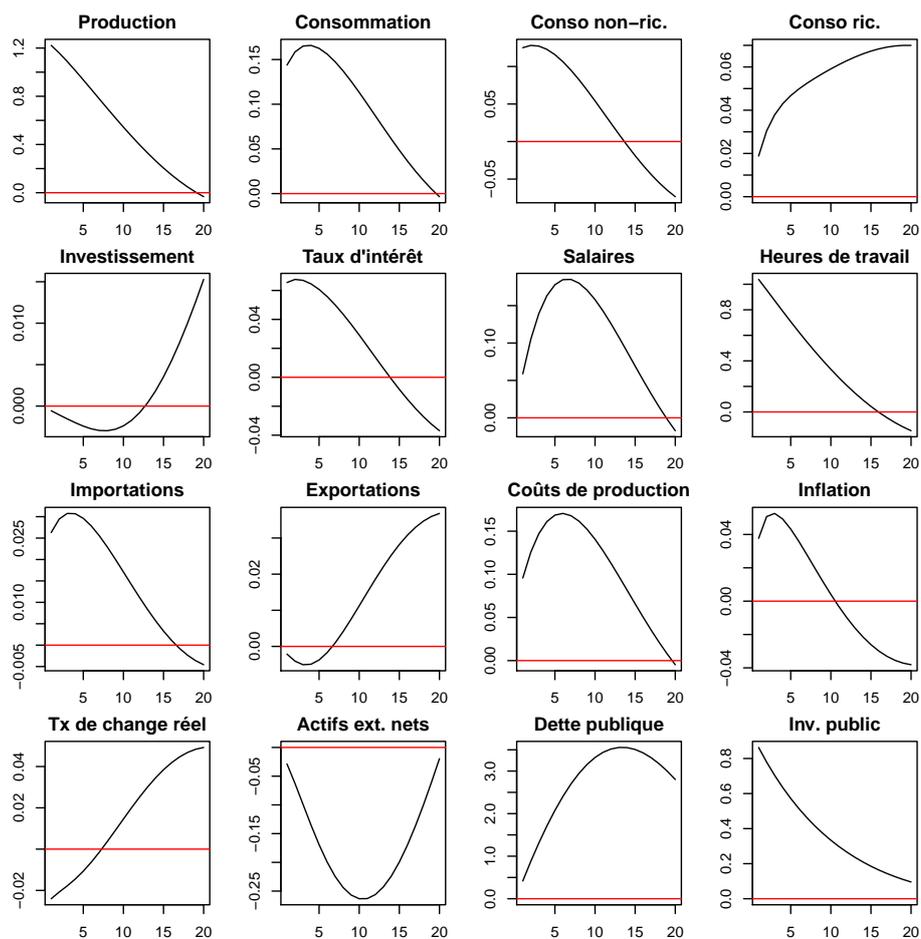
Note : L'axe des ordonnées désigne les déviations de l'investissement par rapport à l'investissement d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre, en fonction du modèle (en colonne) et du choc (en ligne). Le modèle néoclassique est similaire à celui de Baxter et King (1993), le modèle néokeynésien à celui de Smets et Wouters (2003). On ajoute au modèle néokeynésien soit des ménages non ricardiens (nk+non ricardien), soit des échanges avec l'extérieur (nk+éco. ouverte), soit des ajustements budgétaires distorsifs (nk+ajust. distorsifs), soit les trois (complet). L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Chaque choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 16 – Réponses impulsionnelles après un choc sur la consommation publique



