



*République du
Sénégal*

Un Peuple - Un But - Une Foi

MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES

DIRECTION DE LA PRÉVISION ET DES ÉTUDES
ÉCONOMIQUES



Document d'Etude N°04

SOURCES DE FLUCTUATIONS ÉCONOMIQUES AU SÉNÉGAL

DPEE/DEPE @ Novembre 2007

Sources de fluctuations économiques au Sénégal¹

Par

Abdoulaye FAME

Mouhamadou Bamba DIOP

**Direction de la Prévision et des Etudes Economiques
DPEE**

**Direction de la Prévision et des Etudes Economiques
DPEE**

Version Préliminaire

Résumé

Les sources de fluctuations économiques au Sénégal sont examinées à l'aide du VAR Structurel et d'un modèle d'équilibre général stochastique. L'économie ainsi étudiée exhibe les principales caractéristiques structurelles du Sénégal et est en mesure de répliquer les faits stylisés du pays. Dans le court terme, les résultats montrent qu'une part relativement importante des fluctuations économiques au Sénégal est expliquée par les chocs des termes de l'échange. En effet, ils contribuent à plus de 57% des variations du PIB. Dans le long terme, les chocs domestiques expliquent à peu près 65% des variations du PIB. S'ils participent à l'explication de la volatilité de certains agrégats macroéconomiques tels que l'investissement et les exportations nettes, la contribution à la décomposition de la variance des chocs de dépenses publiques et du taux d'intérêt mondial apparaît très faible.

Mots-Clés : Cycles conjoncturels, fluctuations macroéconomiques, VAR Structurel, Modèles DSGE, Sénégal

Classification JEL : C32, D58, E32, F41

Abstract

The sources of economic fluctuations in Senegal are analyzed using Structural VAR and a Dynamic Stochastic General Equilibrium model (DSGE Models). The model economy captures some important structural characteristics of the Senegalese economy and is able to replicate the main properties of their business cycles. The results suggest that an important part of cyclical fluctuations in Senegal is explained by terms of trade shocks in short run term. In particular, these shocks account for more than 57 percent of the variation in aggregate output. In long run term, domestic productivity shocks explain close to 65 percent of business cycle variation in aggregate output. While government spending shocks and world interest shocks are also important in accounting for the volatility of certain macroeconomic variables such investment and trade balance, their contribution to the variance decomposition of aggregate output appears to be relatively small.

Key Words: Business cycles, macroeconomic fluctuations, Structural VAR, DSGE Models, Senegal

JEL Classification: C32, D58, E32, F41

¹ Les auteurs tiennent à remercier particulièrement Sunghyun Henry Kim du Department of Economics, Tufts University et Hideaki Hirata de la Faculty of Business Administration, Hosei University Japan Center for Economic Research, Chiyoda, Tokyo, Japan pour le soutien accordé ainsi que les participants aux Séminaires internes de la DPEE et des lecteurs anonymes et en particulier Monsieur Mbaye Guèye de la DPEE.

Les points de vue exprimés dans ce document n'engagent que les auteurs et ne reflètent pas ceux de la Direction de la Prévision et des Etudes Economiques.

Sommaire

1. Introduction.....	4
2. Survol de la littérature.....	7
3. Caractéristiques structurelles.....	9
3.1. Description de la situation économique du Sénégal.....	9
3.2. Faits stylisés.....	11
4. Modèle empirique.....	13
4.1. Présentation des modèles.....	13
4.2. Décomposition de la variance.....	15
5. Modèle théorique.....	17
5.1. Spécification.....	17
5.2. Résolution.....	21
5.3. Paramétrisation.....	21
6. Résultats.....	25
6.1. Propriétés du modèle.....	25
6.2. Fonctions de réponses impulsionnelles ou la dynamique du système.....	26
6.3. Décomposition de la variance ou détermination des sources de fluctuations.....	27
7. Conclusion.....	29
Références.....	31
ANNEXES.....	35

1. Introduction

Dans les pays en développement en général et particulièrement au Sénégal, on assiste à une très grande instabilité des performances économiques. En effet, le Sénégal, au cours des deux dernières décennies (1980-2006), a réalisé un taux de croissance économique moyen de 3,4% avec une volatilité qui se situe à hauteur de 3%. Durant cette période, l'économie sénégalaise est marquée par deux épisodes. Entre 1980 et 1994, le pays a connu une série de contreperformances et le taux de croissance moyen sur cette période a tourné autour de 2,4%. Suite à la dévaluation survenue en 1994, il a été observé une reprise économique comme en témoigne le taux de croissance moyen sur la période 1995-2006 qui est de l'ordre de 4,4%.

