



Document de travail

Réserves de change et fonctionnement de l'économie marocaine :
enseignements partir d'un modèle DSGE

Aya Achour

Les opinions exprimées dans ce Document de Travail sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement la position de Bank Al-Maghrib. Afin de garantir une meilleure qualité et rigueur scientifique, les documents de travail publiés sont évalués par des arbitres externes, universitaires et chercheurs de banques centrales modernes.

Aucune reproduction ou traduction de la présente publication ne peut être faite sans l'autorisation des auteurs.

L'objet de la publication du présent Document de Travail est de susciter les débats et d'appeler commentaires et critiques.

Si vous avez des commentaires sur ce Document de Travail, veuillez les faire parvenir par e-mail : dr@bkam.ma

Ou par courrier à l'adresse suivante :

Bank Al-Maghrib, Département de la Recherche
277, Avenue Mohammed V - B.P 445 Rabat

Ce document peut être téléchargé sans frais par voie électronique sur : www.bkam.ma

ISSN (en ligne) : 2509-0658

Réserves de change et fonctionnement de l'économie marocaine: enseignements à partir d'un modèle DSGE

Achour Aya¹

Département de la Recherche
Bank Al-Maghrib
Email : a.achour@bkam.ma

Résumé

Ce document de travail investigate le rôle des réserves de change dans le fonctionnement de l'économie marocaine à travers la proposition et l'estimation d'une version augmentée du modèle dynamique stochastique d'équilibre général (DSGE) séminal de Smets and Wouters en économie ouverte. A l'opposé des formes standards relevées dans la littérature, le DSGE proposé tente de combler l'écart entre les travaux sur les régimes de change et ceux sur la théorie de pricing des actifs financiers en testant l'effet du niveau des réserves de change sur la prime à terme des taux des bons du trésor. Les résultats obtenus en matière de qualité d'ajustement et de fonctions de réponse impulsionnelles du modèle démontrent l'existence d'une relation procyclique entre le niveau des réserves de change et le cycle économique au Maroc. Les effets de second tour que celles-ci sont amenées à exercer sur les variables réelles et que l'on peut traduire en un mécanisme d'amplification des chocs, accroissent la volatilité de l'économie marocaine et réduisent les marges de manoeuvre de la politique monétaire. En termes d'implications économiques, l'occultation d'un tel mécanisme reviendrait à négliger une limite supplémentaire du régime de change fixe qui pourrait, lorsqu'elle n'est pas intégrée, biaiser la comparaison avec le régime de change flexible au Maroc. Enfin, une flexibilité plus accrue du régime de change au Maroc participerait à atténuer l'excès de volatilité qui résulte des fluctuations des réserves de change dans la mesure où le taux de change peut s'ajuster en continue pour absorber les différents chocs économiques.

Mots clés : DSGE, rigidités, estimation bayésienne, politique monétaire.

Jel-classification: C11, C32, E4, E5, E32, E60

¹L'auteure tient à remercier M. Nicolas Blancher, M. Vassili Bazinas et M. Thomas McGregor du FMI pour leurs précieux commentaires et suggestions.

1 Introduction

La question du choix du régime de change est depuis longtemps au centre d'une large revue de littérature qui a tenté d'évaluer les déterminants de la politique de change et de ses conséquences sur les performances des économies. Malgré un débat vieux de plusieurs décennies et un cumul de plusieurs échecs et réussites des expériences des pays, cette thématique reste l'un des plus grands mystères de l'économie internationale. Depuis 1978, il a été démontré qu'au moins une trentaine de déterminants ayant trait aux facteurs économiques, financiers, institutionnels et politiques interviennent dans le choix du régime de change²; c'est dire la complexité et la singularité de cet exercice. La multitude de tous ces facteurs serait d'ailleurs à l'origine de la forte diversité des régimes de change entre pays du même niveau développement et même au fil du temps pour une économie donnée.

Au delà de l'investigation empirique des effets du régime de change sur les agrégats macroéconomiques, en particulier la croissance et l'inflation, les travaux de recherche se sont surtout intéressés aux avantages et les limites de chaque catégorie de régime. A ce titre, les partisans de la fixité du taux de change avancent que ce régime confère une stabilité économique lorsque l'économie fait face à des chocs nominaux et/ou monétaires et que les institutions internes ne sont pas suffisamment développées et crédibles. Ainsi, la maîtrise de l'inflation qui résulte de l'ancrage du taux de change conduirait à une atténuation des incertitudes et participerait à soutenir les perspectives d'investissement et de croissance. A contrario, les défenseurs du régime de change flexible argumentent qu'en présence de rigidité sur le processus d'ajustement des prix et des salaires, la première ligne de défense contre les chocs externes doit passer par une plus grande volatilité du taux de change nominal qui devrait fluctuer librement pour les absorber. En l'absence d'un tel mécanisme, ce sont les variables réelles (croissance et emploi) qui s'ajustent en conséquence.

Au Maroc, la fixité du taux de change a constitué jusqu'à récemment la référence en matière de politique de change. Occasionnellement, des remaniements ont été effectués dans le but de mieux refléter l'évolution des échanges commerciaux du pays soit à travers l'adoption d'un panier de devises à la place d'une monnaie unique soit par l'actualisation des poids de celles-ci au fil du temps³. Si elle a été épargnée jusqu'à présent par des crises de change sévères telles qu'expérimentées par les pays de l'Amérique Latine et de l'Asie de l'Est, l'économie marocaine a toutefois été rythmée par une série de chocs externes (notamment dans les années 70 et 80 et plus récemment dans le sillage de la crise financière de 2008) qui se sont traduits par une dégradation de la balance des paiements et une contraction des

²Voir par exemple Heller (1978), Rogoff et al. (2003) et Papaioannou (2003).

³Quelques dévaluations du dirham ont été opérées dont les plus importantes remontent au Plan d'Ajustement Structurel des années 1980 qui ont débouché sur une dépréciation de 37%.

réerves de change. Dans ces conditions et afin d'éviter l'effondrement de sa monnaie, le Maroc s'est vu embarqué dans des politiques d'ajustement structurel qui ont nécessité des corrections coûteuses à la fois sur les plans économique et social. Avec l'ouverture commerciale et financière de plus en plus accrue du pays, le maintien de la fixité du taux de change pourrait se révéler préjudiciable pour l'économie notamment dans le cas de matérialisation de chocs externes adverses, voire extrêmes. Cette préoccupation se nourrit du fait que l'ancrage du taux de change augmente la probabilité de mésalignement de la monnaie locale comparativement à ses fondamentaux entravant ainsi l'activation des mécanismes d'ajustement nécessaires pour ramener l'économie à son sentier de croissance de long terme. La stabilité de la monnaie, principale vertu des régimes de change fixes, n'est pas toujours synonyme de viabilité vu que cette catégorie de régimes ne permet pas de diffuser à temps les signaux de déséquilibres macroéconomiques et de fragilité des institutions auxquels le pays pourrait être confrontés et qui peuvent entraîner une double crise de change et économique.

Outre la difficulté à s'ajuster aux déséquilibres macroéconomiques, la revue de littérature a mis en avant d'autres limites du régime de change fixe inhérentes notamment à sa vulnérabilité aux attaques spéculatives et à la faible autonomie de la politique monétaire qui peut être totalement sacrifiée au profit de l'objectif externe du taux de change. S'il est communément établi que sous un régime de change fixe ce sont les réserves de change qui jouent le rôle d'absorbateur de choc (ajustement par la quantité) au lieu du taux de change lui-même (ajustement par le prix), il n'en demeure pas moins que l'impact de cette volatilité sur les petites économies ouvertes à l'instar du Maroc n'est pas largement investigué dans les travaux académiques. Cette dichotomie pourrait s'expliquer par l'observation de Calvo et Reinhart (2001) qui stipule que les pays en voie de développement seraient plus tolérants vis-à-vis des fluctuations de leur stock de réserves que de la volatilité de leurs taux de change. En se référant à la littérature sur l'adéquation des réserves de change⁴, la dynamique d'accumulation ou d'effritement des réserves ne semble pas toutefois neutre sur l'économie. D'un côté, les petites économies ouvertes demeurent marquées par le poids important du commerce extérieur dans leur cycle économique, le volume de leur dette externe et la criticité des IDE qu'elles tiennent à renforcer. De ce point de vue, les réserves de change peuvent jouer le rôle de collatéral pour limiter la vulnérabilité de l'économie et garantir son bon déroulement.

D'un autre côté, et loin d'avoir des monnaies domestiques fortes et crédibles, les pays en développement disposent généralement de marchés financiers domestiques peu profonds et leur accès aux marchés internationaux est souvent contrarié par le caractère procyclique de ces derniers. Ainsi, la position des avoirs extérieurs nets de l'économie est fondamentale pour

⁴Voir le rapport du comité des relations internationales de la BCE (2006) et rapport du département des marchés monétaire et de capitaux du FMI (2013).

contrer les distorsions sur le marché des changes et limiter les volatilités excessives qui peuvent nuire à la stabilité de leur monnaie.

Dans le cas d'un régime de change fixe, l'interaction entre les réserves de change et l'économie réelle est davantage complexe. Par le canal des anticipations, les réserves de change agissent sur la perception des agents relativement à la viabilité externe du pays, et par conséquent, à leur appréhension de la stabilité des prix. De plus, les réserves de change agissent sur l'offre de la monnaie dans l'économie qui affecte à son tour les conditions monétaires, la dynamique d'octroi des crédits et la croissance in fine. Afin de neutraliser les effets des réserves sur la sphère réelle, les Banques centrales recourent à des mesures de stérilisation (d'injection) de différentes natures (réserves obligatoires, émission de bons, relèvement du taux d'intérêt), néanmoins l'efficacité d'une telle mesure est objet de débat⁵. En effet, le coût de la stérilisation (l'injection), dont l'évaluation peut représenter en soi un défi pour le décideur, peut parfois excéder ses bénéfices. Vu l'importance de ces canaux et la rareté des travaux qui se sont intéressés à la question, le présent document a pour but d'investiguer le rôle des réserves de change dans une petite économie ouverte sous un régime de change fixe, en mettant l'accent sur le cas du Maroc. Dans un second lieu, il tentera d'évaluer dans quelle mesure les fluctuations des réserves de change pourraient accentuer les limites précitées de la fixité du taux de change au pays. Pour répondre à ces interrogations, nous mobiliserons à cette fin une modélisation DSGE de l'économie marocaine qui accordera une place explicite aux réserves de change.

Pour rappel, les modèles DSGE se veulent une représentation à la fois dynamique, stochastique et à fondements microéconomiques du fonctionnement de l'économie. Eu égard aux développements théorique et numérique récents dont ont bénéficié ces modèles, leur attrait auprès de la communauté académique et des décideurs publics, particulièrement les Banques centrales n'a pas cessé de grandir. Les modèles DSGE, terminologie initialement attribuée à Goodfriend et King (1997), reposent sur une combinaison, d'une part, de la modélisation du cycle réel (RBC de Kydland et Prescott (1982)) à partir d'un agent représentatif développé par le courant de la Nouvelle économie classique et d'autre part, des innovations de l'école Nouvelle keynésienne qui a introduit les rigidités et les frictions caractérisant les marchés. Tenant compte de ces rigidités, les décisions de politique monétaire par exemple se révèlent non neutres sur l'économie et se transmettent à court terme aux variables réelles (dimension keynésienne) et à long terme aux variables nominales (dimension néoclassique). Par conséquent, ces modèles constituent de véritables instruments pour l'analyse et la formulation des politiques économiques, en particulier les politiques monétaires et de change.

⁵Voir Zhang 2011 et Chang et al. 2014.

Pour le cas du Maroc, notre travail consistera à développer un modèle DSGE en économie ouverte, estimé par une approche bayésienne sur des données trimestrielles couvrant la période 2007-2015. L'intérêt de l'estimation bayésienne réside dans la possibilité d'introduire des a priori sur l'économie provenant des résultats de travaux précédents ou des postulats de la théorie économique qui permettent d'améliorer l'ajustement du modèle aux données, particulièrement en présence d'une profondeur historique limitée des données mobilisées ou de ruptures structurelles fréquentes (Peiris et al, 2007).

En comparaison avec les travaux de recherche existants sur la modélisation DSGE de l'économie marocaine⁶, il convient d'abord de relever une certaine divergence au niveau de la spécification et de l'approche de résolution des modèles examinés. La raison étant que chaque papier est investi d'une problématique différente qui va de l'évaluation de la politique budgétaire, à l'analyse des liens entre les sphères financière et réelle ou au choix optimal du régime de change pour le Maroc. Toutefois, ces derniers ne soulignent pas suffisamment le caractère de petite économie ouverte du Maroc et ne se penchent pas sur le rôle que peuvent jouer les réserves de change dans l'ajustement aux chocs économiques. De plus, l'approche d'estimation bayésienne lorsqu'elle est retenue se limite à une partie seulement des données marocaines et ne couvre pas l'ensemble des marchés modélisés. En contraste avec ces travaux, le présent document tente de fournir une interprétation la plus exhaustive possible du fonctionnement de l'économie marocaine sous une panoplie de chocs interne et externe et en ligne avec les fondements microéconomiques des comportements des agents économiques. Le modèle DSGE proposé s'inspire des travaux séminaux de Smet et Wouters de 2003 et 2007 en les adaptant au contexte marocain à travers l'intégration des firmes importatrices et exportatrices, la prise en compte du régime actuel de politique monétaire et de change et la proposition d'un mécanisme théorique par lequel le processus d'accumulation des réserves pourrait affecter l'économie. A noter que la spécification de ce dernier aspect, capital pour notre problématique, emprunte significativement à la théorie financière sur le pricing des actifs (bons du trésors pour notre cas). Par ailleurs, conformément à la majorité des travaux traitant de la question, la modélisation des politiques économiques dans ce travail se rattache davantage aux recommandations théoriques et aux pratiques en vigueur sans renvoi explicite aux fondements microéconomiques de telles règles. La seule différence réside au niveau de la règle de Taylor, traduisant traditionnellement les décisions de politique monétaire sous un régime de ciblage d'inflation, qui a été modifiée afin de tester l'existence ou non d'un effet de réserves de change sur la politique monétaire. Enfin, l'estimation bayésienne a porté sur un plus large éventail de données marocaines englobant à la fois des agrégats relatifs à la crois-

⁶Benbachir et al. 2011, Tounsi et al. 2013 et Mossadak, 2013.

sance, au marché du travail et au secteur externe.

Le reste de ce papier est structuré comme suit. D’abord, un survol rapide de la littérature sur la naissance des modèles DSGE et leur intérêt pour les décideurs économiques est effectué. La deuxième section détaille la spécification du modèle et la résolution des problèmes d’optimisation des agents représentatifs. En respect à cette spécification, la troisième section traite de la log-linéarisation et de l’approche d’estimation du modèle. Dans la quatrième section, l’évaluation statistique et économique du modèle débouchera sur l’examen de l’importance des fluctuations des réserves de change en tant que déterminant du cycle économique au Maroc. Une discussion des principaux résultats trouvés et leur incidence sur l’appréciation du régime de change actuel clôturent enfin le travail.

2 Naissance des modèles DSGE et intérêt pour l’analyse des politiques économiques

Face à la difficulté des modèles macroéconométriques à prévoir la stagflation des années 70, plusieurs économistes ont remis en question le fondement de ces modèles et leurs critiques fondamentales à leur égard ont permis de révolutionner la doctrine de la macroéconomie⁷. Il s’agit de critiques d’ordre statistique relatives à l’absence de tests de causalité susceptibles de confirmer l’existence ou non d’une relation entre les variables (Sims, 1980) mais également d’ordre théorique telles que l’absence de fondements microéconomiques permettant la dérivation des comportements structurels de l’économie (Lucas, 1976 et Sargent, 1981). Ces fondements, dont sont dépourvus les modèles macroéconomiques traditionnels, se trouvent en effet à la base de tous les mécanismes d’agrégation à partir desquels doivent être construites les équations structurelles des modèles.

En réponse à ces limites, deux courants économiques se sont développés simultanément, englobant d’un côté les partisans de la théorie Nouvelle keynésienne et d’un autre côté, les défenseurs de la théorie du cycle réel. Le premier courant s’est principalement focalisé sur l’investigation des fondements microéconomiques qui sous-tendent des concepts keynésiens clés, tels que la non neutralité de la monnaie, la rigidité des grandeurs nominales ainsi que l’inefficience des fluctuations macroéconomiques⁸(Gali, 2007). Favorisant une approche plus quantitative de la macroéconomie, la théorie du cycle réel s’est investie au développement de modèles selon une méthodologie « bottom-up ». Celle-ci consiste à agréger les comportements des agents, exprimés à un niveau microéconomique, afin de dériver les fluctuations de l’économie à l’échelle macroéconomique. Dans ce contexte, une synthèse des

⁷Gali et Gertler (2007).

⁸L’inefficience est due à la présence de frictions sur les différents marchés pouvant entraîner une alternance du cycle économique entre des périodes d’expansion extrême et des épisodes de récession.

deux approches a naturellement émergé, marquant ainsi le champ contemporain de la macroéconomie quantitative. Cette nouvelle vision, désignée par la Nouvelle Synthèse néoclassique, a constitué le socle théorique d'une nouvelle famille de modèles macroéconomiques, en l'occurrence les modèles DSGE « Dynamic Stochastic General Equilibrium model ».