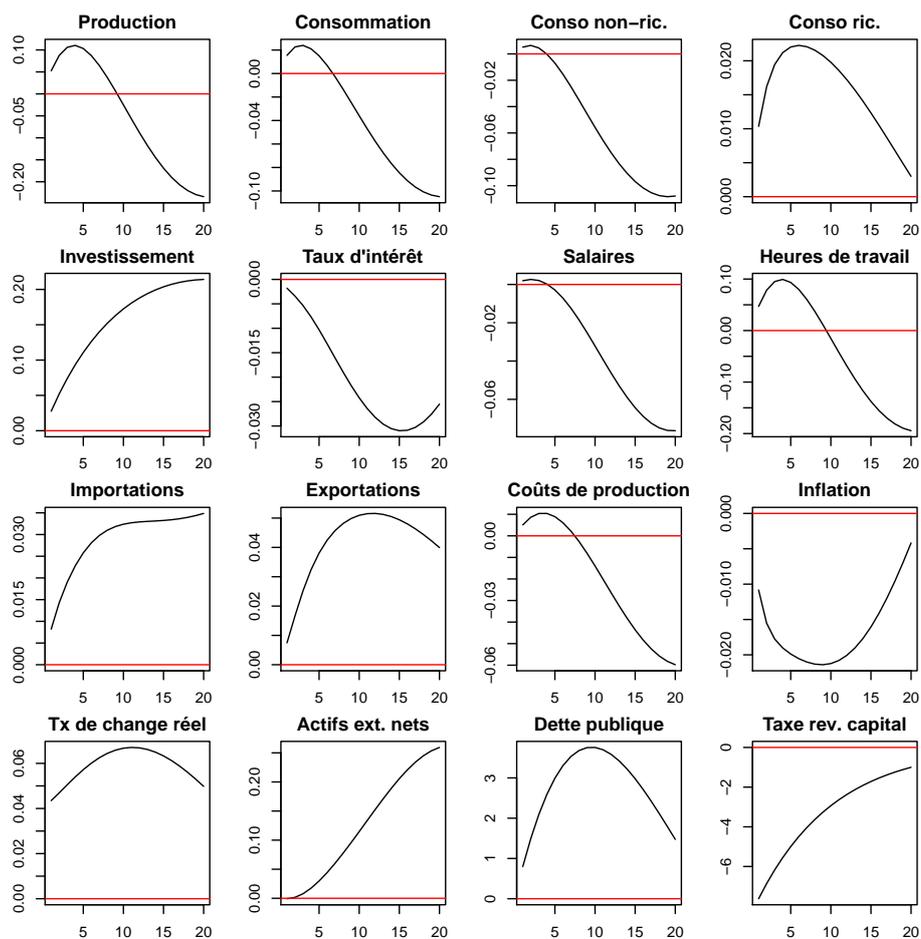
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 17 – Réponses impulsionnelles après un choc sur l'investissement public



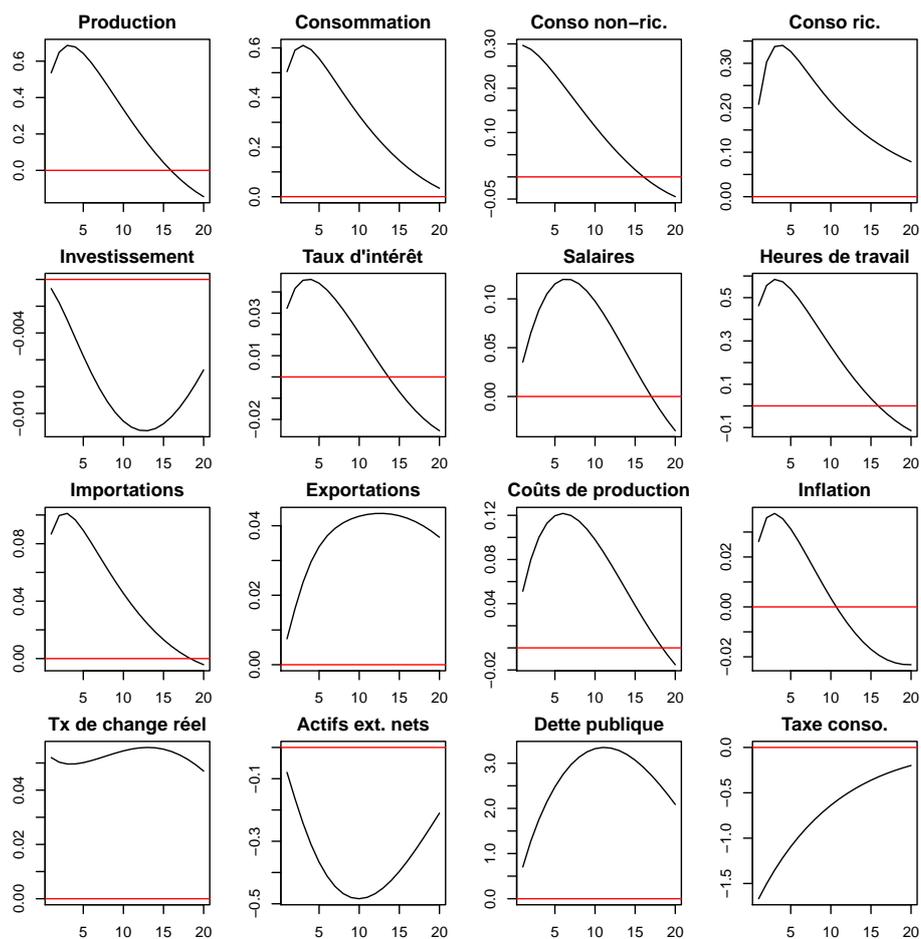
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 18 – Réponses impulsionnelles après un choc sur la taxe sur les revenus du capital