Ceci dépeint ainsi une économie sujette à des fluctuations dont l'origine n'est parfois pas cernée.

De nombreuses études ont été réalisées sur les pays en développement; Hadjimichael et al. (1994), Sachs et Warner (1996), Ghura et Hadjimichael (1996) et Rodrik (1998) ont cherché à analyser les déterminants de la performance économique et aboutissent à la conclusion que la stabilité macroéconomique est un facteur important pour la croissance à long terme. Sous un autre angle, Pindyck (1991) et Aizenman et Marion (1993) ont élaboré un cadre théorique permettant d'affirmer que la volatilité macroéconomique a un effet négatif sur la croissance et est coûteuse en termes de croissance économique (Gavin et Hausmann (1995), Turnovsky et Chattopadhyay (2003))², tandis que Ramey et Ramey (1995) soutiennent, par ailleurs, que les pays en développement qui ont de faibles taux de croissance coïncident avec ceux qui ont un environnement macroéconomique très volatile. S'il est généralement admis que l'instabilité est liée, entre autres, aux chocs externes tels les fluctuations des termes de l'échange, les conditions économiques internationales (taux d'intérêt mondial), les catastrophes naturelles, la volatilité de l'aide au développement (Raddatz (2006)), il n'en demeure pas moins qu'elle constitue un obstacle pour les pays en développement réalisant des taux de croissance faibles et ayant une part très élevée de la population vivant dans la pauvreté. A la lumière de ce

² D'ailleurs, en calculant le coût dû aux fluctuations en terme de bien être avec le modèle de Lucas (1987) et son extension qui utilise les préférences à la Epstein et Zin (1989) suivant l'approche décrite par Pallage et Robe (2003). On note qu'au Sénégal, les coûts occasionnés par les fluctuations sont plus onéreux que dans les pays du MENA (Middle East North Africa) et de l'Asie du Sud. Ce qui confirme bien la vulnérabilité du Sénégal. Une note portant sur cet argument est disponible sur demande des auteurs.

constat, l'identification de l'origine des fluctuations économiques revêt un caractère important dans la gestion macroéconomique dans ces pays et constitue une étape importante dans la recherche des solutions pour la minimisation des coûts occasionnés par l'instabilité macroéconomique. Deux types de chocs sont ici considérés : les chocs externes et les chocs domestiques. Les chocs externes portent sur les termes de l'échange, le taux d'intérêt mondial, les fluctuations de l'aide au développement. Pour ce qui est des chocs domestiques, ils sont la résultante de la gestion économique, de l'instabilité politique et des conflits, entre autres et sont captés par le PIB, les dépenses publiques et les prix. Dans un contexte où les fluctuations observées sont d'origine externe, cela voudrait dire que les décideurs économiques ont peu de marges de manœuvre pour assurer les perspectives de stabilité et de développement économiques.

Dans un cas de figure où les sources de fluctuations sont d'origine domestique, c'est-à-dire découlant d'un conflit, d'une instabilité politique ou d'une mauvaise gestion macroéconomique, il est possible de disposer de leviers sur lesquels s'appuyer pour combattre ces sources de volatilité économique afin de garantir un environnement économique plus stable (Acemoglu et al. (2003), Ahmed (2003)).

Pour identifier l'importance relative de chaque type de choc, il est usuel dans la littérature de recourir aux modèles VAR structurels (Hoffmaister et al. (1998), Ahmed (2003), Deaton et Miller (1996), Broda (2004) etc.) et récemment aux modèles d'équilibre général stochastiques (Mendoza (1995), Kose et Riezmann (2002), Hirata et al. (2007)). Ces deux outils présentent l'intérêt de fournir une décomposition de la variance des variables qui donne une indication claire sur l'origine des fluctuations économiques.

Au moyen du modèle VAR structurel, Hoffmaister et al. (1998) ont montré que les chocs externes, en particulier les termes de l'échange, ont un impact non négligeable sur les variables domestiques dans les pays de la zone CFA. Broda (2004), Deaton et Miller (1996), se sont intéressés à l'impact des termes de l'échange globalement sur les PVD.

Pour ce qui est des modèles DSGE, les travaux de Hirata et al. (2007) établissent que les termes de l'échange expliquent plus de 60% des fluctuations du PIB dans les pays du MENA. Kose et Riezmann (2002) trouvent un résultat similaire pour l'ensemble des pays africains et pour les pays de l'ASEAN³ (Thaïlande, Philippines, Malaisie, Indonésie), alors que Kodama (2006) montre que 50% des fluctuations du PIB sont dû aux chocs domestiques.

³ L'Association des nations de l'Asie du Sud-Est.