A la différence des autres modèles traditionnels, la modélisation DSGE repose sur une méthodologie rigoureuse et théoriquement robuste des comportements des agents économiques. Ces modèles mettent ainsi l'accent sur les paramètres structurels invariants aux politiques économiques et réservent une place fondamentale aux anticipations rationnelles des agents dans l'analyse des faits économiques (Tovar, 2009). De par leur conception, ils font un usage explicite des programmes d'optimisation d'agents représentatifs dans une approche:

- Dynamique: dans le sens que les comportements des agents ne dépendent pas uniquement des réalisations instantanées mais également de leurs décisions antérieures et de leurs anticipations futures ;
- Stochastique: incorporant des composantes aléatoires qui sont à l'origine des fluctuations des grandeurs économiques (Peiris et al, 2007);
- D'équilibre général où l'ajustement dynamique des prix, des salaires et du taux d'intérêt est opéré jusqu'à ce que l'offre égalise la demande sur tous les marchés simultanément (Dotsey, 2012).

De par leur conception, les modèles DSGE sont destinés à analyser et évaluer les différentes politiques économiques dans un cadre théoriquement cohérent. Outre leur robustesse aux critiques fondamentales de Lucas et Sims, ils permettent, en effet, de construire une vision claire et cohérente des faits économiques où les restrictions imposées sont aisément détectables contrairement aux autres modèles macroéconomiques. Plus particulièrement, les modèles DSGE procurent un cadre rigoureux pour l'analyse et l'identification des sources de fluctuations de l'économie, à partir duquel l'impact des différentes politiques économiques est étudié. De plus, il s'agit d'un des rares outils empiriques permettant de mesurer le bien-être social selon une option ou une autre de politiques économiques (Sims et al, 2014 et Juillard et al, 2006).

Par ailleurs, la prise en compte des rigidités nominales dans les modèles DSGE renforce leur attrait auprès des Banques centrales dans la mesure où le statut de non neutralité de la politique monétaire permet de quantifier l'impact des décisions des autorités monétaires sur la sphère réelle. Aussi, l'identification de la nature des chocs sous-jacents à la dynamique de l'économie (chocs d'offre ou chocs de demande) rendu possible par ce type de modèles constitue un repère d'excellence pour une formulation optimale de la politique monétaire.

Longtemps à la périphérie du processus de prise de décision, les travaux séminaux de Smet et Wouters (2003) et Christiano et al. (2005) ont montré la pertinence des modèles DSGE dans la décomposition des sources de fluctuations économiques et la production de prévisions macroéconomiques, au vu de leur ajustement satisfaisant aux données et leur performance prédictive qui demeurent comparables à ceux des modèles autoregressifs vectoriels (VAR). De plus, grâce aux avancées réalisées dans le domaine de la macroéconomie quantitative, il est désormais possible pour les modèles DSGE de produire des scénarios alternatifs des agrégats macroéconomiques⁹, d’appréhender les changements structurels affectant l’économie¹⁰, de conduire des exercices contrefactuels et d’étudier les mécanismes de transmission de la politique monétaire selon une approche théoriquement rigoureuse. Partant de là, plusieurs Banques Centrales de pays développés se sont intéressées à cette typologie de modèles afin de renforcer leur dispositif analytique et prévisionnel et d’améliorer leur compréhension du fonctionnement de leurs économies.

Compte tenu de leur fiabilité théorique et de leur robustesse empirique de plus en plus avérée, le développement des modèles DSGE n’est pas demeuré longtemps l’apanage des pays industrialisés et ils exercent actuellement un attrait majeur auprès des Banques centrales des pays émergents. Ces derniers ont d’ailleurs enrichi significativement le cadre théorique régissant cette famille de modèles permettant ainsi de nouvelles avancées en la matière (le renforcement de la place du taux de change dans la spécification des modèles DSGE, la sophistication de la modélisation de la prime de risque, l’intégration des secteurs échangeables et non échangeables spécialement pour les économies en transition, etc).

L’une des plus importantes manifestations de cet enrichissement touche en particulier l’optimalité de la politique monétaire, soit les conditions sous lesquelles celle-ci pourrait minimiser les distorsions suivant les caractéristiques des économies en considération. Il est certes admis que le cadre de modélisation nouveau-keynésien, auquel se réfèrent les modèles DSGE, considère invariablement que les changements dans les conditions de politique monétaire ont des effets non-négligeables sur les variables réelles, faisant de la politique monétaire un outil potentiel de stabilisation économique (Gali 2018). Toutefois, selon que le modèle développé retrace les propriétés d’une économie fermée ou ouverte, la littérature définit des conditions d’optimalité différente à la politique monétaire dans le but de maximiser le bien-être économique. En économie fermée, et sous l’hypothèse de la seule existence des rigidités nominales, une politique monétaire axée sur le ciblage de l’inflation domestique est susceptible d’entraîner simultanément une stabilisation de l’activité économique, une situation désignée généralement par la "coïncidence divine" (Gali et Blanchard 2007). A contrario, en présence

⁹Cette pratique a été popularisée essentiellement par les travaux de la Banque centrale de la Suède.

¹⁰Voir le GIMF développé par le département de recherche du FMI.

d'une économie ouverte, la littérature laisse présager une déviation du cadre normatif de la coïncidence divine, du fait que la politique monétaire est confrontée à un arbitrage entre d'une part la stabilisation simultanée des prix et de l'activité et d'autre part le lissage de la volatilité du taux de change nominal et des termes de l'échange. La caractérisation de la politique monétaire optimale en économie ouverte est associée à plusieurs déterminants, dont notamment les effets des termes de l'échange (Gali, 2008), les flux de capitaux étrangers (Gabaix and Maggiori (2015)) et la prime de risque (Farhi and Werning (2014)). En outre, les travaux indiquent que dans certains cas il pourrait être également désiré que la politique monétaire puisse concourir à la stabilisation des mouvements du taux de change particulièrement face aux effets de valorisation des bilans des agents économiques (Gourinchas and Rey, 2007) et en présence de chocs de liquidité ou de bulles spéculatives. Cette branche de la littérature traitant de l'optimalité des interventions de la politique monétaire pour juguler la volatilité du taux de change associe celle-ci à un certain nombre de conditions. Il s'agit du degré de pass-through du taux de change aux prix domestiques, l'intégration financière de l'économie et du degré de substituabilité entre les biens domestiques et les biens importés (Devereux et Yetman, 2014).

Les conclusions pertinentes de ces nouveaux développements constituent de véritables motivations pour la conception d'un modèle DSGE susceptible d'apporter un nouvel éclairage sur le lien entre les réserves de change et le cycle économique marocain. Intégrant un certain nombre de spécificités nationales, y compris le caractère de petite économie ouverte du Maroc, le modèle proposé tente de décrire le cadre actuel de politique de change, d'explicitier les rigidités nominales régissant le processus d'ajustement des prix et des salaires et d'examiner l'impact des rigidités réelles sur la décision d'investissement et la dynamique des importations au Maroc.

3 Description du modèle DSGE proposé: les agents optimisateurs

Dans la lignée des travaux de Smet et Wouters (2003, 2007) et Murchison et Rennison (2006), le DSGE développé comporte 5 agents retraçant les différentes relations qui caractérisent l'économie marocaine. Il s'agit des ménages, des firmes, de la Banque centrale, du gouvernement et du reste du monde. Les deux premiers agents sont supposés optimisateurs tandis que les autres blocs sont décrits par des règles de réaction ou par des fonctions de comportement.

3.1 Le consommateur

Le modèle suppose un consommateur ricardien¹¹ jouissant d'un accès libre aux marchés financiers. La fonction d'utilité de cet agent est régie par un mécanisme de substitution intertemporelle selon lequel il décide de sa consommation actuelle en fonction du flux des revenus qu'il anticipe dans l'avenir. Ce revenu est composé à la fois des salaires perçus, de la rémunération du capital prêté aux entreprises, du rendement des placements financiers et enfin du profit réalisé par les entreprises de l'économie qui appartiennent aux ménages.

- Programme d'optimisation des ménages

Supposons un continuum de ménages indexé par $h \in [0, 1]$ où chaque ménage maximise une fonction d'utilité intertemporelle de la forme suivante:

$$E_t \sum_{s=0}^{+\infty} \beta^s U_{ht+s} \quad (1)$$

Avec β le taux d'actualisation et U_{ht+s} une fonction d'utilité additive qui sépare la consommation du loisir et est soumise à un choc ε_t^b affectant les préférences des ménages selon la forme suivante:

$$U_{ht} = \varepsilon_t^b \left[\frac{1}{1 - \sigma_c} (C_{ht} - \xi C_{ht-1})^{1 - \sigma_c} - \frac{1}{1 + \sigma_l} l_{ht}^{1 + \sigma_l} \right] \quad (2)$$

La fonction d'utilité retenue dépend positivement de la consommation actuelle C_{ht} diminuée d'une proportion intrinsèque de la consommation passée ξC_{ht-1} expliquée par la formation des habitudes. La désutilité est croissante par rapport à la quantité du travail offerte l_{ht} . Le paramètre σ_c désigne le coefficient d'aversion au risque relatif au ménage, il est également l'inverse de l'élasticité de substitution intertemporelle de consommation. Le paramètre σ_l représente l'inverse de l'élasticité du travail par rapport au salaire réel.

L'énoncé (1) prend en considération l'existence de rigidités réelles selon lesquelles le consommateur change sa consommation d'une manière progressive en raison de ses habitudes ancrées sur le passé.

Le ménage confronté, dans un deuxième lieu, ses choix à sa contrainte budgétaire pour déterminer son comportement optimal. L'équation suivante dresse l'égalité entre les ressources et les emplois pour un ménage h :

$$\frac{B_{ht+1}}{R_t P_t} + C_{ht} + I_{ht} = \frac{B_{ht}}{P_t} + R_t^k K_{ht-1} + w_{ht} l_{ht} + \frac{D_{ht}}{P_t} \quad (3)$$

La rémunération réelle du capital $R_t^k K_{ht-1}$ et les dividendes versés par les firmes $\frac{D_{ht}}{P_t}$ augmentés de la rémunération réelle du travail $w_{ht} l_{ht}$ et du

¹¹Ceci renvoie à l'équivalence ricardienne où les ménages sont supposés prospectifs et donc internalisent la contrainte budgétaire du gouvernement dans leur schéma de consommation.

rendement réel des bons du trésor $\frac{B_{ht}}{P_t}$ servent à financer la totalité des emplois du ménage, soit la consommation réelle du ménage C_{ht} , son investissement réel I_{ht} et ses placements pour la période à venir $\frac{B_{ht+1}}{R_t P_t}$. A noter que R_t^k représente le taux de rémunération net d'une unité de capital physique tandis que R_t désigne le taux d'intérêt brut d'un bon du trésor supposé à une seule maturité.

3.1.1 Comportement de consommation et d'épargne

- Consommation

L'optimisation de la fonction objective (1) par rapport à la contrainte budgétaire (3) permet de décrire le sentier de consommation du ménage comme tel:

$$\varepsilon_t^b (C_{ht} - \xi C_{ht-1})^{-\sigma_c} = \lambda_{ht} \quad (4)$$

Cette équation égalise ainsi la consommation nette actuelle $C_{ht} - \xi C_{ht-1}$ et l'utilité marginale de consommation λ_{ht} .

- Epargne

Etant donné l'ouverture imparfaite du compte capital au Maroc, les ménages ne sont pas autorisés à épargner sur les marchés financiers internationaux. Par conséquent, ils sont restreints à des placements en bons du trésor émis par l'Etat. Le placement des ménages à l'équilibre prend la forme suivante:

$$\frac{B_{ht+1}}{R_t P_t} = \frac{B_{ht}}{P_t} + R_t^k K_{ht-1} + w_{ht} l_{ht} + \frac{D_{ht}}{P_t} - C_{ht} + I_{ht} \quad (5)$$

Ainsi, les ménages sont confrontés à un arbitrage entre consommation, investissement et demande de bons du trésor. A l'optimum, cette dernière dépend positivement du taux d'intérêt ainsi que du revenu réel disponible des ménages, soit l'ensemble des ressources diminuées de la consommation et de l'investissement.

3.1.2 Offre de travail et salaire optimal

Les ménages en offrant un travail de qualité différenciée se comportent en price-maker. Pour agréger l'offre de travail sur ce marché, caractérisé par une concurrence monopolistique, nous retenons le modèle de Dixit-Stiglitz. Ce modèle suppose l'existence d'une agence d'emploi fictive regroupant l'offre de travail des ménages suivant cette forme:

$$L_t = \left(\int_0^1 l_{ht}^{\frac{\varepsilon-1}{\varepsilon}} dh \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}} \quad (6)$$

où $\varepsilon > 1$ est l'élasticité de substitution entre les différents types de travail. L'agrégation des offres individuelles l_{ht} se fait en respectant l'élasticité de substitution ε prédéfinie. L'agence d'emploi minimise dans un second temps ses coûts en tenant compte de la fonction d'agrégation retenue et déduit à l'optimum la fonction de demande adressée à chaque ménage:

$$l_{ht} = \left(\frac{W_{ht}}{W_t}\right)^{-\varepsilon} L_t \text{ où } W_t = \left(\int_0^1 W_{ht}^{\varepsilon-1} dh\right)^{\frac{1}{\varepsilon-1}} \quad (7)$$

La demande individuelle de travail l_{ht} dépend positivement de la demande de travail agrégée L_t et décroît proportionnellement à l'augmentation du salaire nominal individuel W_{ht} en comparaison avec le salaire nominal agrégé W_t .

En s'inspirant des différents travaux empiriques¹, il est supposé que les ménages ajustent leurs salaires chaque fois qu'ils reçoivent un signal aléatoire d'optimisation. Selon cette rigidité à la Calvo, il existe une fraction de population qui, suivant une probabilité donnée $1 - \theta$, procède au réajustement de son salaire nominal W_{ht}^* . L'autre catégorie indexe son salaire sur le taux d'inflation passé. Le salaire nominal agrégé des ménages est alors la résultante de la décision des ces deux catégories et s'exprime comme suit:

$$W_t = [\theta_h (W_{t-1} \pi_{t-1})^{1-\varepsilon} + (1 - \theta_h) W_{ht}^{*1-\varepsilon}]^{\frac{1}{1-\varepsilon}} \quad (8)$$

En respect aux équations ci-dessus, la maximisation de l'utilité par rapport au salaire pour la proportion des ménages ayant reçu un signal d'optimisation conduit à la définition du salaire réel optimal w_{ht}^* comme suit::

$$w_{ht}^* = E_t \frac{\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \theta_h^{s-t} \varepsilon l_{hs}^{1+\sigma_l}}{\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \theta_h^{s-t} \lambda_{hs} (\varepsilon - 1) \frac{\pi_t}{\pi_{s,s-1}} l_{hs}} \quad (9)$$

3.1.3 Investissement et accumulation du capital

Les ménages offrent un capital homogène qu'ils louent aux entreprises opérant sur le marché des biens intermédiaires. A toute offre de capital correspond des coûts liés à l'ajustement de l'investissement. Suivant CEE (2001) et Smets and Wouters (2003), la contrainte de formation de capital prend la forme suivante:

$$K_t = (1 - \delta) K_{t-1} + F(I_t, I_{t-1}) \quad (10)$$

¹Voir Ecerge et al (2000) et Murchison et Rennison (2006).

avec

$$F(I_t, I_{t-1}) = (1 - S(\frac{\epsilon_t^I I_t}{I_{t-1}}))I_t \quad (11)$$

Où $S(\cdot)$ est une fonction de coût d'ajustement de l'investissement obéissant à un certain nombre d'hypothèses², I_t est le volume d'investissement pour la période t , δ le taux de dépréciation du capital et ϵ_t^I un choc affectant la fonction des coûts d'ajustement de l'investissement.

Ainsi, la dynamique de l'investissement des ménages, à l'optimum, est décrite comme suit:

$$Q_t \left[(1 - S(\frac{\epsilon_t^I I_t}{I_{t-1}})) - \frac{\epsilon_t^I I_t}{I_{t-1}} S'(\frac{\epsilon_t^I I_t}{I_{t-1}}) \right] + \beta E_t \left[\frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} Q_{t+1} \frac{\epsilon_{t+1}^I I_{t+1}}{I_t} (\frac{I_{t+1}}{I_t} S'(\frac{\epsilon_{t+1}^I I_{t+1}}{I_t})) \right] = 1 \quad (12)$$

Où Q_t représente la valeur réelle du capital définie selon les termes suivants:

$$Q_t = \beta E_t \left[\frac{\lambda_{ht+1}}{\lambda_{ht}} [R_{t+1}^k + (1 - \delta)Q_{t+1}] \right] \quad (13)$$

3.2 Firmes

Le modèle DSGE proposé distingue, dans la modélisation du tissu productif marocain, entre entreprises de biens intermédiaires et entreprises de bien final. La première catégorie de firmes produit un continuum de biens dont les attributs sont différenciés, oeuvrant ainsi sur un marché de concurrence monopolistique. Ces firmes utilisent, en outre, le capital, le travail et les intrants importés comme facteurs de production suivant des intensités constantes et une élasticité de substitution unitaire.

La concurrence imparfaite qui caractérise le marché de biens intermédiaires confère aux entreprises de ce marché un pouvoir de détermination de prix. Ce pouvoir est rendu limité par la rigidité à la Calvo stipulant que seule une proportion de ces entreprises réoptimise son prix en recevant un signal à caractère aléatoire.

Les entreprises de bien final se contentent de combiner les produits du secteur de biens intermédiaires suivant une élasticité de substitution constante pour produire un bien homogène sur un marché parfaitement concurrentiel.