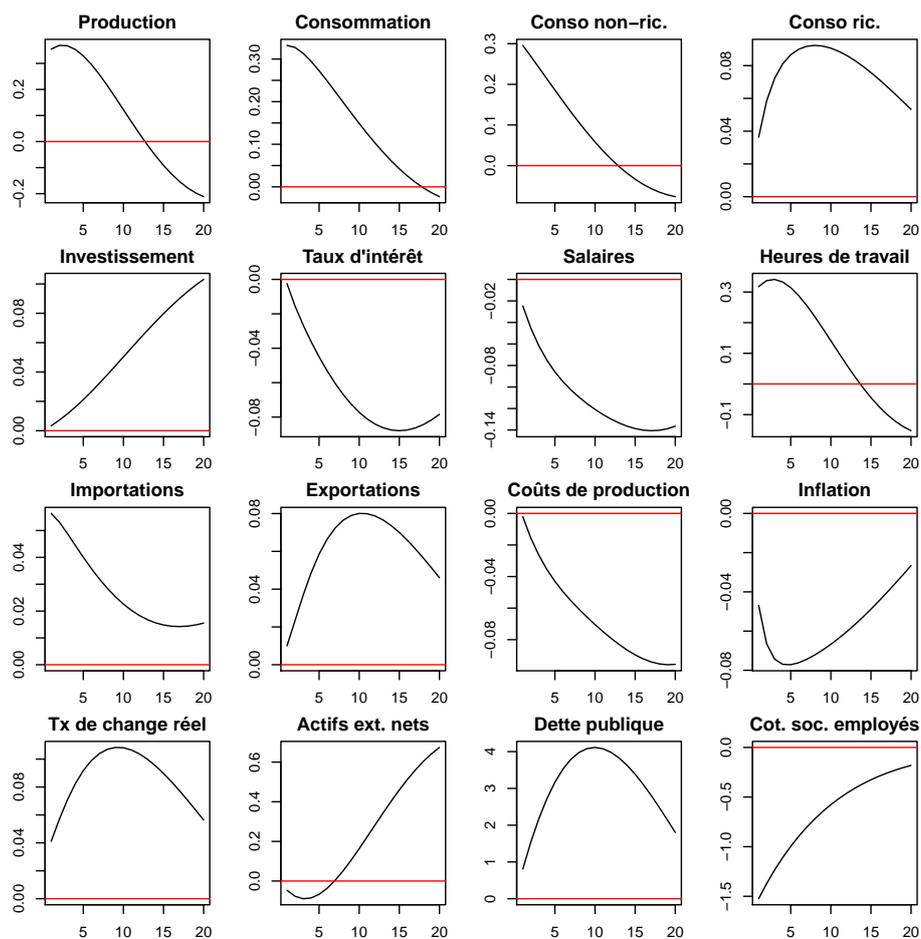
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 19 – Réponses impulsionnelles après un choc sur la taxe sur la consommation