D'autres chocs qui ne dépendent pas de facteurs économiques peuvent être à l'origine de fluctuations économiques. En effet, Skidmore et Toya (2002) et Raddatz (2006) ont montré que des chocs tels les catastrophes naturelles (inondations, tempêtes, sécheresses etc.), humaines (famines) et géologiques (tremblements de terre, irruptions volcaniques) pouvaient expliquer les fluctuations économiques dans les pays en développement. Selon Raddatz (2006), nonobstant la présence des chocs naturels, les pays à faible revenu sont plus exposés aux chocs domestiques.

La contribution de cette étude est double : d'une part, elle combine deux méthodologies généralement utilisées dans la littérature, et d'autre part, elle cherche à identifier l'origine des sources de fluctuations économiques au Sénégal.

Les investigations menées dans le présent travail révèlent ainsi des résultats forts intéressants. Les différentes méthodes employées permettent d'affirmer qu'au Sénégal, l'origine des fluctuations économiques est plus externe dans le court terme alors que dans le long terme les chocs domestiques expliquent à plus de 50% l'instabilité macroéconomique. La pluviométrie occupe une fraction non négligeable (20%) dans la décomposition de la variance de l'output domestique ; idem pour l'aide que reçoit le Sénégal. Toutefois, les résultats de cette étude contrastent légèrement avec ceux trouvés par Hirata et al. (2007) pour les pays du MENA⁴. En effet, pour ces auteurs, les chocs des termes de l'échange affectent plus ces économies quel que soit l'horizon sur lequel on se trouve alors que dans le cas du Sénégal, les résultats font état d'une influence relativement élevée, dans le court terme, des termes de l'échange et d'une prédominance des chocs domestiques dus aux caractéristiques structurelles de l'économie, dans le long terme.

Le reste du présent document s'articule comme suit. La section 2 est consacrée au survol de la littérature théorique et empirique. Elle traite des deux méthodes communément utilisées. Il est question des caractéristiques structurelles de l'économie sénégalaise à travers les faits stylisés dans la section 3. Dans les quatrième et cinquième parties, nous revenons sur le modèle empirique qui utilise différentes variantes VAR structurels ainsi que le modèle d'équilibre général stochastique (DSGE). Enfin, les résultats du modèle DSGE sont déclinés dans la section 6 et la dernière partie est consacrée à la conclusion.

⁴ Middle East North Africa

2. Survol de la littérature

Un grand nombre d'auteurs se sont intéressés à la volatilité de certains agrégats macroéconomiques dans les pays en voie de développement. En effet, des études ont montré que la volatilité est coûteuse en termes de croissance économique et de bien être dans les pays en voie de développement (Gavin et Hausmann (1995), Turnovsky et Chattopadhyay (2003), Aizenman et Marion (1993).

Bien des études ont été consacrées aux facteurs qui sous-tendent cette volatilité. Agénor, McDermott, et Prasad (1999) ont établi, grâce à leurs travaux empiriques, que les fluctuations du PIB des pays en développement sont positivement liées à celles des pays industrialisés, mais également, que ces fluctuations sont positivement, et ce de façon contemporaine, liées au taux d'intérêt mondial. Ainsi, les chocs externes auraient-ils une influence certaine sur l'activité économique des pays en développement?

Dans ce même sillage, d'autres investigations ont été menées, lesquelles ont conclu à des résultats très révélateurs. La littérature retient deux méthodologies : le modèle VAR et le modèle d'équilibre général stochastique (DSGE).

Hoffmaister et Roldos (1997) ont effectué des travaux empiriques au moyen du modèle VAR pour déterminer l'origine des fluctuations macroéconomiques dans les pays en voie de développement. Leur analyse porte, d'une part, sur les chocs externes qu'ils appréhendent à travers les termes de l'échange, le taux d'intérêt mondial, et d'autre part, sur les chocs domestiques (chocs d'offre ou de demande). S'inspirant de Blanchard et Quah (1989), Hoffmaister et Roldos (1997), après avoir posé, des restrictions de long terme⁵, ont établi que les chocs domestiques sont essentiellement à l'origine des fluctuations macroéconomiques dans les pays en développement. D'après leurs résultats, les termes de l'échange et le taux d'intérêt mondial expliquent respectivement 7% et 6% des variations de l'output en Asie. Pour les pays subsahariens, la contribution des termes de l'échange apparaît plus élevée (15%), alors que celle du taux d'intérêt mondial reste similaire (Voir Hoffmaister, Roldos et Wickman (1998), Ahmed et Murthy (1994)).