Ce bien peut être un produit de consommation, un bien public au prix administré ou un produit destiné à l'exportation. Si le choix de modélisation des entreprises selon ces critères ne semble pas familier pour les économies émergentes ou en développement, il n'en demeure pas moins pertinent pour le cas du Maroc. D'une part, la distinction entre secteurs échangeable et non

²Pour plus de détail, voir CEE (2001) et Smets and Wouters (2003).

échangeable habituellement stipulée dans ces travaux est centrale pour expliquer la dynamique du taux de change réel, particulièrement en présence de l'effet Balassa-Samuelson¹². Toutefois, le taux de change effectif réel au Maroc est demeuré extrêmement lisse depuis le début des années 2000, excluant tout mouvement notable et persistant d'appréciation ou de dépréciation pouvant ainsi justifier un tel choix. D'autre part, cette distinction repose sur une bonne évaluation du poids et des intrants de chaque secteur dans l'économie qui fait inopportunément défaut pour le Maroc en raison de l'absence de données fines y afférentes.

Malgré cette distinction, le modèle proposé fait l'hypothèse d'une modélisation en économie ouverte. De ce fait, il s'intéresse de près à l'appréhension du comportement des importations et des exportations nationales. Dans cette perspective, le Maroc est considéré comme price-taker: il n'a aucune influence sur les prix du marché international et ne peut que subir leurs fluctuations exogènes. Au regard de la part des biens de consommation finale dans les produits importés qui n'a pas excédé 20% entre 2008 et 2016, ces derniers sont totalement considérés comme des intrants de production. Enfin, suivant une technologie de production de type Cobb-Douglas, ces biens importés sont combinés au travail et au capital afin de produire les biens intermédiaires¹³.

- Secteur de biens intermédiaires

Supposons un continuum de firmes produisant des biens intermédiaires dans un marché monopolistique, suivant une technologie de production en deux étapes et identique pour toutes les firmes. Pour illustrer ce processus, considérons une firme i appartenant au continuum de firmes $[0, 1]$. Le producteur crée, en premier stade(ou première nichée) une valeur ajoutée VA_{it} , composée de capital K_{it} et de travail L_{it} combinés suivant une fonction de type Cobb-Douglas:

$$VA_{it} = A_t L_{it}^\alpha K_{it}^{1-\alpha} \quad (14)$$

La variable A_t décrit le progrès technique propre à l'économie qui affecte la productivité globale des facteurs et donc le processus de formation de la valeur ajoutée. Dans le modèle, la dynamique de A_t est décrite par un processus autorégressif.

VA_{it} est utilisée dans un deuxième stade avec des biens importés ou consommation intermédiaire importée Cmp_{it} pour produire le bien intermédiaire Y_{it} :

$$Y_{it} = VA_{it}^\gamma (Cmp_{it})^{1-\gamma} \quad (15)$$

Y_{it} obéit, également, à une spécification de type Cobb-Douglas(CD) pour produire un bien suite à une combinaison de la valeur ajoutée et la consommation intermédiaire importée.

¹²Rabanal et Tuesta (2013).

¹³Voir Murchison et Rennison, Banque du Canada, 2006.

L'entreprise i est confrontée au choix des quantités optimales des facteurs à mobiliser pour produire la quantité optimale du bien intermédiaire i . Elle maximise alors son profit intertemporel sous contrainte des technologies de production (14) et (15).

$$E_t \sum_{s=0}^{+\infty} \beta^s \Pi_{it+s} \quad (16)$$

Π_{it} est le produit de ventes $P_{it}Y_{it}$ diminué des coûts de production (masse salariale W_tL_{it} , rémunération de capital $R_t^k K_{it}$ et consommation intermédiaire importée exprimée en monnaie locale), e_t le taux de change effectif nominal côté au certain et Pm_t le prix à l'import libellé en monnaie locale. Le profit engendré par la firme i est alors décrit comme suit:

$$\Pi_{it} = P_{it}Y_{it} - W_tL_{it} - R_t^k K_{it} - Pm_t Cmp_{it} \quad (17)$$

3.2.1 Demande de facteurs de production

- Capital

Le choix du volume optimal de capital K_{it} nécessaire pour la production du bien intermédiaire i dépend positivement de la valeur ajoutée générée VA_{it} . En revanche, la fonction de demande du capital est décroissante par rapport à son prix d'allocation R_t^k . Ainsi le volume optimal du capital est défini comme suit:

$$K_{it} = \frac{C_{-}VA_{it}VA_{it}(1-\alpha)}{R_t^k} \quad (18)$$

La fonction de production retenue stipule un certain degré de substituable entre le capital et le travail ; une augmentation de la demande de travail aura comme résultat la diminution de la demande en capital et vice-versa.

- Travail

La double optimisation par rapport au travail et par rapport au capital permet de déduire une fonction de demande de travail qui maintient le rapport entre les coûts de facteurs constant :

$$\frac{W_t L_{it}}{R_t^k K_{it}} = \frac{\alpha}{(1 - \alpha)} \quad (19)$$

La condition d'optimalité correspondant au travail caractérise bien une fonction de demande qui lie négativement le volume de travail demandé à la rémunération des salaires. Les fluctuations du cours d'un input ne pouvant être sans effets sur la demande des autres facteurs de production, l'entreprise tend ainsi à augmenter davantage sa demande de travail lorsque le taux de rémunération du capital augmente. A contrario, lorsque les poussées salariales flambent, la firme diminue l'effectif employé et recourt au capital pour satisfaire son plan de production.

Il est à noter que le rapport des volumes des facteurs demandés demeure le même pour toutes les entreprises. Par conséquent la masse salariale de l'économie $W_t L_t$ rapportée à la rémunération globale du capital $R_t^k K_t$ reste invariable (caractéristique de la spécification Cobb-Douglas).

- Consommation intermédiaire importée:

L'entreprise i adresse une demande en biens importés, conforme à son processus de production, afin de fabriquer le bien intermédiaire i . Le volume qui y est nécessaire est donné par:

$$Cmp_{it} = \frac{(1 - \gamma)mc_{it}Y_{it}}{Pm_t} \quad (20)$$

Où mc_{it} représente le coût marginal d'une unité supplémentaire de production. Une augmentation de la production en valeur pousse le producteur à accroître davantage sa demande en biens importés afin de satisfaire cette hausse. A l'inverse, la demande de biens importés est une fonction décroissante des prix à l'import exprimés en monnaie locale Pm_t .

3.2.2 Stratégie de production, importation et décision de prix:

A l'optimum¹⁴, la valeur ajoutée créée par la firme i dépend positivement de la valeur de la production souhaitée et négativement des coûts de production selon la forme suivante:

$$VA_{it} = \frac{mc_{it}Y_{it}}{C_VA_{it}} \quad (21)$$

¹⁴Correspondant aux conditions de premier ordre de notre problème d'optimisation.

Le coût marginal de production pour une technologie de production de type Cobb-Douglas en deux stades est fixe pour toute firme i , avec:

$$mc_{it} = \left(\frac{C_{-}VA_{it}}{\gamma}\right)^{\gamma} \left(\frac{Pm_t}{(1-\gamma)}\right)^{1-\gamma} \quad (22)$$

$$C_{-}VA_{it} = \frac{1}{A_t} \left(\frac{W_t}{\alpha}\right)^{\alpha} \left(\frac{R_t^k}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \quad (23)$$

Le coût marginal de production est indexé sur les prix des facteurs W_t , R_t^k et Pm_t qui sont supposés exogènes à la décision de l'entreprise.

- Prix optimal

Le marché des biens intermédiaires est caractérisé par une concurrence imparfaite attribuant aux entreprises un pouvoir de détermination des prix. Cependant, la révision du prix ne se fait pas à chaque période, elle dépend essentiellement de la prise en compte d'une information particulière sur le marché. Comme conséquence de ce type de rigidités, une proportion des firmes arrive à réoptimiser son prix. L'autre catégorie se limite à une indexation sur l'information passée, notamment sur l'inflation passée.

Soit $(1 - \theta_f)$ la proportion des entreprises qui réajustent leurs prix pour la période t . L'optimisation du programme de décision par rapport au prix conduit à la formule suivante:

$$p_{it}^* = E_t \frac{\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \theta_f^{s-t} \varepsilon_f mc_{is} Y_{is}}{\sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \theta_f^{s-t} (\varepsilon_f - 1) Y_{is} \pi_{s,t}} \quad (24)$$

Le prix réoptimisé p_{is}^* dépend négativement de l'inflation intertemporelle anticipée $\pi_{s,t}$ et positivement des coûts marginaux de production mc_{is} . Ces entreprises décident de leur prix en prenant en compte leur processus interne de production représenté par les coûts marginaux ainsi que le comportement global de l'économie reflété par l'inflation intertemporelle anticipée.

Le prix global de l'économie est une agrégation à la CES (Constant Elasticity of Substitution) des prix des firmes optimisatrices et des prix de l'autre catégorie de producteurs suivant l'expression suivante:

$$P_t = [\theta_f (P_{t-1} \pi_{t-1})^{1-\varepsilon_f} + (1 - \theta_f) p_{it}^{*1-\varepsilon_f}]^{\frac{1}{1-\varepsilon_f}} \quad (25)$$

ε_f est l'élasticité de substitution entre les biens intermédiaires et $\frac{1}{(1-\theta_f)}$ est la période moyenne entre deux réoptimisations de prix.

- Secteur des biens finaux

Les entreprises du secteur final produisent un bien agrégé destiné à la consommation des ménages, à l'État ou à l'exportation. Le secteur des biens finaux est parfaitement concurrentiel, ce qui correspond à un profit nul à l'équilibre. Le bien final Y_t est produit grâce à la combinaison de différents biens intermédiaires Y_{it} suivant une élasticité de substitution constante (Modèle de Dixit-Stiglitz). La production totale est alors:

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{it}^{\frac{\varepsilon_f - 1}{\varepsilon_f}} di \right)^{\frac{\varepsilon_f}{\varepsilon_f - 1}} \quad (26)$$

Opérant en concurrence pure et parfaite, l'entreprise de bien final ne peut qu'optimiser par rapport aux quantités de ses inputs qui sont supposés des biens produits par les firmes du secteur intermédiaire. La minimisation de ses coûts par rapport à ces quantités conduit à la fonction de demande suivante:

$$Y_{it} = \left(\frac{p_{it}}{P_t} \right)^{-\varepsilon_f} Y_t \quad (27)$$

La demande du bien intermédiaire Y_{it} dépend positivement du niveau total de production souhaité Y_t et négativement du rapport des prix relatif $\left(\frac{p_{it}}{P_t} \right)$.

$(\varepsilon_f - 1)$ correspond au « mark up » déterminé par les entreprises du secteur intermédiaire compte tenu du degré de concurrence du marché des biens intermédiaires et des coûts de facteurs afin de décider du prix final (*voir eq.24*).

La concurrence pure et parfaite qui régit le marché du bien final implique que P_t s'exprime comme une combinaison des prix des différents biens intermédiaires suivant l'agrégation suivante:

$$P_t = \left(\int_0^1 p_{it}^{\varepsilon_f - 1} di \right)^{\frac{1}{\varepsilon_f - 1}} \quad (28)$$

- Secteur des biens importés

Il a été supposé, dans le modèle DSGE, un bien intermédiaire importé utilisé comme intrant dans le processus de production par un agrégateur opérant en concurrence monopolistique selon la formule suivante:

$$M_t = \left(\int_0^1 c m p_{it}^{\frac{\varepsilon_m - 1}{\varepsilon_m}} di \right)^{\frac{\varepsilon_m}{\varepsilon_m - 1}} \quad (29)$$

Selon la loi du prix unique, les prix à l'import égalisent les prix à l'étranger lorsqu'ils sont convertis à une devise commune, toutefois, celle-ci n'est vérifiée qu'à long terme et des déviations sont souvent constatées à court terme due au pouvoir de fixation des prix par les importateurs. En

analogie avec le secteur du bien final, les prix à l'import sont alors exprimés comme suit :

$$Pm_t = \left(\int_0^1 Pm_{it}^{\varepsilon m - 1} di \right)^{\frac{1}{\varepsilon m - 1}} \quad (30)$$

- Equilibre ressource-emploi et équilibre externe

Le modèle DSGE établit une modélisation en équilibre général de l'économie. En perspective walrasienne, les marchés des biens et les marchés de facteurs sont en parfait équilibre.

Ainsi, les consommations privée et publique augmentées de l'investissement des ménages absorbent la production locale augmentée des biens importés. De même, la production des firmes intègre totalement l'offre de travail et du capital exprimée par les ménages. L'équation de clôture du modèle est représentée par l'équilibre sur le marché des biens et services comme suit:

$$VA_t = C_t + I_t + G_t + X_t - M_t \quad (31)$$

Par ailleurs, les échanges entre le Maroc et ses partenaires satisfont à l'identité de la Balance des paiements qui lie le processus d'accumulation des réserves RSV_t au déficit du compte courant selon les termes suivants:

$$RSV_t = RSV_{t-1} + P_t X_t - Pm_t M_t + residu_t^{rsv} \quad (32)$$

Il convient de noter que le terme $residu_t^{rsv}$ intègre les différentes rubriques de la balance des paiements qui ne sont pas explicites dans le modèle vu leur poids négligeable (cas des comptes capital et des opérations financières) ou leur caractère exogène qui n'est pas influencé par les arbitrages des agents (notamment les transferts des MRE).

4 La log-linéarisation du DSGE et dérivation des équations structurelles

La résolution analytique des modèles DSGE est rarement envisageable au vu de leur taille et de leur complexité¹⁵, ce qui porte les chercheurs à recourir à des méthodes de résolution numérique permettant d'approximer au mieux leur solution. L'investigation numérique des modèles DSGE passe en premier lieu par un procédé de stationnarisation déterministe ou stochastique des variables¹⁶, qui est souvent suivi par l'une des transformations les plus récurrentes dans la littérature, à savoir la linéarisation des équations autour de cet état stationnaire. Pour doter le modèle DSGE proposé d'un cadre comparatif et robuste, nous avons opté dans le présent travail pour une modélisation linéaire de l'économie marocaine.

¹⁵Villaverde et al. (2015).

¹⁶Voir Juillard, ESRI Conference, Tokyo, 2008.

La modélisation non linéaire découle directement de l'optimisation des programmes de décision par rapport à chaque variable. Elle rassemble alors les équations du modèle décrites dans la section (2). La linéarisation de ces équations au voisinage de l'état stationnaire en se basant sur un développement de Taylor permet de définir le mode linéaire du modèle¹⁷. A noter que $(\hat{\cdot})$ signifie la forme log-linéaire d'une variable donnée. Ainsi, la valeur log-linéaire \hat{x}_t d'une variable X_t par rapport à son état stationnaire est définie comme suit:

$$\hat{x}_t = \log\left(\frac{X_t}{\bar{X}}\right) \quad (33)$$

Le logarithme tend à produire des fonctions linéaires, spécialement pour les équations de forme multiplicative et le rapport de la variable par rapport à son équilibre permet d'obtenir des cycles stationnaires des variables retenues.

4.1 Fonction de consommation

L'optimisation conjuguée de la consommation et de la demande des bons du trésor définit l'équation log-linéaire de la consommation:

$$\hat{C}_t = \frac{\xi}{1+\xi}\hat{C}_{t-1} + \frac{1}{1+\xi}E_t\hat{C}_{t+1} - \frac{(1-\xi)}{\sigma_c(1+\xi)}(\hat{R}_t - E_t\hat{\pi}_{t+1}) + \frac{(1-\xi)}{\sigma_c(1+\xi)}(\hat{\varepsilon}_t^b - E_t\hat{\varepsilon}_{t+1}^b) \quad (34)$$

La consommation actuelle des ménages dépend positivement de la consommation passée (formation des habitudes) et de l'anticipation de la consommation future $E_t\hat{C}_{t+1}$. La relation négative entre la consommation et le taux d'intérêt réel traduit clairement le mécanisme de substitution intertemporelle de la consommation. Ainsi, toute anticipation de hausse du taux d'intérêt réel persuade les ménages de transformer le produit de leur consommation en investissement ou en épargne.

L'élasticité de la consommation par rapport au taux d'intérêt réel ne dépend pas uniquement de l'inverse de l'élasticité de substitution σ_c , elle est également augmentée du coefficient de formation d'habitudes ξ .

4.2 Offre du capital et stratégie d'investissement

La condition du premier ordre relative à l'investissement permet de déduire l'équation linéaire suivante:

$$\hat{I}_t = \frac{1}{1+\beta}\hat{I}_{t-1} + \frac{\beta}{1+\beta}E_t\hat{I}_{t+1} + \frac{\rho}{1+\beta}\hat{Q}_t + \frac{1}{1+\beta}(\beta\hat{\varepsilon}_{t+1}^I - \hat{\varepsilon}_t^I) \quad (35)$$

¹⁷Il est supposé à l'état stationnaire que l'économie est à son sentier de croissance régulier défini en respect à un taux de croissance brut de long terme égal à 1. Cete hypothèse est retenue pour sa simplicité et par le fait que le modèle proposé n'examine pas les aspects structurels relatifs par exemple à un changement de régime ou à l'analyse de la soutenabilité à long terme des fondamentaux.