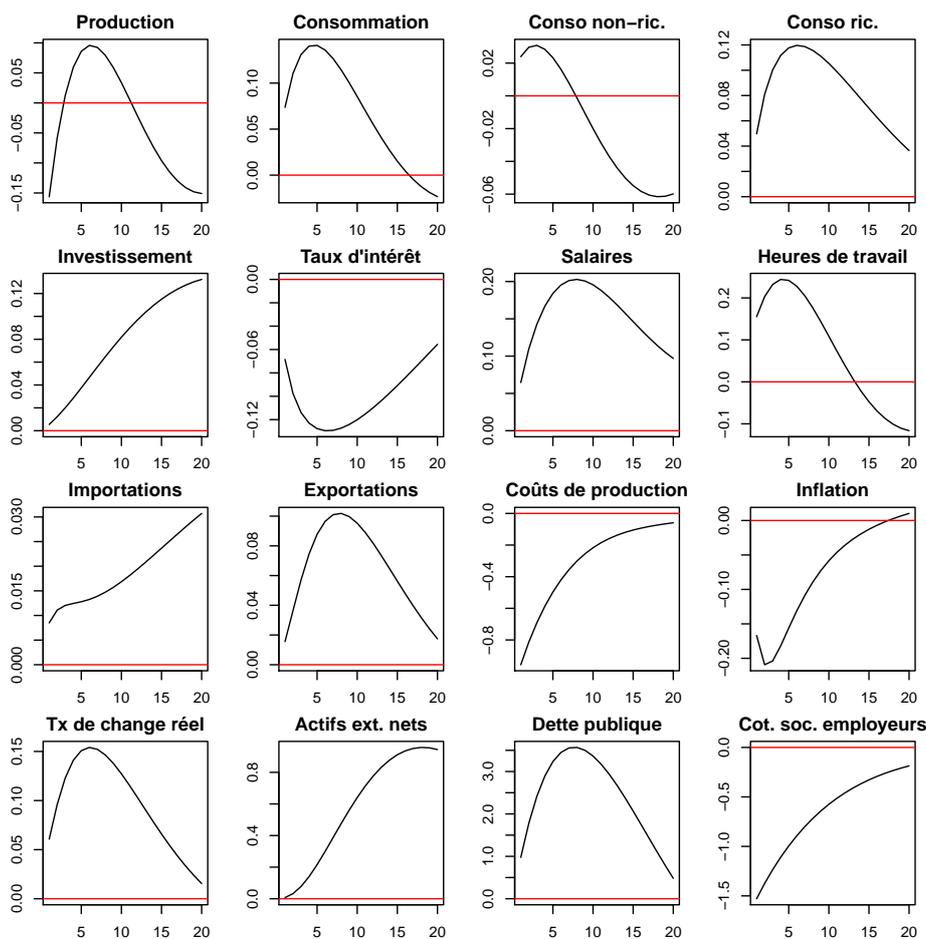
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 20 – Réponses impulsionnelles après un choc sur les cotisations sociales employés



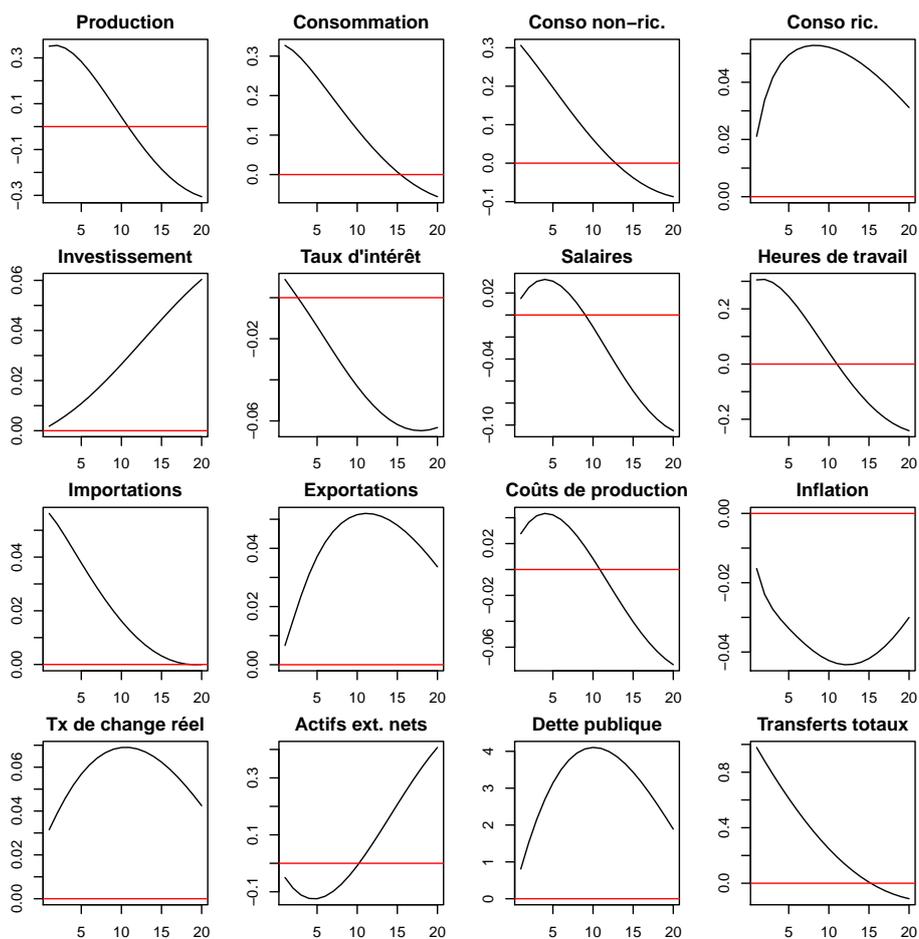
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 21 – Réponses impulsionnelles après un choc sur les cotisations sociales employeurs