Adriana Arreaza et Miguel Dorta (2004) se sont penchés eux sur le cas du Vénézuéla. Sur la base de données trimestrielles, ils concluent que les chocs domestiques tirés par les chocs d'offre expliquent environ 70% de la volatilité du PIB non-pétrolier du dudit pays. Les chocs

⁵ Ahmed (2003) qui a fait des restrictions de court terme a abouti à des résultats similaires à ceux de Hoffmaister et Roldos (1997).

nominaux, pour leur part, contribuent à hauteur de 50% à la variabilité de l'inflation. Les résultats ainsi fournis par cette étude rejoignent ceux de Hoffmaister et Roldos (1997, 2001) et Ahmed (2003) qui ont aboutit à des résultats semblables pour le cas des autres pays de l'Amérique latine.

Deaton et Miller (1996) se sont intéressés à l'estimation de l'impact des fluctuations des prix sur les pays africains alors que Broda (2004) s'est intéressé à l'impact des termes de l'échange sur les pays sous développés selon le régime de change adopté.

Les études citées jusque là ont comme cadre technique le modèle VAR structurel. Avec le modèle DSGE comme cadre d'analyse, d'autres investigations ont été dédiées à l'origine des fluctuations des agrégats macroéconomiques.

Les conclusions des études sur l'origine des fluctuations de l'activité reposant sur le DSGE font état d'un manque de consensus. Tout d'abord, Mendoza (1995) conclut que 56 % des fluctuations du PIB dans les pays en développement sont dues aux chocs des termes de l'échange. Kose et Riezman (2001) montrent, quant à eux, que les prix relatifs expliquent 44% des fluctuations de l'activité productive des pays africains. Les résultats de Kose (2002) dénotent une contribution de ces chocs à hauteur de 90%. Puis, tout en s'appuyant sur les travaux de Mendoza (1995), beaucoup d'auteurs ont essayé d'enrichir cette première approche ; ainsi, Kose et Riezman (2001) et Kose (2002), ont conclu à une faible influence du taux d'intérêt mondial sur les fluctuations de l'output.

Lubik et Teo (2005)⁶, quant à eux, retiennent que l'effet du taux d'intérêt mondial dans les variations de l'output se situe entre 40% et 75% alors que celui des termes de l'échange est minime⁷.

Une récente étude (Kodama (2006)) utilisant les modèles DSGE, portant sur la Thaïlande, la Malaisie, l'Indonésie et les Philippines, montre l'importance des chocs domestiques qui expliqueraient 50 % de la volatilité du PIB dans ces pays.

En somme, si les études reposant sur le VAR indexent en général les chocs domestiques comme étant la cause principale des fluctuations macroéconomiques, celles s'appuyant sur le DSGE ne marquent pas de consensus là-dessus.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse sera conduite suivant les deux méthodologies: le VAR structurel et le DSGE. Les résultats fournis par les deux méthodologies à travers la décomposition de la variance des variables prises en compte vont être confrontés dans un souci d'établir des conclusions pertinentes et solides.

⁶ Lubik et Teo (2005) ont estimé un DSGE en utilisant une approche bayésienne.

⁷ Moins 3%.

3. Caractéristiques structurelles

3.1. Description de la situation économique du Sénégal

L'évolution de la situation économique du Sénégal durant la période 1980-2006 peut être découpée en deux épisodes. La période allant de 1980 à 1994 est marquée par une série de contreperformances ayant abouti à la dévaluation en 1994. La croissance au cours de cette période a tourné autour de 2,4%. Pour ce qui est de la structure de l'économie, il est noté une prédominance du secteur tertiaire qui représente en moyenne 57,2% du PIB au cours de cette période, alors que le secteur primaire et celui tertiaire ont respectivement un poids de 22,5% et 20,3%. La seconde période qui correspond à une période de reprise économique s'étend au-delà de 1994; entre 1995 et 2006, le Sénégal a enregistré un taux de croissance économique moyen de 4,4%. Suite à la dévaluation, l'économie du pays a été placée sous ajustement structurel, d'où une amélioration significative de l'environnement économique. En effet, plusieurs programmes ont été déployés en rapport avec le FMI. Il s'agit des Facilités de Réduction de la Pauvreté et pour la Croissance Renforcées (Facilité d'Ajustement Structurel (FAS), Facilité d'Ajustement Structurel Renforcée (FASR) et Facilité de Réduction de la Pauvreté et pour la Croissance Renforcée (FRCP)). L'évolution de la situation économique du Sénégal s'est faite de manière erratique. En effet, l'observation des principaux indicateurs macroéconomiques du pays, en particulier du PIB, révèle que ceux-ci ont connu d'importantes fluctuations au cours des deux dernières décennies comme le souligne le graphique ci-après. Cependant la structure de l'économie est toujours guidée par la loi de Petty Clark⁸.