Le volume de l'investissement actuel prend ancrage sur son passé ainsi que sur les valeurs anticipées. De même, la décision d'investissement dépend positivement de la valeur réelle du capital qui est défini selon les termes suivants:

$$\hat{Q}_t = -(\hat{R}_t - E_t \hat{\pi}_{t+1}) + (1 - \beta(1 - \delta))\hat{R}_{t+1}^k + \beta(1 - \delta)E_t \hat{Q}_{t+1} \quad (36)$$

Avec ρ l'inverse de la dérivée seconde de la fonction du coût d'ajustement de l'investissement considérée à l'état stationnaire.

La dynamique d'accumulation du capital permet de définir le stock du capital devient:

$$\hat{K}_t = (1 - \delta)\hat{K}_{t-1} + \delta \hat{I}_t \quad (37)$$

4.3 Salaire réel

L'équation log-linéaire du salaire réel met le salaire global de l'économie en relation avec la consommation, la demande de travail et l'inflation suivant cette expression:

$$\begin{aligned} \hat{w}_t = & \frac{\theta_h(1 + (1 - \beta\theta_h)\sigma_{L\varepsilon})}{1 + \beta\theta_h^2} \hat{w}_{t-1} + \frac{\theta_h(1 + (1 - \beta\theta_h)\sigma_{L\varepsilon})}{1 + \beta\theta_h^2} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{\beta\theta_h^2}{1 + \beta\theta_h^2} E_t \hat{w}_{t+1} - \\ & \frac{\theta_h(1 + (1 - \beta\theta_h)\sigma_{L\varepsilon} + \beta\theta_h)}{1 + \beta\theta_h^2} \hat{\pi}_t + \frac{\beta\theta_h^2}{1 + \beta\theta_h^2} \hat{\pi}_{t+1} - \frac{(1 - \beta)\theta_h\sigma_{L\varepsilon}}{1 + \beta\theta_h^2} \left[\hat{w}_t - \frac{1 - \theta_h}{\theta_h\varepsilon} \hat{L}_t \right. \\ & \left. - \frac{(1 - \theta_h)\sigma_c}{\theta_h\sigma_{L\varepsilon}(1 - \xi)} (\hat{C}_t - \xi\hat{C}_{t-1}) \right] \end{aligned} \quad (38)$$

Le salaire réel dépend positivement du salaire de la période précédente ainsi que du taux d'inflation passé. Toute hausse ressentie sur la demande de travail se traduit par un pouvoir supplémentaire de négociation et donc par une augmentation du salaire.

Enfin, l'équation de salaire réel rend compte d'une pratique d'indexation sur l'inflation passée. Ainsi, toute augmentation de l'inflation conduira à une revalorisation future du salaire réel.

4.4 Demande de travail

Un des principaux avantages du choix de la technologie de production de type Cobb-Douglas réside dans la facilité à log-linéariser les différentes relations de demande des facteurs. En effet, en conjuguant la fonction de demande de travail à celle du capital, nous retenons alors:

$$\hat{L}_t = \hat{R}_t^k + \hat{K}_t - \hat{w}_t \quad (39)$$

4.5 Coût marginal réel de production

Le coût d'une unité supplémentaire de production dissimule pour une firme toute sa stratégie d'exploitation des facteurs, de création d'innovation, de formation de son capital humain et d'expansion de ses activités. Ce coût renvoie directement aux prix de facteurs, mais également aux procédés d'innovation du processus de production, représentés par la productivité globale des facteurs.

L'équation log-linéaire du coût marginal réel est comme suit:

$$\widehat{mc}_t = \gamma \widehat{C_VA}_t + (1 - \gamma) \widehat{pm}_t \quad (40)$$

$$\widehat{C_VA}_t = \alpha \hat{w}_t + (1 - \alpha) \hat{R}_t^k - \hat{A}_t \quad (41)$$

Le coût marginal de production est une moyenne du salaire réel \hat{w}_t , du taux de rémunération réel du capital \hat{R}_t^k et des prix à l'import réels \widehat{pm}_t pondérée par les intensités d'utilisation des facteurs de production et diminuée d'une quantité traduisant la productivité globale des facteurs.

4.6 Courbe de Phillips new keynésienne

La log-linéarisation de l'équation du prix et de la relation de ré-optimisation des prix des biens intermédiaires conduit à l'identification d'une nouvelle courbe de l'inflation, dite la courbe de Philips new keynésienne, définie par l'équation suivante:

$$\begin{aligned} \hat{\pi}_t = & \frac{1}{1 + \beta} \hat{\pi}_{t-1} + \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \hat{\pi}_{t+1} + \\ & \frac{(1 - \theta_f)(1 - \theta_f \beta)}{\theta_f(1 + \beta)} (\gamma(\alpha \hat{w}_t + (1 - \alpha) \hat{R}_t^k - \hat{A}_t) + \\ & (1 - \gamma) \widehat{pm}_t) \end{aligned} \quad (42)$$

$\hat{\pi}_t$ correspond à l'inflation en écart par rapport à l'inflation potentielle. Le processus de formation de l'inflation est étroitement lié à l'information passée du taux d'inflation, à l'anticipation de l'inflation future et du coût marginal engagé. La proportion de l'inflation expliquée par les coûts introduit l'impact de l'économie réelle sur les prix.

Le choix de la fonction de production de type Cobb-Douglas permet d'identifier le coût marginal réel de production par le biais des prix exogènes du capital et du travail et des produits importés. Par ailleurs, l'élasticité de l'inflation par rapport aux variations du coût marginal de production dépend du degré de rigidité des prix θ_f . L'indexation sur l'inflation retardée reflète le degré de persistance de cette variable et son effet sur la dynamique de formation des prix. Enfin, l'existence d'une catégorie de firmes à accès parfait à l'information donne lieu au comportement forward-looking de l'inflation.

L'équation retrace (42) la forme « hybride » de la courbe de Phillips new-keynésienne, expliquant l'inflation en fonction de sa dynamique passée, courante et anticipée, ainsi que les pressions émanant de la sphère réelle. Puisqu'elle incorpore davantage d'informations, avec la rigidité des prix à la Calvo et le prix optimal de production, cette courbe d'inflation est la plus récurrente dans la littérature et la plus utilisée pour inférer sur les propriétés d'une politique monétaire optimale.

4.7 Equation des importations et prix à l'import

La log-linéarisation de l'équation de demande des intrants importés conduit à la fonction d'importation suivante:

$$\hat{M}_t = \hat{Y}_t + \widehat{mc}_t - \widehat{pm}_t \quad (43)$$

Toutefois, il convient de noter qu'en présence du système de compensation des produits énergétiques et alimentaires de première nécessité mis en place par le gouvernement jusqu'en 2014 et au regard du caractère incompressible d'une bonne proportion des composantes importées (Tableau 1), il est supposé qu'une fraction des importations ρ_m ne réagit pas complètement aux mouvements des prix¹⁸. Ainsi:

$$\hat{M}_t = \rho_m \hat{M}_{t-1} + (1 - \rho_m)[\hat{Y}_t + \widehat{mc}_t - \widehat{pm}_t] \quad (44)$$

Le volume des importations augmente consécutivement à l'évolution favorable de l'activité économique ainsi que le rapport entre le coût marginal local et les prix à l'import exprimés en monnaie nationale. Lorsque ce rapport augmente, ceci signifie que les produits locaux deviennent plus chers comparativement au produit importé, entraînant par la suite une hausse des importations.

¹⁸Par analogie avec l'hypothèse du faible ajustement de l'emploi développée dans Smets and Wouters,

Tableau1: Structure des importations nationales entre 2007 et 2015

	Alimentation, boisson et tabac	Energie et lubrifiants	Produits bruts	Demi produits	Produits finis d'équipement	Produits finis de consommation
2007	10%	21%	6%	23%	21%	19%
2008	10%	22%	8%	21%	22%	17%
2009	9%	20%	5%	20%	25%	20%
2010	10%	23%	5%	21%	22%	19%
2011	11%	25%	6%	21%	19%	17%
2012	11%	28%	6%	20%	19%	17%
2013	9%	27%	5%	21%	21%	17%
2014	11%	24%	5%	21%	22%	18%
2015	10%	18%	6%	23%	25%	19%
Moyenne	10%	24%	6%	21%	22%	18%

Source: Office des Changes

S'agissant des prix à l'import, le modèle proposé se départit des travaux empiriques en ce qui concerne la loi du prix unique qui stipule le prix d'un bien est le même quelque soit le marché sur lequel il est échangé dès lors que la dimension du taux de change est intégrée. A la place, nous relaxons l'hypothèse d'un pass-through complet du taux de change en supposant un ajustement graduel et imparfait à court terme des prix à l'import par rapport aux prix internationaux et aux fluctuations du taux de change. En présence de rigidités nominales qui empêchent les importateurs d'ajuster leur prix à tout instant (rigidité à la Calvo des prix à l'import représentée par θ_m) et par analogie à la dynamique de l'inflation prédéfinie, nous obtenons après transformation mathématique une nouvelle courbe de Philips de l'inflation des prix des produits importés selon les termes suivants¹⁹:

$$\hat{\pi}_t^m = \frac{1}{1+\beta}\hat{\pi}_{t-1}^m + \frac{\beta}{1+\beta}E_t\hat{\pi}_{t+1}^m + \frac{(1-\theta_m)(1-\theta_m\beta)}{\theta_m(1+\beta)}(\hat{p}par_t - \hat{e}_t - \hat{p}m_t) + \hat{\epsilon}_t^m \quad (45)$$

A noter que $\hat{p}par_t$ représente l'indice des prix à la consommation chez les pays partenaires.

4.8 Le modèle DSGE: les agents non optimisateurs

- Banque Centrale et dynamique du taux d'intérêt

Dans la majorité des modèles DSGE, la fonction de réaction de la Banque centrale (BC) est décrite selon une règle à la Taylor²⁰log-linéarisée qui consiste à ajuster un taux d'intérêt nominal à court terme en réponse aux

¹⁹Pour plus de détail voir Adolfson et al. Sveriges Riksbank Working Paper Series, 2005.

²⁰Christiano et al (2010).

déviations de l'inflation π_t par rapport à une inflation cible π^* et à l'écart de la production par rapport au niveau potentiel \hat{y}_t comme suit:

$$\hat{i}_t = \rho \hat{i}_{t-1} + (1 - \rho)[\rho_\pi \hat{\pi}_t + \rho_y \hat{y}_t] + \hat{\epsilon}_t^R \quad (46)$$

Néanmoins, la règle de Taylor ne s'applique pas à un cadre de politique monétaire basé sur l'ancrage du taux de change du fait que le taux d'intérêt est subordonné à l'objectif externe et se détermine en respect à la parité de taux d'intérêt non couverte (UIP) selon les termes suivants:

$$i_t = \hat{i}_t^{foreign} + prem_t + \hat{\epsilon}_t^R \quad (47)$$

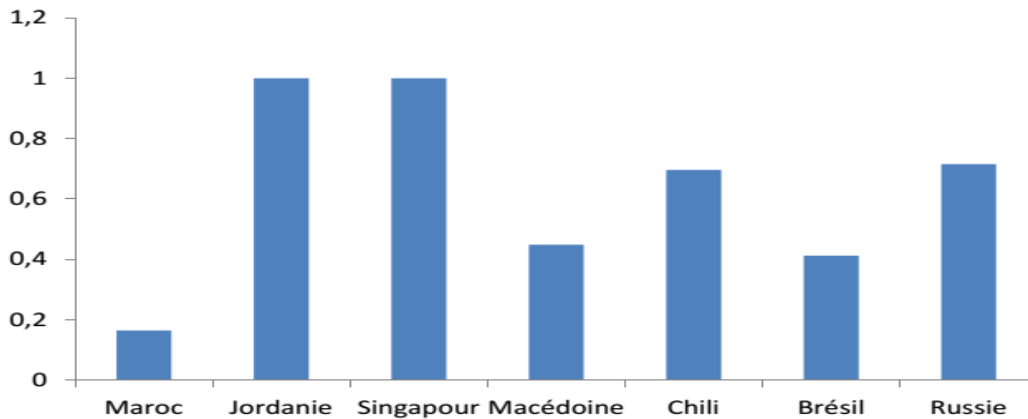
où $\hat{i}_t^{foreign}$ le taux d'intérêt du pays d'ancrage et $prem_t$ la prime de risque pays.

Au Maroc, la politique monétaire opère dans un contexte de fixité du régime de change et d'ouverture partielle du compte capital (Graphique 1) qui lui confère des marges de manoeuvre pour orienter l'instrument du taux d'intérêt afin d'atteindre des objectifs internes en termes de stabilisation de l'inflation et de l'activité. A ce titre, la modélisation du taux d'intérêt directeur au Maroc dévie du cadre conceptuel de l'UIP et peut prendre la forme d'une règle de Taylor avec toutefois des modifications qui tiennent compte de la nature du régime de change. A l'opposé des travaux de modélisation qui intègrent le taux de change effectif réel dans la fonction de réaction de la Banque centrale pour les pays émergents²¹, le présent modèle investigate l'opportunité d'incorporer les réserves de change dans la détermination des taux d'intérêt au Maroc. La motivation derrière ce choix est double. D'abord, le régime actuel de taux de change conjugué aux différentes restrictions financières, commerciales et réelles (notamment le système de compensation) assurent une stabilité de facto du taux de change effectif réel au Maroc (voir Graphique 2) qui ne passe pas par un fort maniement du taux d'intérêt (cas de la Macédoine) ou d'interventions ciblées sur le marché des changes pour les pays ayant un régime de change plus flexible (cas de Singapour, du Brésil et de la Russie par exemple)²². Ensuite et malgré la relative autonomie de la politique monétaire au Maroc, l'évolution des réserves de change peut avoir des incidences sur la formulation de celle-ci, dans la mesure où elles renseignent sur la viabilité de l'ancrage du taux de change et la préservation de la stabilité des prix. Ainsi, l'une des préoccupations centrales de notre travail est de vérifier si les décisions de resserrement ou d'assouplissement monétaires tiennent compte explicitement du niveau des réserves de changes en sus des objectifs internes en termes de pressions inflationnistes et de perspectives de croissance.

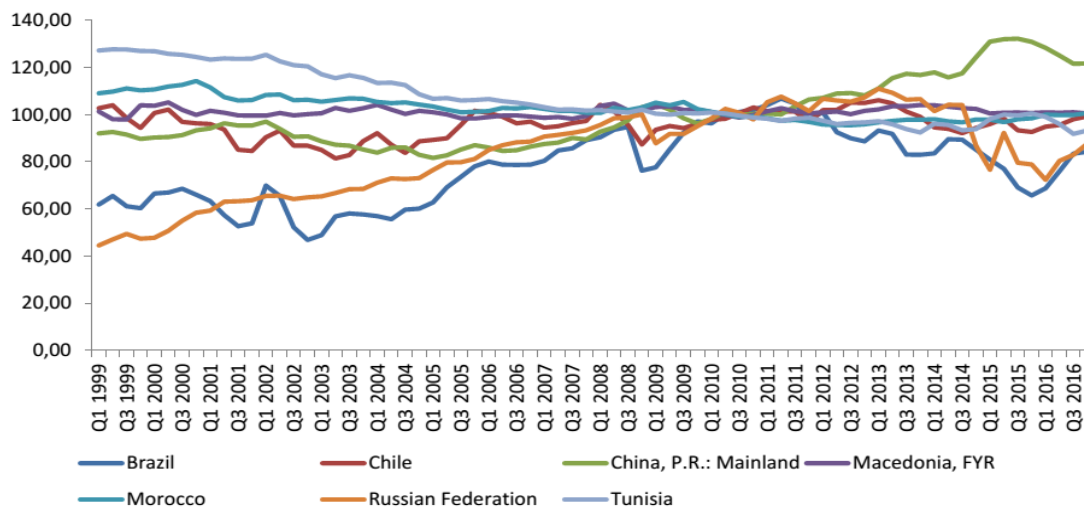
²¹Voir notamment Mohanty et Klau, BIS (2004) et Ostry et al. (2012).

²²Sur le plan structurel, l'absence d'une amélioration notable de la productivité au Maroc explique la stabilité du TCER à long terme.