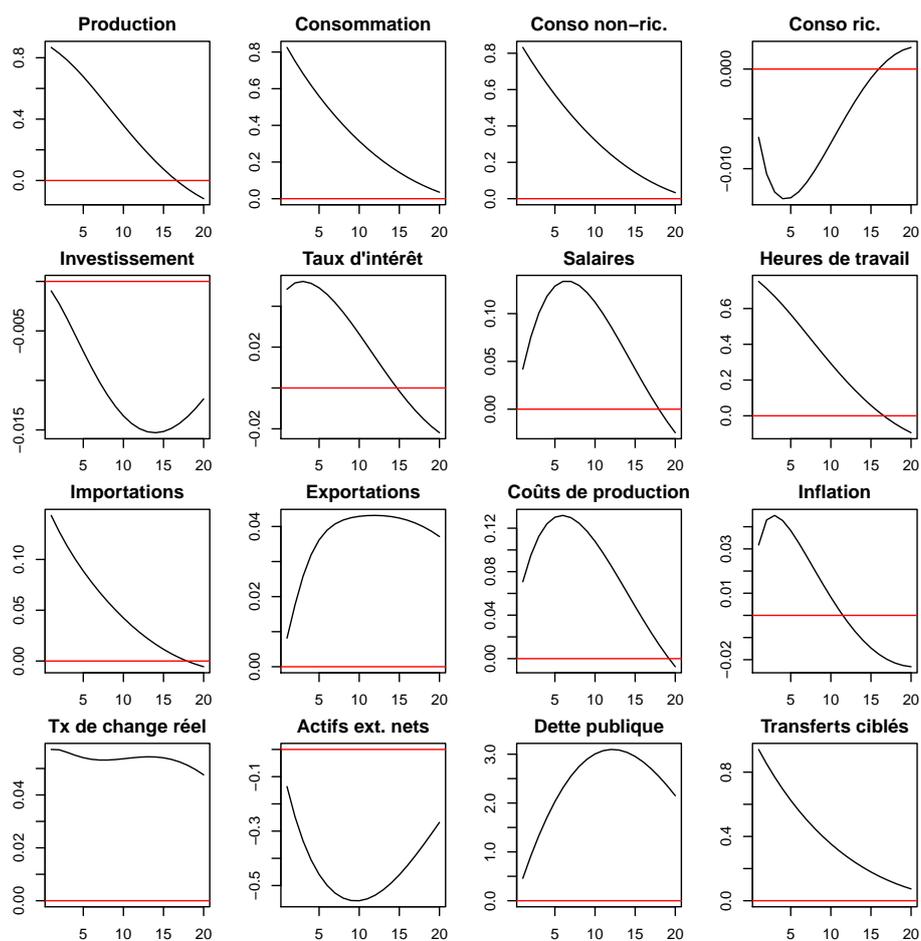
Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 22 – Réponses impulsionnelles après un choc sur les transferts



Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.

FIGURE 23 – Réponses impulsionnelles après un choc sur les transferts ciblés



Note : L'axe des ordonnées désigne, pour les variables en quantité, les déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage de la production d'équilibre. Salaire brut réel, heures de travail et coûts de production sont exprimés en taux de croissance par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Taux d'intérêt et inflation (annualisés) et taux de change réel sont représentés par leurs déviations par rapport aux valeurs d'équilibre, en points de pourcentage. Le taux de change réel est exprimé en monnaie domestique par unité de monnaie étrangère. L'axe des abscisses désigne le temps en trimestres à partir du choc. Le choc représente 1% de la production d'équilibre.