Tableau 1. Croissance économique

	1980-1994	1995-2006	1980-2006
taux de croissance	2,4%	4,4%	3,4%

Tableau 2. Structure de l'économie

	1980-1994	1995-2005
Secteur primaire	22,5%	19,6%
Secteur secondaire	0,3%	22,8%

⁸ Importance du secteur primaire.

Secteur tertiaire	57,2%	57,6%
-------------------	-------	-------

Source : Compte Nationaux et Calculs des auteurs

Durant ces deux dernières décennies, le Sénégal a connu de fortes fluctuations de ses variables économiques, couplées à de faibles performances en termes de croissance économique. Voilà pourquoi, pour le bien être des populations, il est important de minimiser des fluctuations macroéconomiques. La question est de savoir si ces fluctuations ont des sources internes ou externes, et partant, comment y remédier?

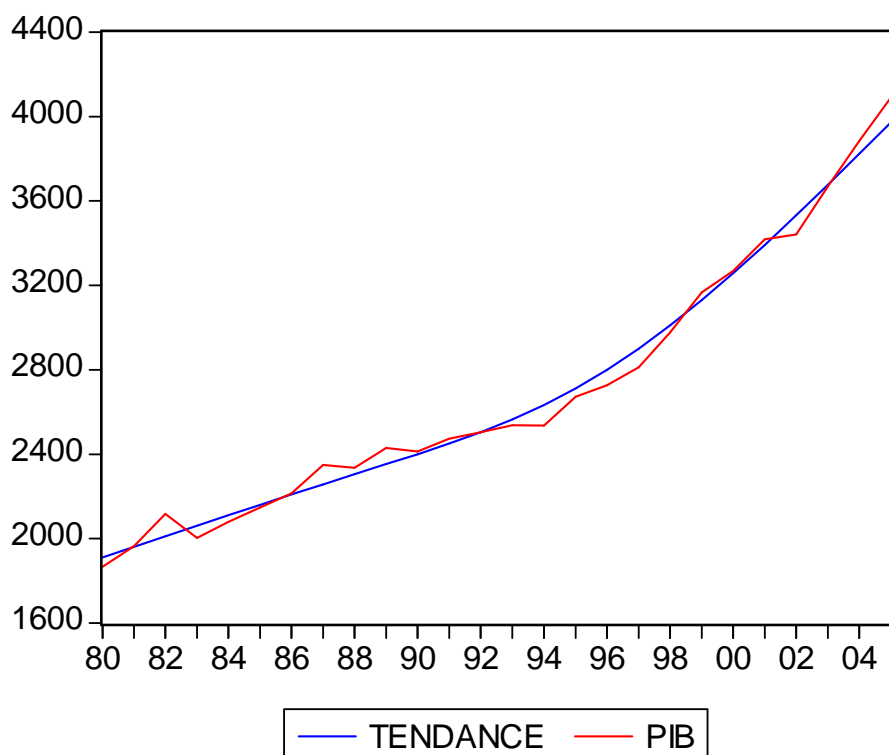


Figure 1. Evolution du PIB réel par rapport au PIB tendanciel

3.2. *Faits stylisés*

Cette partie consacrée aux faits stylisés de l'économie sénégalaise sert de travail de base au modèle de DSGE. Les différentes statistiques calculées, à savoir la moyenne, le co-mouvement, et la persistance, seront comparées à celles obtenues suite à des simulations du modèle DSGE. Cette confrontation permettra ainsi de juger de la qualité du modèle, autrement dit, si le modèle est à même de répliquer les faits stylisés observés. Un modèle DSGE de qualité, va ainsi permettre d'obtenir une décomposition fiable de la variance des variables ciblées, et partant, de trouver les sources des fluctuations économiques.

Les séries temporelles sont décomposées en composantes tendancielle et cycliques. En effet, il existe plusieurs techniques de décomposition : le filtre HP⁹ (1997), la décomposition de Beveridge et Nelson (1981), le filtre de Baxter et King(1995)); la technique la plus employée est le filtre de HP qui décompose toute série temporelle en composantes permanente et transitoire moyennant la résolution d'un programme d'optimisation¹⁰.

Soit $y_t = c_t + \tau_t$

c_t avec la composante cyclique et τ_t la composante tendancielle.

La tendance est extraite en résolvant le programme suivant :

$$\underset{\tau_t}{\text{Min}} \sum_{t=1}^T (y_t - \tau_t)^2 + \lambda \sum_{t=1}^{T-1} (\Delta^2 \tau_{t+1})^2 = \sum_{t=1}^T c_t^2 + \lambda \sum_{t=1}^{T-1} [(\tau_{t+1} - \tau_t) - (\tau_t - \tau_{t-1})]^2$$

Une vaste littérature s'est intéressée au choix du paramètre de lissage λ (voir Ravn et Uhlig(2002)).