Graphique 1: Indicateur Chinn-Ito pour l'ouverture du compte capital (2014)



Graphique 2: Evolution du taux de change effectif réel d'un panel de pays



En réponse à ces interrogations et en s'inspirant du travail de Jovanovic et al. (2012), nous proposons de tester deux variantes de la règle de politique monétaire pour le cas du Maroc, la première renvoyant à la forme standard de la règle de Taylor tandis que la seconde fait référence à une règle de Taylor augmentée d'un terme relatif à l'écart des réserves de change par rapport à leur niveau de long terme \widehat{rsv}_t selon les termes suivants:

$$\hat{i}_t = \rho \hat{i}_{t-1} + (1 - \rho)[\rho_\pi \hat{\pi}_t + \rho_y \hat{y}_t - \rho_{res} \widehat{rsv}_t] + \hat{\epsilon}_t^R \quad (48)$$

A noter que pour la dernière spécification, la corrélation entre les réserves de change et le taux d'intérêt est supposée négative ce qui revient à dire que

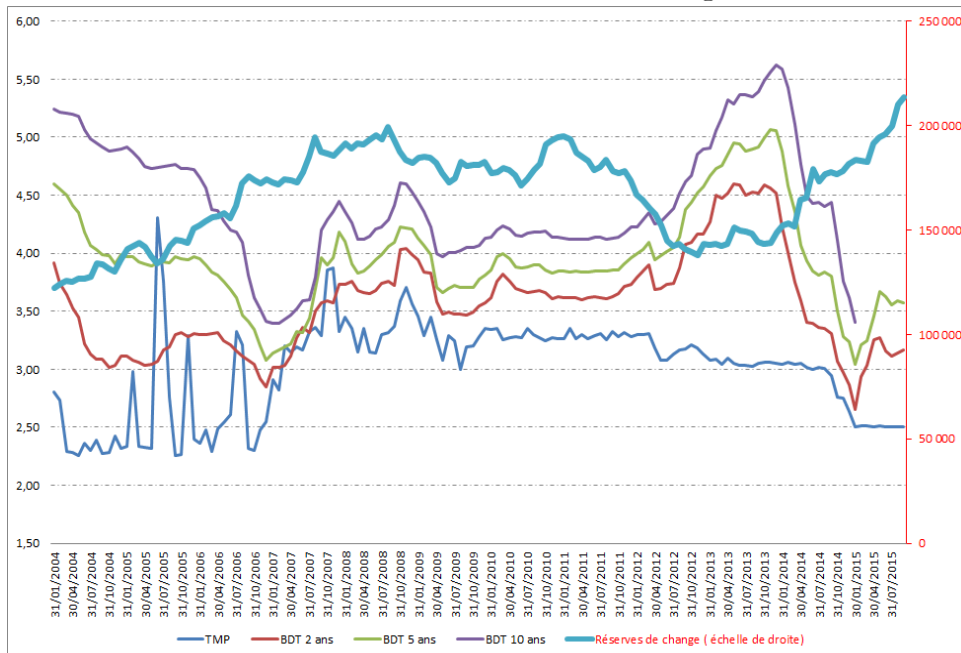
la baisse des réserves de change exerce un effet restrictif sur les marges de manoeuvre de la politique monétaire alors que l'amélioration de celles-ci contribue à assouplir les conditions monétaires au sein de l'économie (effet de liquidité).

- Détermination du taux d'intérêt des bons du trésor

En opposition aux modèles DSGE standards qui supposent une prime à terme constante, nous proposons dans ce travail de rendre celle-ci variable dans le temps en liant sa dynamique à l'évolution des réserves de change qui jouent un rôle dans la formation des taux d'intérêt à plus longue maturité. L'idée sous-jacente à cette hypothèse est qu'en présence d'un régime de change fixe avec restrictions sur le compte capital, la hausse (la baisse) du niveau des réserves se traduit par une détente (une contraction) de la liquidité sur le marché interbancaire qui agit à son tour sur la demande en bons du trésor et les taux d'intérêt y appliqués²³. Par ailleurs, l'accumulation des réserves de changes affecte positivement les anticipations des agents via le canal de la viabilité du régime de change et la soutenabilité des fondamentaux macroéconomiques dont elles semblent être un indicateur avancé, particulièrement le déficit budgétaire et le déficit du compte courant (variable selon les sources des excédents du compte courant). Le meilleur arrimage des anticipations réduit l'aversion au risque des agents qui résulte ainsi en une plus faible prime à terme. Malgré la non prise en compte explicite du secteur bancaire dans le modèle proposé, la modélisation d'une prime à terme variable qui dépend de l'orientation des réserves de change permet ainsi de palier à cette limite et tendrait à reproduire la corrélation négative entre les taux d'intérêt des bons du trésors et les réserves relevée au Maroc (voir Graphique 3).

²³La Banque centrale peut recourir à des procédés de stérilisation ou des mesures contractionnaires telles que le relèvement des réserves obligatoires pour absorber cette liquidité. Toutefois, ces mesures ne sont pas exemptes de coûts pour l'économie et leurs résultats ne sont toujours pas aussi efficaces que souhaité (voir Zhang 2011 et Chang et al. 2014).

Graphique 3: Evolution des taux des bons du trésor à différentes maturités et des réserves de change



Etant entendu que le gouvernement n'est pas confronté à des risques de défaut, le taux d'intérêt souverain dans le modèle se définit en respect au taux d'intérêt directeur à courte maturité augmenté d'une prime à terme. En s'inspirant des travaux de Kozicki et Tinsley (2008) et d'Adrian (2017) sur la structure des primes à terme et les évolutions macrofinancières, nous proposons dans le modèle de lier la prime à terme du taux d'intérêt souverain aux réserves de change selon la spécification suivante:

$$\hat{R}_t = \hat{i}_t + \widehat{term_premium}_t \quad (49)$$

Avec $\rho_{rsv_premium}$ supérieur à zéro

$$\widehat{term_premium}_t = -\rho_{rsv_premium} \widehat{rsv}_t \quad (50)$$

- Le Gouvernement

Le gouvernement est introduit dans le modèle à travers la dynamique des dépenses publiques décrites selon le processus autorégressif suivant²⁴:

$$\hat{G}_t = \rho_G \hat{G}_{t-1} + \hat{\epsilon}_t^G \quad (51)$$

²⁴Cette modélisation reste assez simpliste bien que similaire à celle de Smets et Wouters. La motivation derrière ce choix est que l'analyse met davantage l'accent sur les réserves de change et leur impact macroéconomique. Toutefois, toute extension éventuelle du modèle devrait prévoir une formalisation plus détaillée de ce bloc.

- Le reste du monde

L'hypothèse d'économie ouverte est introduite à travers l'inclusion d'un agent « Reste du monde » qui matérialise les partenaires commerciaux du Maroc. En tenant compte de la fixité du régime de change au Maroc (ancrage sur un panier de devises) et des restrictions sur le compte capital, particulièrement pour les résidents, la dynamique du taux de change nominal au Maroc dévie du cadre conceptuel de l'UIP (uncovered interest rate parity) qui découle généralement de l'arbitrage que les ménages opèrent entre les actifs domestiques et étrangers. A cet effet, nous retenons un processus autorégressif qui permet de capter l'inertie du taux de change effectif nominal (TCEN) selon la forme suivante:

$$\hat{e}_t = \rho_e \hat{e}_{t-1} + \hat{\epsilon}_t^e \quad (52)$$

En ce qui concerne les exportations, et en analogie avec la section décrivant les importations, nous retenons une fonction de réaction qui dépend du taux de change effectif réel \hat{e}_t coté au certain et du cycle d'activité de nos partenaires commerciaux donné par \hat{y}_t^* .

$$\hat{X}_t = \rho_x \hat{X}_{t-1} + \rho_{xy} \hat{y}_t^* - \rho_{xe^r} \hat{e}_t^r + \hat{\epsilon}_t^x$$

Il convient de signaler que \hat{e}_t^r correspond au taux de change effectif réel calculé en combinant le taux de change effectif nominal et le différentiel des prix nationaux et des prix chez les pays partenaires \widehat{ppar}_t comme suit:

$$\hat{e}_t^r = \hat{e}_t + \hat{P}_t - \widehat{ppar}_t \quad (53)$$

avec

$$\widehat{ppar}_t = \rho_{pm} \widehat{ppar}_{t-1} + \hat{\epsilon}_t^{ppar} \quad (54)$$

- Clôture du modèle:

La log-linéarisation de la condition d'équilibre du marché des biens et services permet la clôture du modèle à partir de l'équation suivante:

$$\hat{Y}_t + m_y \hat{M}_t = c_y \hat{C}_t + I_y \hat{I}_t + g_y \hat{G}_t + x_y \hat{X}_t \quad (55)$$

En économie ouverte, la formation des réserves de change est enfin définie en respect à l'équilibre de la balance des paiements qui stipule que:

$$\widehat{rsv}_t = \widehat{rsv}_{t-1} - m_{rsv} (\hat{M}_t + \hat{p}m_t) + x_{rsv} (\hat{X}_t + \hat{P}_t) + \widehat{residu}_t^{rsv} \quad (56)$$

A noter que l'équation ci-dessus suppose que le taux de rémunération des avoirs extérieurs nets à l'étranger est constant dans le temps, dans la mesure où cette variable demeure totalement exogène à notre économie.

5 Estimation du modèle et résultats

Le modèle DSGE proposé est estimé sur une base trimestrielle en utilisant des données marocaines relatives au PIB réel, à la consommation, à l'investissement, aux importations, aux exportations, aux dépenses publiques, à l'inflation, aux prix à l'import (déflateur des imports), au taux d'intérêt (TMP), aux réserves de change, au salaire et à l'effectif employé. Concernant le secteur externe, les données correspondant aux taux de change effectifs nominal et réel, à l'inflation et la croissance chez les pays partenaires du Maroc proviennent de la base de données du FMI (IFS) tout en tenant compte de la structure des échanges commerciaux entre le Maroc et le reste du monde. Le choix de la période d'estimation qui s'étale du 2007 T1 au 2015 T4 obéit à deux considérations principales. En premier lieu, le Maroc a procédé à l'actualisation de son système de comptabilité nationale (SCN 2008) et a érigé 2007 comme une année de base en référence à laquelle les comptes nationaux sont calculés. Ce changement de base tend à appréhender les mutations qu'ont connues les structures de production et la contribution des secteurs d'activité au Maroc. Ainsi, l'extension de l'échantillon d'estimation à une période ultérieure à 2007 revient à caractériser un modèle pour deux structures économiques hétérogènes et des comportements économiques et financiers distincts. En second lieu, les méthodes statistiques nécessaires au raccordement des échantillons (comptes trimestriels base 98 et 2007) peuvent entraîner d'autres sources d'imprécision qui peuvent renforcer les erreurs standards relatives notamment à la spécification du modèle. Conformément aux travaux empiriques portant sur les modèles DSGE, l'estimation du modèle loglinéarisé proposé nécessite au préalable le filtrage des variables retenues afin d'en obtenir le cycle. A ce titre, le taux d'inflation nationale, celui des pays partenaires et le taux d'intérêt sont considérés en écart par rapport à leurs moyennes (demeaned data) sur la période étudiée. Le cycle des autres variables a été enfin approché en appliquant le filtre HP.

5.1 Méthodologie d'estimation

En raison de leur complexité, les premières recherches sur les DSGE ont privilégié les approches non économétriques pour l'identification des paramètres du modèle et l'examen de ses propriétés empiriques. Venant supplanter les méthodes plus au moins sophistiquées de calibration, l'approche bayésienne représente aujourd'hui l'état de l'art en matière d'estimation des modèles DSGE. La popularité de cette méthode est attribuée au fait qu'elle permet d'incorporer des informations supplémentaires (priors) sur les paramètres du modèle dans la procédure d'estimation de ce dernier. Elle représente à ce titre un bon compromis entre les avantages de la calibration et ceux des procédés formels d'estimation économétrique.

S'inscrivant dans cette perspective, le présent travail recourt à l'approche bayésienne pour l'estimation des paramètres du modèle linéaire sus-défini. En pratique, cette démarche consiste à introduire des croyances ou densités a priori $f(y|\Theta, M)$ sur le vecteur des paramètres aléatoires Θ tout en exploitant l'information issue des données observées en respect à la structure du modèle.

Pour un modèle M , l'inférence bayésienne caractérise une fonction de densité à postériori qui combine entre la fonction de vraisemblance des données et les densités a priori du vecteur des paramètres Θ selon le théorème de Bayes suivant:

$$\pi(\Theta|y, M) = \frac{f(y|\Theta, M)f(\Theta)}{\int f(y|\Theta, M)f(\Theta)d\Theta} \propto f(y|\Theta, M)f(\Theta) \quad (57)$$

Où $f(y|\Theta, M)$ désigne la vraisemblance des données observées, $f(\Theta)$ la valeur de la distribution à priori des paramètres du modèle et $\pi(\Theta|y, M)$ la distribution à posteriori des paramètres. En raison de la difficulté de déduire analytiquement la distribution à postériori $\pi(\Theta|y, M)$, des algorithmes tels que Metropolis Hastings sont utilisés afin de générer numériquement des échantillons qui partagent les mêmes propriétés que la fonction de densité ciblée selon un ensemble de tirages aléatoires.

Comme soulevé précédemment, une dimension centrale à l'estimation bayésienne est la formulation des densités a priori qui matérialisent les croyances du chercheur sur les paramètres du modèle. Dans le cadre de ce travail, le choix des priors s'est fait en respect aux exigences économiques sur les paramètres et aux enseignements issus d'un benchmark de modèles estimés pour des économies développées ou en développement (les travaux du FMI sur la Jordanie et le Madagascar ainsi que les modèles développés pour la zone Euro et le Canada). D'autres critères ont été également considérés dont notamment la qualité d'ajustement du modèle et la cohérence des fonctions de réponse impulsionnelles.

En ligne avec les enseignements de la littérature sur les modèles DSGE (ex Smets and Wouters (2003 et 2007)), un ensemble de paramètres relatifs au taux d'actualisation, à la dépréciation du capital et aux ratios des composantes de la demande par rapport au PIB et aux réserves ($\beta, \delta, c_y, I_y, g_y, m_y, x_y, m_{rsv}$ et x_{rsv}) ont été calibrés pour reproduire l'évolution moyenne constatée au niveau des données marocaines. Enfin, les différentes étapes de résolution, d'estimation des paramètres du modèle et de mise en simulation ont été implémentées en utilisant matlab 2017 ainsi que la version 4.5 du logiciel Dynare, documentée dans *Adjemian et al.*(2017). Les propriétés statistiques des densités a priori des principaux paramètres du modèle sont représentées dans le Tableau 2 ci-après.

Tableau.2. Distributions a priori des paramètres considérés

Paramètre	Prior	Mean	std	Observations
adj_cost	NORMAL	4.5	3.00	coût d'ajustement de l'investissement
σ_c	NORMAL	1.5	0.5	Inverse de l'élasticité intertemporelle de consommation
ξ	BETA	0.5	0.2	Habitudes de consommation
σ_L	BETA	1.5	1	Inverse de l'élasticité de Frich
θ_w	BETA	0.65	0.1	Paramètre de calvo des salaires
θ_f	BETA	0.85	0.1	Paramètre de calvo des prix
ρ_π	GAMMA	1.5	0.7	Paramètre de l'inflation dans la règle de Taylor
ρ_y	GAMMA	0.7	0.5	Paramètre de l'output gap dans la règle de Taylor
ρ_r	BETA	0.8	0.1	Paramètre de lissage de règle de Taylor
ρ_{rsv}	GAMMA	0.3	0.1	Paramètre des réserves dans la règle de Taylor
ρ_x	NORMAL	0.7	0.3	Paramètre de lissage des exportations
ρ_{xy^*}	NORMAL	0.6	0.5	Corrélation entre l'export et l'output gap des pays partenaires
ρ_{xe^r}	NORMAL	0.5	0.3	Corrélation entre l'export et le TCER
ρ_e	NORMAL	0.7	0.3	Paramètre AR(1) du TCEN
ρ_G	NORMAL	0.5	0.20	Paramètre AR(1) des dépenses gouvernementales
ρ_M	BETA	0.5	0.20	Paramètre AR(1) des imports
γ	GAMMA	0.7	0.3	Elasticité de VA dans la fonction de production
α	GAMMA	0.5	0.3	Elasticité de K dans la fonction de production
θ_m	BETA	0.5	0.3	Paramètre de calvo des prix à l'import
$\rho_{rsv_premium}$	GAMMA	1	0.4	Paramètre de la prime à terme relatif aux reserves
ε	GAMMA	5.5	2.2	Elasticité de substitutuion sur le marché du travail

5.2 Résultats d'estimation et discussions

Dans le but de tester l'existence d'une interaction entre les réserves de change et le cycle économique au Maroc, nous procédons à l'estimation de quatre spécifications du modèle DSGE prédéfini qui varient entre elles selon la place qu'elles accordent à l'évolution des réserves de change. Ainsi, la première spécification regroupe l'ensemble des équations référencées dans la section 2 et demeure similaire aux modèles standards présentés dans la littérature. La seconde capitalise sur cette dernière formulation et étend l'analyse à la place des réserves de change dans le processus de prise de décision en matière de politique monétaire (Règle de Taylor augmentée de la variable réserves de change). Les deux dernières spécifications globalisent l'analyse en intégrant le canal théorique de l'effet des réserves de change sur les conditions monétaires tel que décrit dans l'équation avec toutefois une différence au niveau de la règle de politique monétaire (voir Tableau 3 pour une meilleure illustration).

Tableau 3 : Hypothèses de modélisation selon les variantes

Hypothèses à tester	Spécification standard	Spécification 2	Spécification 3	Spécification 4
Règle de Taylor augmentée des réserves de change	Non	Oui	Non	Oui
Réserves de change et pricing des bons du trésor	Non	Non	Oui	Oui

L'examen des densités marginales de chaque spécification montre que le troisième modèle reflète mieux la réalité des données marocaines (Tableau 4)²⁵. La qualité d'ajustement du quatrième modèle intégrant les réserves de change dans la règle de politique monétaire et dans le pricing des bons du trésor serait moins pertinente, néanmoins, il convient d'émettre quelques réserves lors de l'interprétation de ce dernier résultat. En effet, les décisions de politique monétaire au Maroc tiennent compte d'un large nombre d'indicateurs économiques, incluant entre autre les réserves de change. A travers le canal théorique liant les réserves de change à la prime à terme, le quatrième modèle fait l'hypothèse que la Banque centrale intègre d'ores et déjà des informations implicites sur les réserves de change dans sa réaction à l'inflation et à la croissance. Ainsi, l'intégration d'un lien supplémentaire entre le taux d'intérêt et les réserves de change deviendrait superflu au vu de la spécification globale du modèle et aucune amélioration de la qualité d'ajustement de celle-ci n'est à constater.

²⁵L'approche bayésienne permet de discriminer entre deux modèles concurrents en recourant simplement à l'évaluation de la densité marginale des données issue de chaque modèle (Koop, 2003). Relativement à ce critère, la variante affichant la densité marginale la plus élevée est jugée la plus pertinente empiriquement.