Une telle opération permet d'étudier les faits saillants de chaque agrégat à travers la volatilité calculée par l'écart-type, le co-mouvement mesuré par le coefficient de corrélation contemporaine avec le PIB et la persistance déterminée par le coefficient d'auto-corrélation d'ordre 1.

Les différentes statistiques calculées permettent d'affirmer qu'au Sénégal, il existe une variabilité plus marquée sur le commerce extérieur (exportations, importations) suivie de la

⁹ Hodrick-Prescott.

¹⁰ La solution du programme est donnée par (voir Mark (2001)) :

Soient $\underline{c} = (c_1, \dots, c_T)'$, $\underline{y} = (y_1, \dots, y_T)'$, $\underline{\tau} = (\tau_1, \dots, \tau_T)'$ alors on a :

$$\underline{y} = (\lambda H + I_T) \underline{\tau} \text{ et } \underline{c} = \underline{y} - \underline{\tau} = \left[I_T - (\lambda H + I_T)^{-1} \right] \underline{y}$$

consommation, de l'investissement et de la production alors que les exportations nettes semblent être l'agrégat le plus stable. Ce constat corrobore les résultats obtenus avec les pays du MENA et ceux d'Asie.

Pour ce qui est du co-mouvement, toutes les variables sont pro-cycliques¹¹ à l'exception du bloc commerce extérieur : les exportations nettes sont faiblement contra-cycliques. Cependant quelques disparités apparaissent : la consommation et l'investissement sont les agrégats les plus liés à l'activité économique au Sénégal. Ce résultat contraste avec celui obtenu avec les pays du MENA et de l'Asie. Ceci laisse penser que l'activité domestique a une influence positive sur la consommation, l'investissement et non sur les exportations.

S'agissant de la persistance, un consensus ne semble pas se dégager. En effet, au Sénégal la production, la consommation et les indicateurs du commerce extérieur constituent les variables les plus persistantes. Ces statistiques contrastent légèrement avec celles du MENA et des pays asiatiques. En plus des variables précitées, l'investissement présente une persistance. De ces constats, on peut affirmer que la volatilité plus marquée de la consommation au Sénégal reflète la faible présence du marché financier et un accès limité à celui international. En d'autres termes, le recours aux instruments financiers pour lisser la consommation est quasi absent.

¹¹ Evoluent dans le même sens que le PIB.

4. Modèle empirique

L'objet de cette section est de procéder à une décomposition de la variance, après élaboration d'un modèle VAR Structurel, de quelques variables représentant l'environnement domestique du Sénégal afin de clarifier ce qui est à l'origine de leur variabilité. Pour ce faire, il est d'abord présenté les différents modèles.

4.1. Présentation des modèles

Le modèle VAR Structurel s'inspire de Hoffmaister, Roldos et Wickam (1998) et utilise les approches de Blanchard et Quah (1989) et de Shapiro et Watson (1988). Leur approche met en avant des restrictions de long terme sur les relations qui existent entre les variables. Nous tentons de déterminer l'origine des fluctuations macroéconomiques observées au Sénégal. Il est ainsi question de voir si les fluctuations sont d'origine domestique, ou bien, si elles sont plutôt liées à l'environnement international. Les variables du modèle sont classées en deux catégories : les variables domestiques, d'une part, les variables externes qui reflètent l'environnement international, d'autre part. Le modèle se présente comme suit :

$$\Delta x = A(L)\varepsilon$$

Δx étant le vecteur des variables retenues dans le modèle ;

$A(L)$ la matrice résumant la dynamique du modèle ;

$\varepsilon \sim N(0, \Sigma)$ le vecteur des innovations.

Les variables du premier modèle sont le taux d'intérêt mondial, les termes de l'échange, le PIB et enfin les prix domestiques mesurés par l'Indice harmonisé des prix à la consommation. Les variables domestiques du modèle sont donc le PIB et l'IHPC. L'environnement international est ainsi appréhendé à travers le taux d'intérêt mondial et les termes de l'échange.

Dans un souci de stationnarité, les variables du modèle ont été soumis, au besoin, à des traitements statistiques. Le vecteur des variables est le suivant :

$$\Delta x = \begin{pmatrix} r_t \\ rer_t \\ plb_t \\ P_t \end{pmatrix}$$

r_t est le taux d'intérêt mondial ;

rer_t représente les termes de l'échange ;

$plib_t$ est le produit intérieur brut aux prix de 1999 ;

p_t est le prix domestique appréhendé par l'IHPC.

Partant de l'hypothèse selon laquelle le Sénégal est un « petit pays » dont l'économie n'affecte pas l'environnement international, les variables domestiques n'ont ainsi aucune influence sur celles externes. S'y ajoute l'hypothèse que les chocs nominaux sont neutres à long terme, et partant, n'affectent pas la production.

La matrice des contraintes de long terme qui découle des restrictions susmentionnées est la suivante :

$$A(1) = \begin{pmatrix} a_{11} & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & a_{22} & 0 & 0 \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & 0 \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{pmatrix}$$

D'autres variables peuvent être testées dans le but de clarifier au mieux l'origine des fluctuations macroéconomiques. A ce titre, un regard est porté sur la contribution du choc pluviométrique, mais aussi de l'aide publique au développement. En effet, la production agricole, qui représente une part importante dans la constitution du PIB, est fortement tributaire de la pluviométrie. Par ailleurs, les ressources issues de l'APD contribuent à l'amélioration du taux d'investissement public.

Le vecteur des variables du second modèle est celui qui suit :

$$\Delta x = \begin{pmatrix} pluv_t \\ rer_t \\ plib_t \\ p_t \end{pmatrix}$$

$pluv_t$ représente la pluviométrie.

Dans ce modèle, il est fait la restriction qu'à long terme la pluviométrie peut affecter les variables macroéconomiques domestiques du modèle, et que celle-ci n'a aucun impact sur les variables externes.

Quant au modèle intégrant l'aide publique au développement, le vecteur des variables y afférant est le suivant :

$$\Delta x = \begin{pmatrix} aide_t \\ rer_t \\ plib_t \\ p_t \end{pmatrix}$$

La matrice des contraintes de long terme qui s'en déduit est également une matrice triangulaire à quatre lignes, quatre colonnes.

Nous essayons, par ailleurs, de cerner l'impact des chocs qu'ils soient domestiques ou externes, sur les dépenses publiques, notamment, en s'intéressant à la part du taux d'intérêt mondial et de l'APD dans les fluctuations de celles-ci. Ainsi, deux modèles sont définis et les vecteurs des variables s'y rapportant sont les suivants :

$$\Delta x = \begin{pmatrix} r_t \\ rer_t \\ pib_t \\ dep_t \end{pmatrix}$$

$$\Delta x = \begin{pmatrix} alde_t \\ rer_t \\ pib_t \\ dep_t \end{pmatrix}$$

Les matrices des contraintes de long terme établies sur la base des hypothèses que nous connaissons sont triangulaires inférieures.

Les variables introduites dans les différents modèles ont été soumises au test de racine unitaire et traitées, pour la plupart, dans un souci de les rendre stationnaires.

Comme susmentionné, le but des modèles VAR Structurel dans la présente étude, est de permettre une décomposition de la variance des variables domestiques. Au moyen de cette décomposition, il est analysé les sources de fluctuations économiques au Sénégal.

4.2. Décomposition de la variance

Le premier modèle, au vu de la décomposition de la variance, fait ressortir que l'influence des chocs externes sur les fluctuations du PIB portés surtout par le taux d'intérêt, apparaît faible en comparaison à celle des chocs domestiques. Ces derniers expliquent largement (plus de 92%) les fluctuations de l'activité économique.

Les chocs sur le taux d'intérêt mondial et les termes de l'échange expliquent 4% des fluctuations du PIB durant la première période. L'influence des termes de l'échange gagne en ampleur dans le temps, mais reste tout de même faible. Il apparaît aussi que le taux d'intérêt mondial affecte plus les fluctuations de l'output que les termes de l'échange contrairement aux résultats de Hoffmaister, Roldos et Wickman (1998).

S'agissant des prix intérieurs, appréhendés dans le modèle par l'indice harmonisé des prix à la consommation, ils subissent une forte influence des chocs externes, qui sont dominés par le choc sur le taux d'intérêt mondial. La contribution du taux d'intérêt mondial et des termes de l'échange sont respectivement de l'ordre de 24% et 16%. Néanmoins, la plus grande part des fluctuations des prix s'explique par l'environnement domestique.

Comme susmentionné, l'effet de la pluviométrie sur les variables macroéconomiques est estimé dans le cadre d'un second modèle. La pluviométrie semble être une source non négligeable de fluctuations économiques d'après les résultats obtenus suivant la décomposition de la variance. Dans le modèle élaboré, elle explique près de 18% de la volatilité de l'activité économique, et 13% de celle de l'IHPC à la première période¹².