Tableau 4 : Qualité d'ajustement des différentes spécifications des modèles DSGE²⁶

	Spécification standard	Spécification 2	Spécification 3	Spécification 4
Densité marginale Laplace Approximation	1621,7	1630,1	1644,3	1635,4

Par ailleurs, la variante 3 du modèle qui semble mieux refléter les spécificités de notre économie montre qu'il existe une plus grande rigidité au niveau de la fixation des prix relativement à celle des salaires, avec des valeurs a posteriori des paramètres θ_f et θ_h qui avoisinent 0.88 et 0.62. Ce qui revient à dire que les prix ont une durée d'ajustement moyenne d'environ 7 trimestres tandis que les salaires au Maroc sont fixés sur une période plus courte estimée à moins de 3 trimestres. L'élasticité de substitution intertemporelle est évaluée à 0,5 soit un niveau comparable aux valeurs relevées dans la littérature. S'agissant des habitudes de consommation, le paramètre ξ est estimé à 0.73 bien au-dessus de la moyenne de la distribution a priori attribuée audit paramètre. En ce qui concerne la règle de politique monétaire, l'inertie du taux d'intérêt est estimée à 0.9 avec une réactivité à la fois vis-à-vis de l'inflation et de la croissance dont les paramètres ρ_π et ρ_y avoisinent 1.25 et 0.34 respectivement. Enfin, le paramètre relatif à la prime à terme liée aux réserves de change est non nul et égal à 0.15.

²⁶En ligne avec le cadre de modélisation nouvelle keynésienne, l'impact non neutre du régime monétaire sur la sphère réelle n'est envisageable qu'en présence de rigidités nominales. A ce titre, le présent travail a caractérisé deux principales sources de rigidités nominales, à savoir celle sur les prix et celle sur les salaires. Néanmoins, il apparaît légitime de s'interroger sur l'ampleur de cette incidence si l'on venait à considérer qu'un de ces prix est parfaitement flexible. Des versions alternatives des spécifications susprésentées ont été également estimées sous l'hypothèse d'un processus d'ajustement complètement flexible des salaires. Il en ressort que la hiérarchie des modèles tel qu'affiché dans le tableau demeure inchangée. Par ailleurs, la suppression de la rigidité nominale des salaires réduit la qualité d'ajustement aux données marocaines, justifiant ainsi le recours à cette hypothèse pour notre économie.

Tableau 5 : Distributions a posteriori de la variante 3

Paramètre	Prior	Mean	std	Posterior	Observations
adj_cost	NORMAL	4.5	3.00	6.32	coût d'ajustement
σ_c	NORMAL	1.5	0.5	1.9	Inverse de l'élasticité intertemporelle de consommation
ξ	BETA	0.5	0.2	0.73	Habitudes de consommation
σ_L	BETA	1.5	1	1.72	Inverse de l'élasticité de Frich
θ_w	BETA	0.65	0.1	0.62	Paramètre de calvo des salaires
θ_f	BETA	0.85	0.1	0.88	Paramètre de calvo des prix
ρ_π	GAMMA	1.5	0.7	1.25	Paramètre de l'inflation dans la règle de Taylor
ρ_y	GAMMA	0.7	0.5	0.34	Paramètre de l'output gap dans la règle de Taylor
ρ_r	BETA	0.8	0.1	0.9	Paramètre de lissage de règle de Taylor
ρ_{rsv}	GAMMA	0.3	0.1	—	Paramètre des réserves dans la règle de Taylor
ρ_x	NORMAL	0.7	0.3	0.42	Paramètre de lissage des exportations
ρ_{xy^*}	NORMAL	0.6	0.5	0.62	Corrélation entre l'export et l'output gap des pays partenaires
ρ_{xe^r}	NORMAL	0.5	0.3	0.97	Corrélation entre l'export et le TCER
ρ_M	BETA	0.5	0.2	0.1	Paramètre AR(1) des imports
γ	GAMMA	0.7	0.3	0.53	Elasticité de VA dans la fonction de production
α	GAMMA	0.5	0.3	0.4	Elasticité de K dans la fonction de production
θ_m	BETA	0.5	0.3	0.28	Paramètre de calvo des prix à l'import
$\rho_{rsv_premium}$	GAMMA	1	0.4	0.15	Paramètre de la prime à terme relatif aux réserves
ε	GAMMA	5.5	2.2	7.82	Elasticité de substitution sur le marché du travail

En définitive, et bien qu'il soit consacré par l'usage qu'en présence d'un régime de change fixe, ce sont les réserves de change, qui jouent le rôle d'absorbeur de chocs sans effet de second tour sur le reste de l'économie, les résultats de notre estimation font état d'un effet non nul des fluctuations de celles-ci sur la sphère réelle également. L'intégration explicite des réserves de change, qui a eu pour corollaire l'amélioration de la qualité d'ajustement aux données marocaines laisse en outre entrevoir une dynamique procyclique de cette relation qui reflète à son tour un mécanisme d'amplification que les réserves de change peuvent être amenées à exercer sur l'économie en cas de matérialisation de chocs.

5.3 Comment les réserves de change influent-elles sur le cycle économique au Maroc?

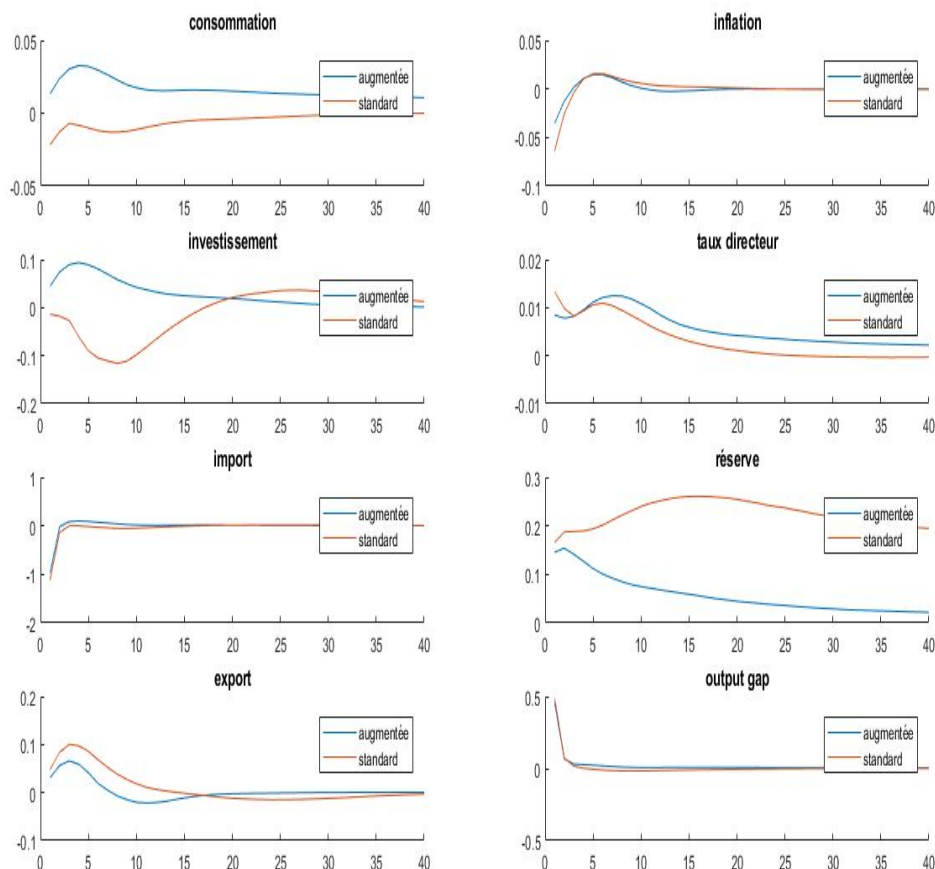
Dans la section précédente, nous avons démontré que les réserves de change interagissent de manière procyclique avec les variables réelles au Maroc selon différents mécanismes incluant notamment les anticipation des agents et l'effet sur les marchés financiers (pricing des bons du trésor). Sous ce nouvel environnement, la transmission des chocs économiques aux principales variables d'intérêt varie sensiblement comparativement à la spécification

standard qui occulte le canal "réserves de change" dans un régime de change fixe. Afin de mettre en avant cette différence, nous comparons dans ce qui va venir les effets de chocs technologique (choc d'offre positif), de politique monétaire, de demande interne et de demande externe sur l'économie marocaine sous la spécification standard du modèle DSGE et celle augmentée des réserves de change telle que définie précédemment (spécification 3 dans le tableau 3).

- Impact d'un choc technologique (choc d'offre positif)

Une augmentation de la productivité globale des facteurs se traduit d'abord par une hausse de l'output gap et une baisse des coûts de production ainsi que l'inflation nationale (en produisant plus sans pour autant augmenter la quantité des intrants, le coût marginal de production se contracte) par rapport à leurs niveaux d'équilibre. Sous la spécification standard, l'amélioration de la compétitivité nationale qui résulte de la dépréciation du taux de change effectif réel dynamise les exportations et réprime les importations qui viennent ainsi alimenter la hausse initiale de l'output gap. De plus, la baisse de l'inflation entraîne le durcissement du taux d'intérêt réel, ce qui dissuade les ménages de consommer leur richesse et importer davantage. Enfin, l'effet conjugué de la hausse des exportations et de la baisse des importations concourt à l'accumulation des réserves de change et la hausse du taux d'intérêt directeur contribue à absorber le choc initial. Sous le modèle DSGE augmenté des réserves de change, jugé "plus réaliste", il convient d'abord de noter la forte volatilité des différentes variables macroéconomiques, en particulier la consommation et l'investissement. En effet, si la transmission du choc technologique débute de manière similaire (baisse de l'inflation suivie d'une dépréciation du taux de change, une accélération des exportations et un tassement des importations), l'accumulation des réserves de change, résultante de l'amélioration du solde de la balance commerciale, agit différemment sur le taux d'intérêt dont la baisse (effet de liquidité) occasionne des hausses plus rapides de la consommation et de l'inflation au Maroc. L'augmentation de l'investissement sur les quatre premiers trimestres matérialise des effets de substitution des produits importés vers les produits locaux en réponse à la hausse de la consommation des ménages. Enfin, face à la hausse de la consommation et de l'investissement, la Banque centrale doit durcir davantage le taux d'intérêt directeur afin de résorber le choc initial. En intégrant explicitement les réserves de change dans la dynamique économique, nous constatons en résumé une plus grande volatilité des principales variables économiques et une accumulation plus lente des réserves de change comparativement au modèle standard.

Graphique 4: Réponses impulsionnelles à un choc d'offre positif
(choc technologique)

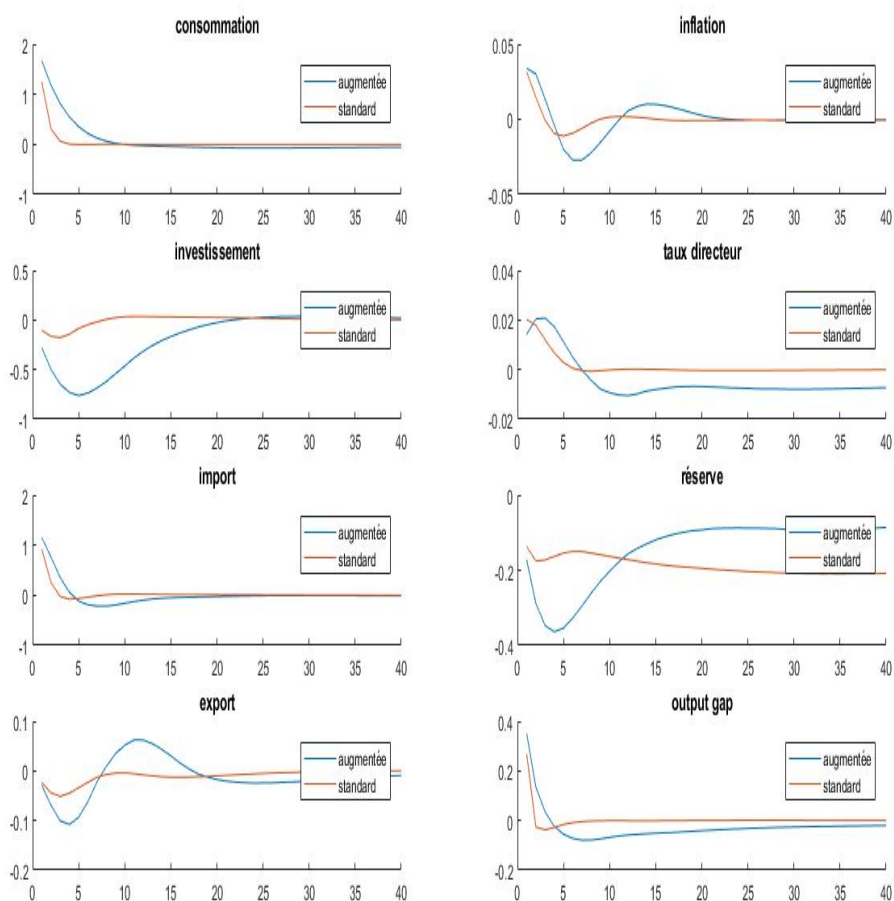


- Impact d'un choc positif de demande interne

Un choc positif de consommation (choc de désépargne par exemple) se traduit de manière stylisée par une augmentation de la demande intérieure qui exerce des pressions sur l'inflation conduisant ainsi à une hausse du taux d'intérêt directeur. Sous la spécification standard, l'ampleur de celle-ci reste modeste quoique que l'éffritement des réserves de change à la suite de la détérioration de la balance commerciale soit maximal. A l'opposé, dans la spécification alternative (modèle augmenté des réserves de change), l'impact du choc va du simple au double pour l'inflation et le taux d'intérêt comparativement au modèle central. L'exacerbation de ces effets vient du fait que la baisse des réserves de change, qui entraîne le durcissement des conditions monétaires, confronte les ménages à un arbitrage intertemporel entre la consommation instantanée et l'épargne pour une consommation ultérieure (désinvestissement plus modéré comparativement au baseline). En vue de

satisfaire leur consommation, les ménages négocient en faveur d'une hausse des salaires qui résulte enfin en des pressions inflationnistes plus prononcées. Dans cette configuration également, les variables macroéconomiques affichent en réalité une volatilité beaucoup plus importante que celle générée habituellement dans la littérature standard sur les régimes de change fixe.

Graphique 5: Réponses impulsionnelles suite à un choc de demande interne

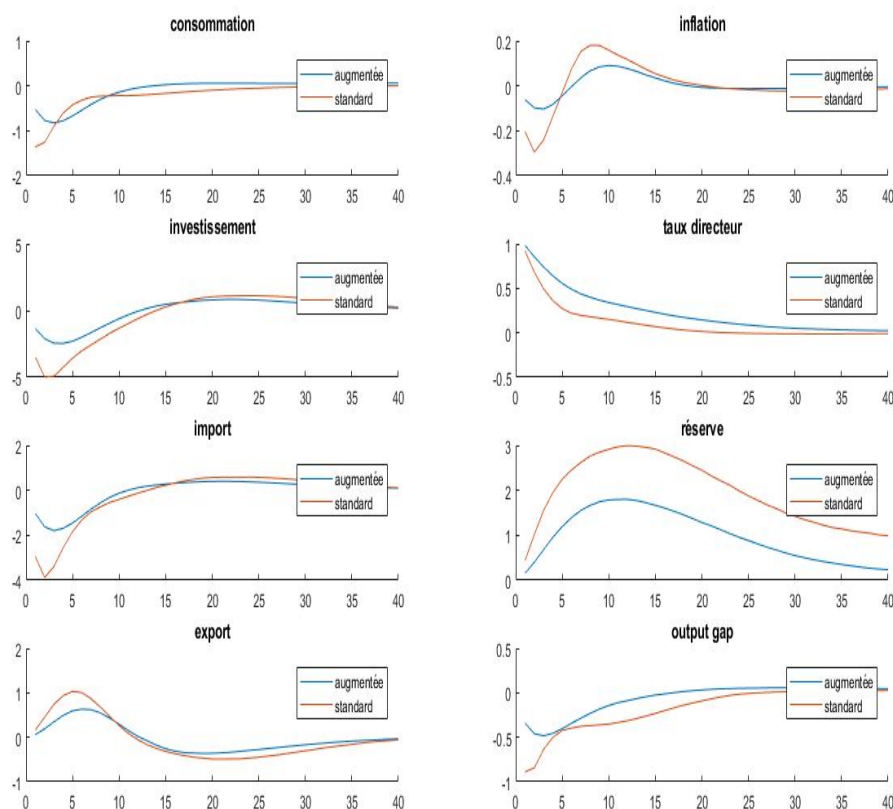


- Impact d'un choc de taux d'intérêt

Sous la forme standard du modèle DSGE, la Banque centrale parvient à impacter à la baisse la demande intérieure, l'output gap et l'inflation dès lors qu'elle entreprend une hausse de son d'intérêt directeur. Ainsi le modèle attribue à la politique monétaire un plein pouvoir sur la sphère réelle comme si elle opère dans un régime de change flexible. En intégrant le mécanisme d'amplification des chocs qu'exercent les réserves de change (modèle DSGE

augmenté), l'ampleur de l'impact de la hausse du taux d'intérêt sur les variables réelles demeure plus modeste dans la mesure où le gain en matière d'accumulation des réserves contrebalance les impulsions initiales en matière de politique monétaire. Ce résultat est fort intéressant puisqu'il permet de répliquer les postulats du triangle de Mundel selon lesquels la politique monétaire est moins efficace sous un régime de change fixe (supremacie de l'objectif externe sur les objectifs internes en matière d'inflation et de croissance).

Graphique 6: Réponses impulsionnelles suite à une hausse du taux d'intérêt

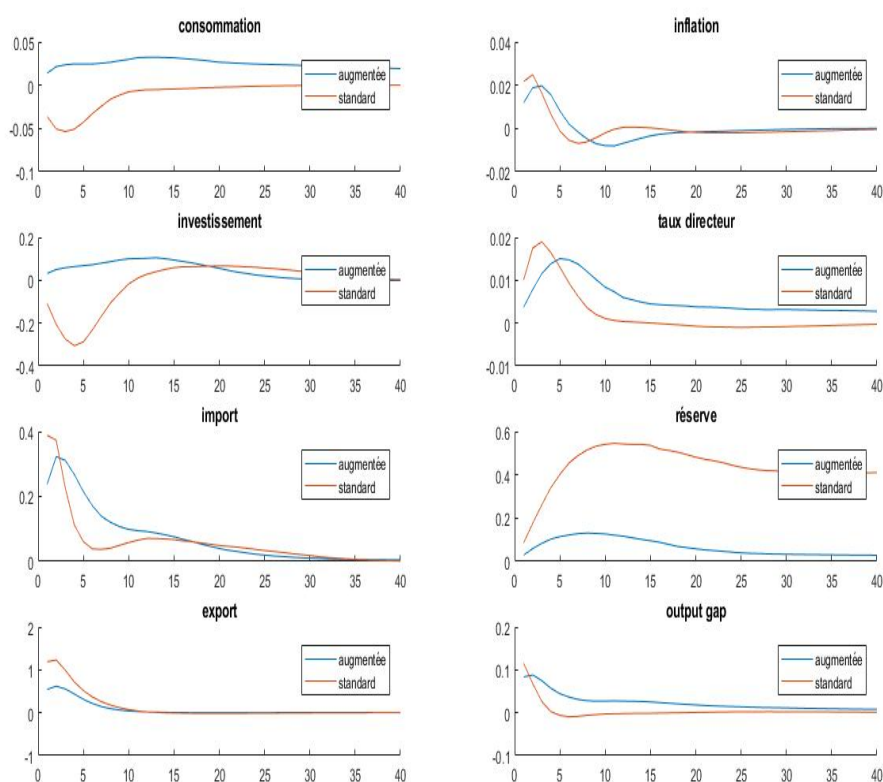


- Impact d'un choc positif de demande externe

Un choc positif de demande externe (hausse de la croissance chez les pays partenaires) se traduit dans la version standard par une augmentation des exportations qui engendre une hausse de l'output gap et des pressions inflationnistes motivant le relèvement du taux d'intérêt directeur. En raison du resserment des conditions monétaires, la consommation et l'investissement

sont légèrement pénalisés, néanmoins l'appréciation du taux de change effectif réel encourage les importations qui servent à satisfaire la demande initiale. Sous la spécification alternative, la hausse des réserves de change dans le sillage de l'amélioration de la demande étrangère contribue à un relatif assouplissement de la prime à terme, à une amélioration des revenus des ménages et au soutien de la consommation et de l'investissement. Contrairement au modèle standard, la formulation explicite du lien entre le niveau des réserves de change et la sphère réelle permet de rendre compte d'un fait avéré de l'économie marocaine à savoir l'effet favorable de la demande étrangère sur les composantes internes de la croissance.

Graphique 7: Réponses impulsionnelles suite à un choc positif de demande externe



6 Conclusion

Ce travail a été l'occasion d'investiguer le cadre théorique de modélisation d'un régime de change fixe en testant l'impact des réserves de change sur la dynamique globale des variables économiques. La motivation étant que

pour une petite économie ouverte comme le cas du Maroc avec une ouverture partielle du compte capital et un ancrage du taux de change, l'évolution des réserves de change peut affecter les anticipations des agents quant à la viabilité du régime de change et influencer sur les conditions monétaires du pays via les effets de liquidité. L'examen de la qualité d'ajustement des modèles proposés, allant d'un modèle DSGE standard en régime de change fixe à un modèle augmenté du rôle explicite des réserves de change dans la prime à terme du taux d'intérêt, corrobore l'existence d'un tel lien au Maroc. Par ailleurs, les résultats de simulation d'un ensemble de chocs économiques laissent entrevoir une plus grande volatilité des variables réelles que prévu attestant ainsi de l'existence d'un effet amplificateur des réserves de change sur le cycle économique. Ainsi, s'il est supposé d'usage que les réserves de change absorbent l'effet des chocs économiques sous un régime de change fixe, le modèle proposé met en exergue des effets de second de tour de celles-ci sur la consommation, l'investissement, la production et les prix in fine. Ce nouveau mécanisme, lorsqu'il est pris en compte dans le cadre des travaux d'évaluation des régimes de change fixes et flexibles, pourrait exacerber les limites standards des premiers. Pour le cas du Maroc, une flexibilisation plus accrue du régime de change n'améliorerait pas uniquement les capacités d'absorption de l'économie marocaine selon les déclarations des autorités marocaines mais participerait à réduire la volatilité inhérente au régime de change actuel. En permettant au taux de change de s'ajuster en continu en réponse aux évolutions économiques, le rôle des réserves de change deviendrait de moins en moins important dans le cycle économique.

Le travail effectué s'est basé sur les modèles DSGE qui figurent en bonne place parmi les modèles macroéconomiques ayant démontré leur robustesse théorique et empirique. Toutefois, l'application de ces outils à l'économie marocaine a été confrontée à un ensemble de difficultés relatives à la fois à la disponibilité des données microéconomiques et à la carence des études économétriques sur une série d'aspects qui rendent difficile toute comparaison possible. Néanmoins, un benchmark de papiers a été d'une grande utilité pour l'appréciation et la comparaison de nos résultats. Nous citons à titre d'exemple les travaux séminaux de Smets and Wouters, les études du FMI sur les économies en développement et les modèles DSGE d'un panel de Banques centrales développées et émergentes.

Il convient de noter qu'étant une abstraction de la réalité, le présent modèle reste entaché de quelques limites d'ordre théorique et empirique. Sur le premier volet, la modélisation DSGE reste malgré tout trop stylisée pour rendre compte de la complexité de la dynamique économique, dans la mesure où il n'existe pas à proprement dit de bien de consommation ou de production agrégé. Ainsi, il n'est point surprenant d'y repérer des restrictions entre équations ne correspondant pas à la réalité (par exemple sentier de croissance régulier), d'occulter des effets non linéaires, de supposer l'exogénéité d'un processus alors qu'il ne l'est pas en pratique

ou d'émettre des postulats trop contraignants à l'instar de l'orthogonalité des chocs économiques. De même, la considération d'un agent représentatif et parfaitement rationnel serait difficilement corroborée par les faits économiques. Enfin, l'usage systématique de rigidités nominales à la Calvo ne permet pas de décrire le processus d'ajustement des variables nominales sous un nouvel environnement économique (« time vs state contingency »). Relativement aux hypothèses de modélisation supposées dans ce travail, il serait en outre opportun de relever i) la spécification relativement simpliste du gouvernement pour rendre compte du rôle important que joue la politique budgétaire dans l'économie marocaine, ii) l'existence de l'équivalence ricardienne qui peut diminuer l'efficacité des dépenses publiques, iii) la dérivation des tendances fondamentales des variables macroéconomiques au lieu d'un filtrage HP ad hoc et enfin iv) l'absence d'un bloc financier explicite dans le modèle qui permettraient de fonder microéconomiquement la prime à terme des taux de bons du trésor. Ces limites ne remettent pas nécessairement en cause la pertinence des résultats auxquels conclut le présent papier mais tendent à encourager les investigations futures pour le développement de modèles DSGE plus élaborés notamment pour l'analyse de la politique budgétaire et les interactions macro-financières au Maroc.

7 Références

1. Adjemian, S., Bastani, H., Juillard, M., Mihoubi, F., Perendia, G., Ratto, M. et Villemot, S. 2017, "Dynare : Reference manual". Dynare Working Papers.
2. Adolfson, M., Laseén, S., Lindé, J. 2005, "Bayesian Estimation of an Open Economy DSGE Model with Incomplete Pass-Through", Central Bank of Sweden, Working Papers.
3. Andrés, J. Burriel, P. and Estrada,2006, "BEMOD: A DSGE Model for The Spanish Economy And The Rest Of The EURO Area". BANCO de Espana - Documentos de Trabajo N°631.
4. Adrian, T., 2017, "The Term Structure of Interest Rates and Macroeconomic Dynamics". Bank of Canada Conference on Advances in Fixed Income and Macro-Finance Research.
5. Antonella Trigari., 2005,"Equilibrium Unemployment, Job Flows and Inflation Dynamics".
6. Beidas-Strom, S., et Poghosyan, T. 2011 "An Estimated Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of the Jordanian Economy". IMF Working Papers.
7. Blanchard, O., et Gali, J. 2007, " Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model", Journal of Money, Credit and Banking.
8. Benbachir, B. and Abouch M., 2011, "Dynamic Stochastic General Equilibrium Model with Financial Frictions Case of Morocco," British Journal of Economics, Finance and Management Sciences , vol. 3, no. 1, pp. 79 - 107. 36.
9. Chang, Chun, Liu, Zheng and Spiegel, Mark M., 2012, "Monetary Policy in a DSGE Model with 'Chinese Characteristics'". FRBSF Working Paper Series, 13 (2012).
10. Cúrdia, V. and Finocchiaro, D. 2005, "An Estimated DSGE Model for Sweden with a Monetary Regime Change". Institute for International Economic Studies, Stockholm University.
11. Del Negro, Marco & Sims, Christopher A., 2014. "When does a central bank's balance sheet require fiscal support?," Staff Reports 701, Federal Reserve Bank of New York, revised 01 Mar 2015.
12. Devereux, M., et Yetman, J. 2014, "Globalisation, Pass-through and the Optimal Policy Response to Exchange Rates". NBER working paper.

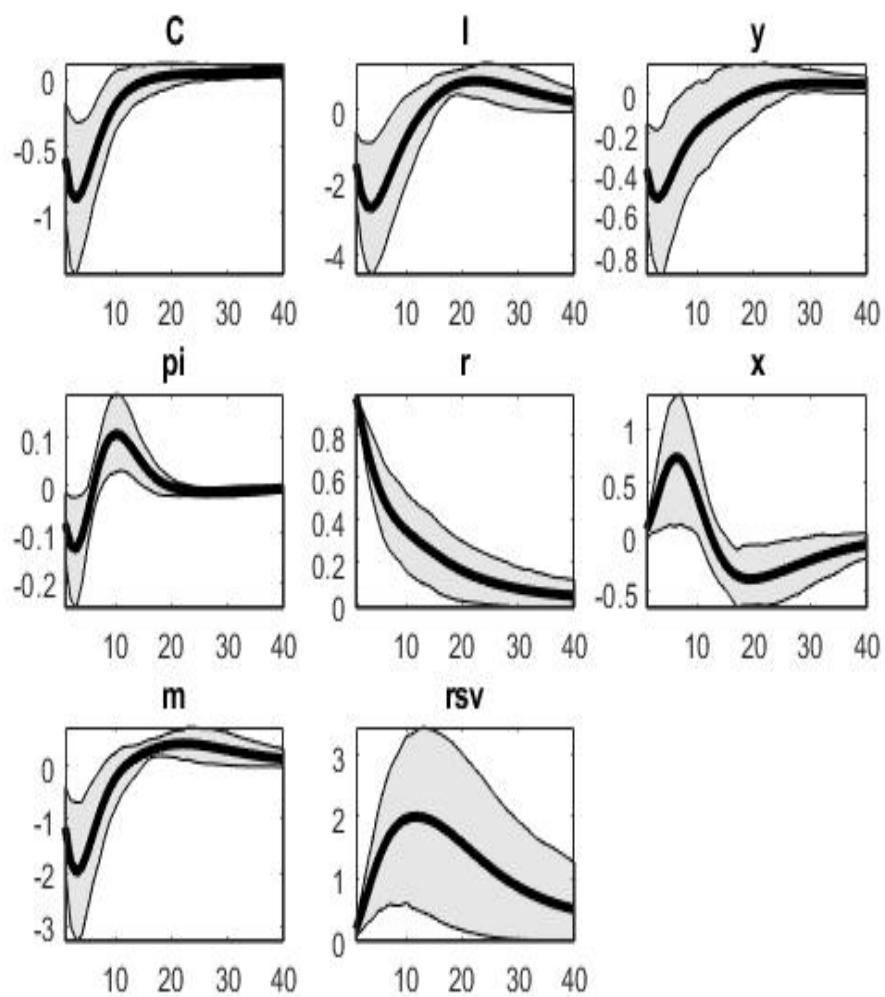
13. Dib, A. 2001, "An Estimated Canadian DSGE Model with Nominal and Real Rigidities". Bank of Canada - Working Paper.
14. DiCecio, R. and Nelson, E. 2007, "An Estimated DSGE Model for the United Kingdom". Research Division, Federal Reserve Bank of St. Louis - Working Paper Series.
15. Dotsey, Michael & Li, Wenli & Yang, Fang, 2015, "Home production and Social Security reform," *European Economic Review*, Elsevier, vol. 73(C), pages 131-150.
16. Erceg, C.J., L. Guerrieri, et C. Gust, 2005, "Expansionary Fiscal Shocks and the Trade Deficit," *International Finance Discussion Paper*, 825.
17. Farhi, E., et Werning, I., 2014, "Dilemma not Trilemma? Capital Controls and Exchange Rates with Volatile Capital Flows". *IMF Economic Review* (Special Volume in Honor of Stanley Fischer).
18. Feve, P, 2008, "Voies de la Modélisation Macro-économétrique ?". *Revue française d'économie*, n°1 volume XX
19. Jaromir, Benes and all 2008 "A DSGE model for New Zealand". Economics Department, RBNZ, P.O.Box 2498, Wellington, New Zealand.
20. Jovanovic, B., Petreski, M. 2012, "Monetary Policy in a small open economy with fixed exchange rate: The case of Macedonia". *Economic Systems*, Volume 36, Issue 4.
21. Juillard, Kamenik, Kumhof and Laxton, 2006. "Measures of Potential Output from an Estimated DSGE Model of the United States," *Working Papers 2006/11*, Czech National Bank.
22. Hamann, F. Pérez, J and Rodriguez, D. 2006, "Bringing a DSGE model into policy environment in Colombia". Banco de la Republica.
23. IMF, 2013, "Assessing Reserve Adequacy-Further Considerations-Supplementary Information". *IMF Policy Paper*.
24. International Relations Committee Task Force. 2006, "The accumulation of Foreign Reserves". *European Central Bank- Occasional Papers series*.
25. Gabaix, X., et Maggiori, X., 2015, "International Liquidity and Exchange rate Dynamics". *The Quarterly Journal of Economics*
26. Gali, J., 2018, "The State of New Keynesian Economics: A Partial Assessment", *Journal of Economic Perspectives*-Volume 32, Number 3.

27. Gali, J., 2008, " The new Keynesian approach to monetary policy analysis: Lessons and new directions". Economics Working papers, Universitat Pompeu Fabra.
28. Goodfriend, M., and King, Robert G., 1997, "The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy". Federal Reserve Bank of Richmond. Working Paper 98-5, June.
29. Gourinchas, P., et Rey, H. 2007, "International Financial Adjustment". Journal of Political Economy.
30. Koop, G. 2003, "Bayesian Econometric", John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.
31. Kydland, Finn E., and Prescott, Edward C, 1982. "Time to Build and Aggregate Fluctuations," *Econometrica*, Econometric Society, vol. 50(6), pages 1345-1370, November.
32. Lawrence J. Christiano, Martin Eichenbaum and Charles L. Evans(2003), Nominal Rigidities and the Dynamic Effects of a Shock to Monetary Policy.
33. Lucas, Robert Jr, 1976. "Econometric policy evaluation: A critique," Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy, Elsevier, vol. 1(1), pages 19-46, January.
34. Medina, J.P. Soto, C.2006, "Model for Analysis and Simulations: A Small Open Economy DSGE for Chile". Central Bank Workshop on Macroeconomic Modelling 2006.
35. Mossadak A, 2013 "Monetary and Fiscal Policy in an Estimated DSGE Model for Morocco,". *British Journal of Science*, vol. 9, no. 1, pp. 1-17
36. Murchison, S. and Rennison, A. 2006, "The Bank of Canada's New Quarterly Projection Model". Technical Report N 97.
37. Peiris, Shanaka J. and Saxegaard, Magnus, 2007, "An Estimated DSGE Model for Monetary Policy Analysis in Low-Income Countries". IMF Working Papers, Vol. , pp. 1-31.
38. Pytlarczyk,E. 2005, "An estimated DSGE model for the German economy within the euro area". Deutsche Bundesbank.
39. Ragbi Aziz and SAID Tounsi. 2012, "Monetary Policy and Choice of Exchange Rate Regime for the Developing Countries: Case of Morocco", *Journal of International and Global Economic Studies*, vol. 5, no. 1, pp. 73 97.

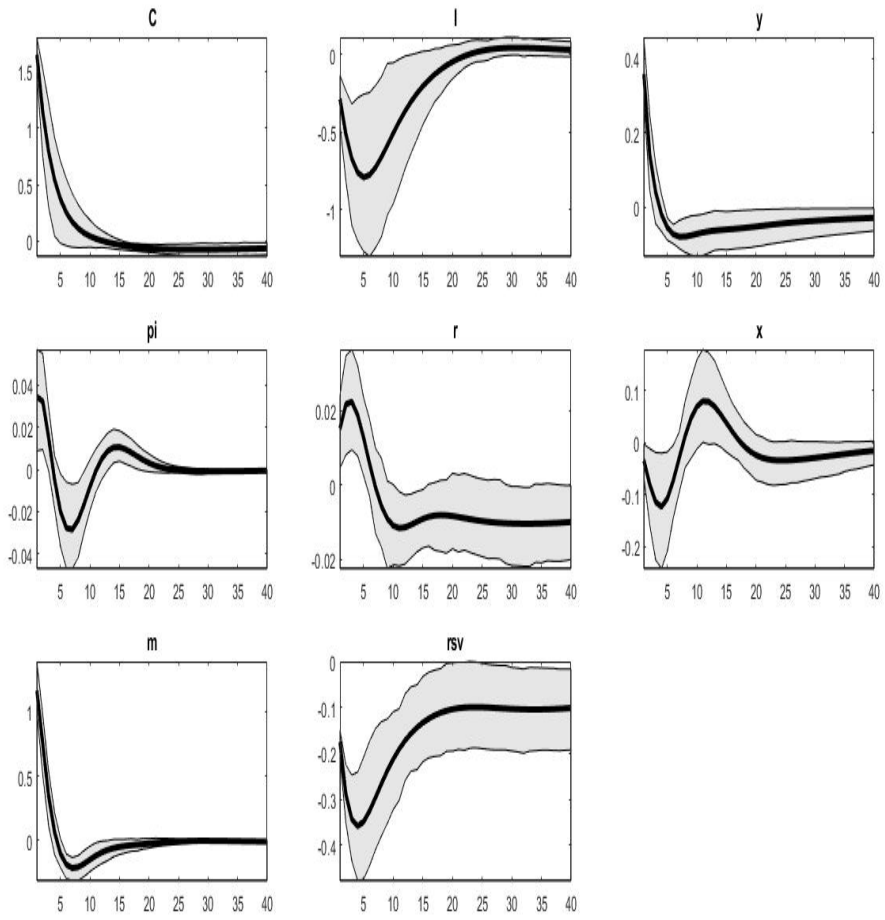
40. Rochelle M. Edge, Michael T. Kiley, and Jean-Philippe Laforte, 2005, "An Estimated DSGE Model of the US Economy".
41. Sargent homas J., 1982. "The Ends of Four Big Inflations," NBER Chapters,in: Inflation: Causes and Effects, pages 41-98 National Bureau of Economic Research, Inc.
42. Smets, F. and Wouters, R.2002, "An estimated dynamic stochastic general equilibrium model of the Euro Area". National Bank of Belgium Working papers – Research series.
43. Smets F., and Wouters R., 2007, "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach," American Economic Review, American Economic Association, vol. 97(3), pages 586-606, June.
44. Sims Christopher A. 1980, "Macroeconomics and Reality" *Econometrica*, Vol. 48, No. 1. pp. 1-48.
45. Sugo,T. Ueda, K. 2007, "Estimating a DSGE Model for Japan: Evaluating and Modifying a CEE/SW/LOWW Model". Bank of Japan - Working Paper Series.
46. Tovar, Camilo Ernesto, 2009. "DSGE Models and Central Banks," *Economics - The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, Kiel Institute for the World Economy (IfW), vol. 3, pages 1-31.
47. Villaverde, F., Rubio-Ramirez, J., and Schorfheide, F. 2016 " Solution and Estimation Methods for DSGE Models". *Handbook of Macroeconomics*, Volume 2.
48. Zhang, Chengsi, 2011. "Inflation persistence, inflation expectations, and monetary policy in China," *Economic Modelling*, Elsevier, vol. 28(1), pages 622-629.

8 Annexes

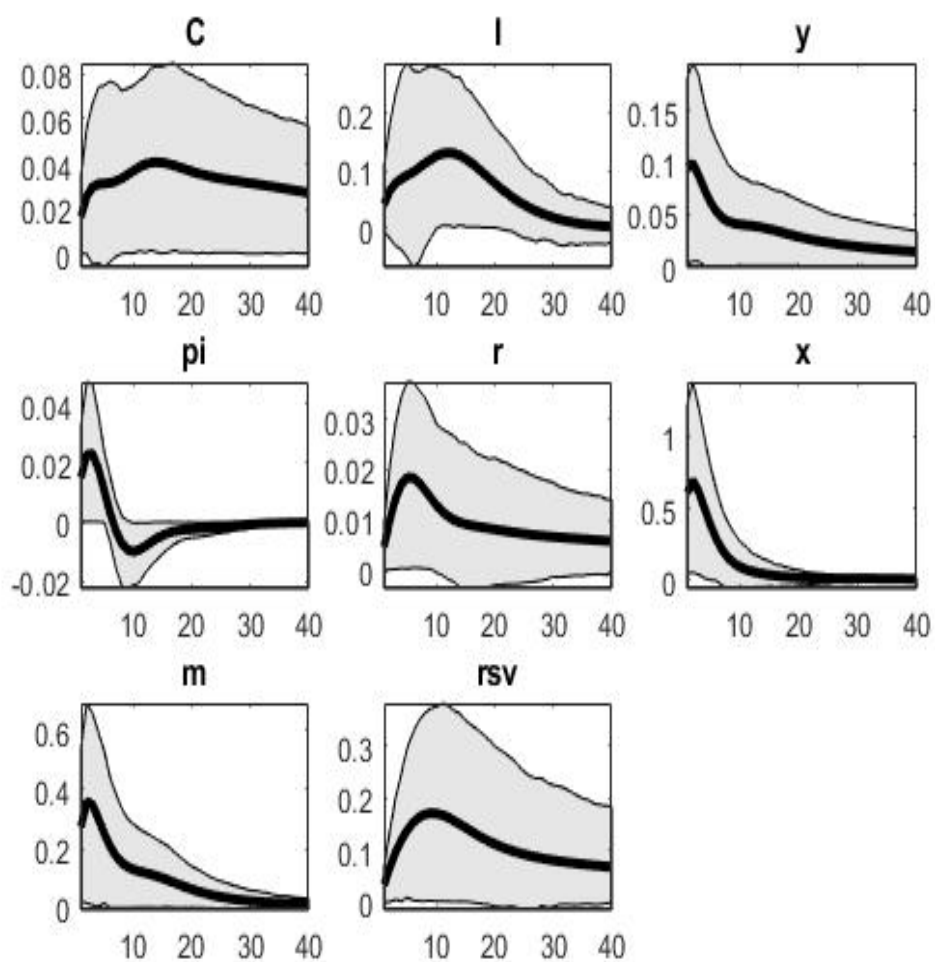
Graphique 1 : Fonctions de réponse impulsionnelles d'un choc technologique (spécification 3)



Graphique 2 : Fonctions de réponse impulsionnelles d'un choc de demande interne (spécification 3)



Graphique 3 : Fonctions de réponse impulsionnelles d'un choc de demande externe (spécification 3)



Graphique 4 : Fonctions de réponse impulsionnelles d'un choc de politique monétaire (spécification 3)

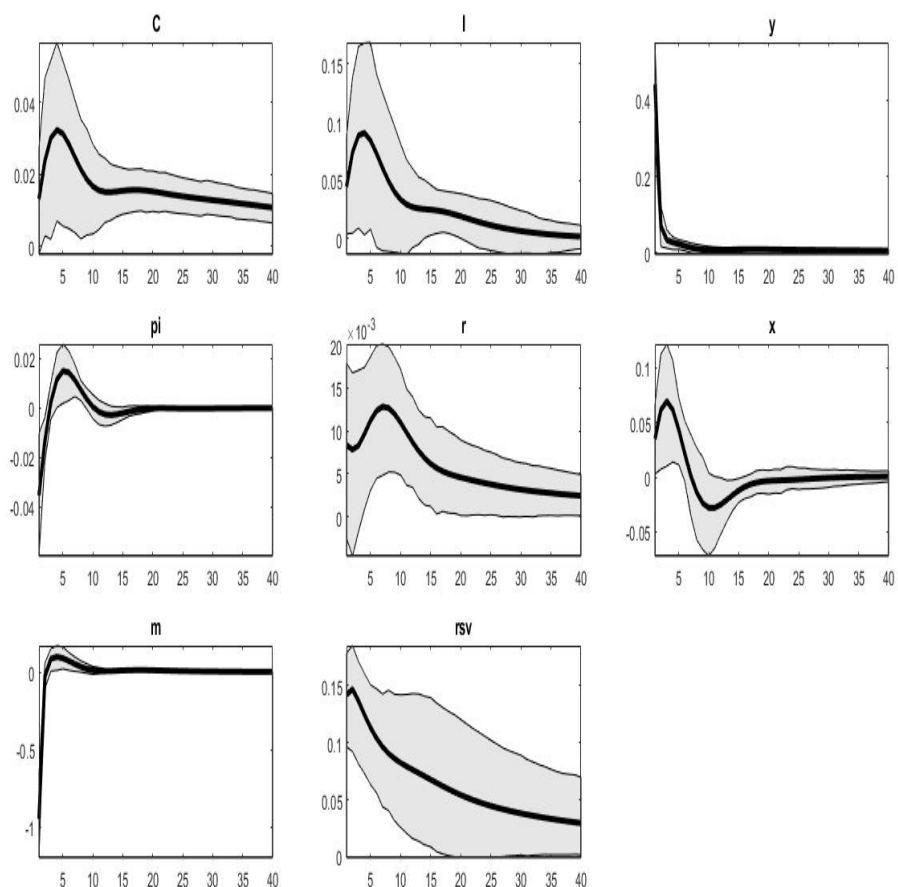
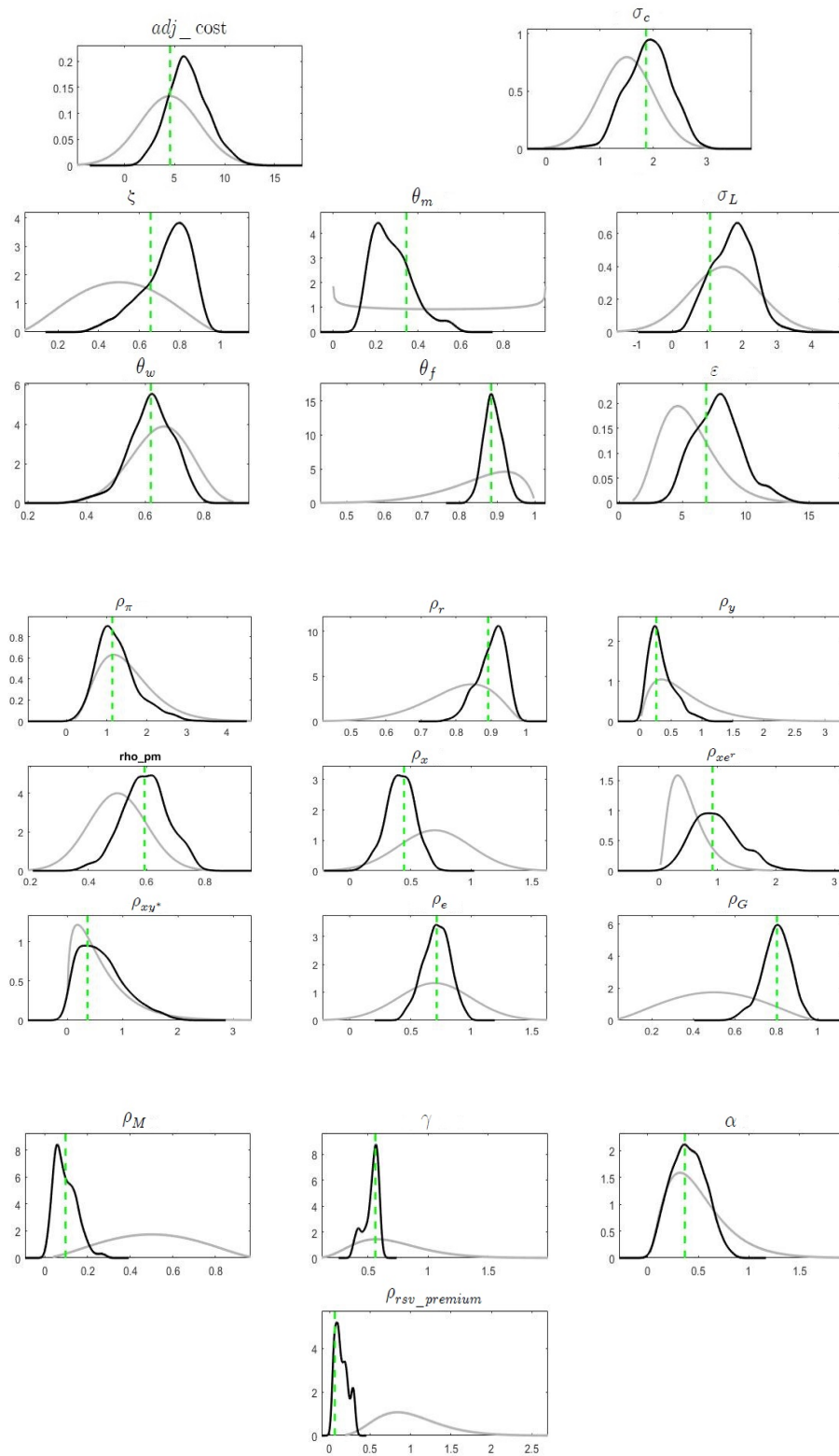


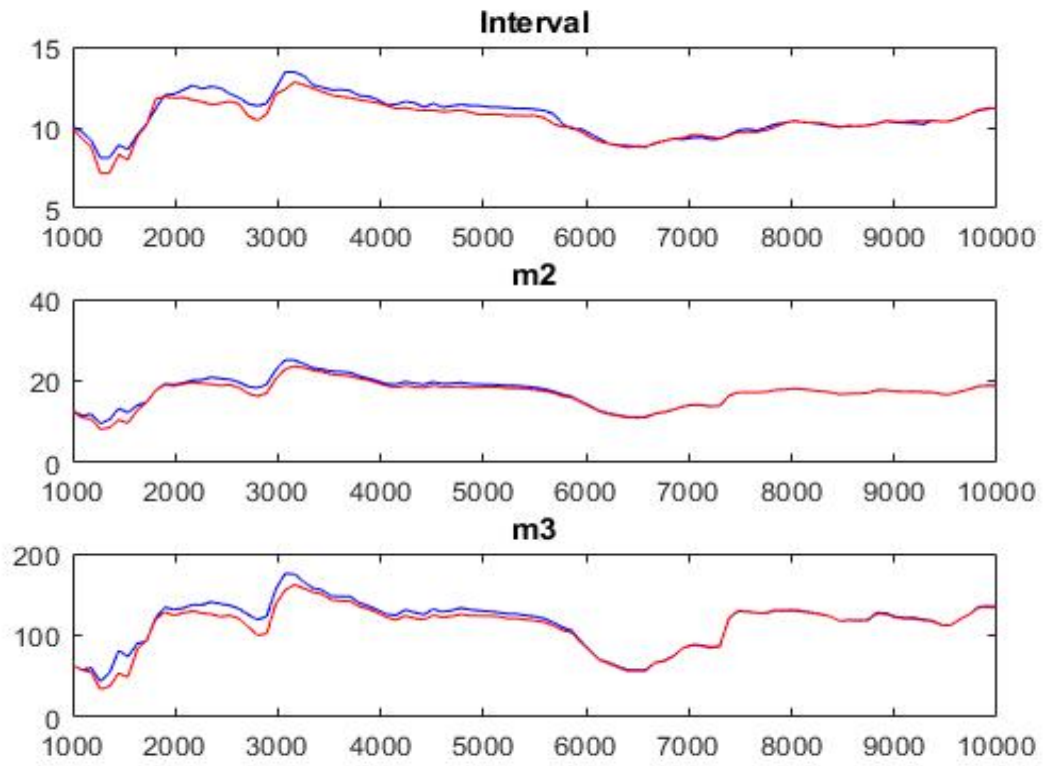
Tableau 1 : Distributions a priori des variances des chocs

Paramètre	Prior	Mean	std	Posterior	Observations
σ_G	Inverse GAMMA	0.05	1	0.014	Choc des dépenses gouvernementales
σ_I	Inverse GAMMA	0.01	1	0.01	Choc d'investissement
σ_R	Inverse GAMMA	0.001	0.05	0.0015	Choc de la politique monétaire
σ_X	Inverse GAMMA	0.06	1	0.042	Choc d'importations
σ_{y^*}	Inverse GAMMA	0.01	0.1	0.005	Choc d'offre des pays partenaires
σ_{pm}	Inverse GAMMA	0.03	1.15	0.06	Choc mark up secteur import
σ_{VA}	Inverse GAMMA	0.01	1	0.019	Choc technologique
σ_C	Inverse GAMMA	0.01	1	0.015	Choc de préférences
σ_{pi}	Inverse GAMMA	0.015	1.15	0.003	Choc mark-up des prix

Graphique 5 : Fonctions de densité a priori et a posteriori
d'une sélection de paramètres



Graphique 6 : Diagnostic multivarié de la convergence de la spécification 3



Graphique 7 : Diagnostic multivarié de la convergence de la spécification standard