Concernant l'aide publique au développement, au vu des résultats, elle contribue à hauteur de 4% aux fluctuations de l'activité. Les prix intérieurs, pour leur part, semblent être sensibles à l'APD. La décomposition de la variance traduit une part de cette dernière dans les fluctuations des prix qui est presque nulle à l'horizon temporel d'une année, mais toutefois, qui dépasse 17% à partir de la deuxième période. L'APD apparaît ainsi comme étant un facteur non négligeable de volatilité de l'IHPC¹³, même si l'essentiel des fluctuations de cette dernière est expliquée par les chocs domestiques¹⁴. En effet, les chocs externes représentés par ceux sur l'aide publique et sur les termes de l'échange expliquent près de 24% de la volatilité de l'IHPC.

Une autre variable domestique est prise en considération dans la présente étude : il s'agit des dépenses publiques appréhendées ici par les dépenses courantes et les dépenses en capital. Dans le modèle en question, le taux d'intérêt mondial, les termes de l'échange, le PIB et les dépenses publiques sont les variables considérées. La contribution du taux d'intérêt mondial aux fluctuations de cette variable d'après les résultats du modèle apparaît élevée. En effet, d'après les résultats obtenus, environ 32% de la volatilité des dépenses publiques est dû au taux d'intérêt mondial.

Enfin, l'impact de l'aide publique au développement sur les fluctuations des dépenses publiques fait l'objet d'un dernier modèle¹⁵. Il ressort de la décomposition de la variance que la contribution de l'APD à la volatilité des dépenses est faible et est de l'ordre de 3% à partir d'un horizon temporel de deux années.

A la lumière des résultats empiriques, les chocs domestiques constituent une source majeure de fluctuations économiques. Cette investigation reposant sur le modèle VAR montre néanmoins que certaines variables reflétant l'environnement international ont une influence non négligeable sur les fluctuations des variables domestiques.

¹² Au-delà de la première période, la contribution de la pluviométrie aux fluctuations de l'IHPC est de l'ordre de 18%.

¹³ Ceci peut témoigner que le constat général sur l'utilisation de l'aide. Elle est plutôt employée dans la consommation que dans l'investissement. Voir Burnside et Dollar (2000)

¹⁴ Les chocs domestiques sont portés dans ce modèle par l'IHPC et le PIB.

¹⁵ Les variables de ce modèle sont l'aide publique au développement, les termes de l'échange, le PIB et les dépenses publiques.

5. Modèle théorique

5.1. Spécification

Ce modèle théorique s'inspire d'Ayhan Kose et Raymond Riezman (1999) et Mendoza (1995) et suit étroitement les travaux de Hirata, Kim et Kose (2007). En effet, l'économie est habitée par une infinité de consommateurs identiques, de firmes produisant deux types de biens échangeables et non échangeables et d'un gouvernement.

Consommateur

Soit un consommateur représentatif ayant une utilité suivante :

$$E_0 \left[\sum_{t=0}^{+\infty} \beta^t \frac{u(c_t, l_t) - 1}{1 - \sigma} \right]$$
$$\sigma > 0, \beta > 0$$

Nous supposons que la fonction d'utilité instantanée (Greenwood, Hercowitz et Huffman, (1988), GHH) a pour arguments la consommation de bien (c_t) et le loisir (l_t). De plus, le bien de consommation considéré est composite et comprend des biens échangeables (c_{xt}), non échangeables (c_{nt}) et des biens de consommations importés (c_{mt}). L'agrégation retenue est de type CES :

$$c_t = \left[b_x c_{xt}^{1-\gamma} + b_n c_{nt}^{1-\gamma} + b_m c_{mt}^{1-\gamma} \right]^{\frac{1}{1-\gamma}}$$

Avec la somme des poids des différents biens composant le panier :

$$b_x + b_n + b_m = 1$$

Ainsi, la somme des dépenses de consommation est donnée par:

$$c_{mt} + p_{xt} c_{xt} + p_{nt} c_{nt} = p_t c_t$$

Dans ce modèle, nous supposons que le numéraire est le bien importé et P_{xt} , par conséquent, se définit comme les termes de l'échange (ratio du prix des biens exportables sur le prix du bien importé) et le prix du bien composite (P_t) représente le taux de change réel et dans ce cas de figure une appréciation de la monnaie locale est synonyme d'une hausse du taux de change réel.

La spécification retenue pour fonction d'utilité instantanée (GHH) est motivée par sa capacité à répliquer la volatilité de consommation montrée par les travaux empiriques est la suivante et vérifie les conditions d'Inada :

$$u(c_t, l_t) = \left[c_t - \psi (1 - l_t)^{\frac{1}{\psi}} \right]^{1-\sigma}$$

$$\psi > 0$$

Technologie

L'économie prototype produit un bien non échangeable et un bien exportable. Le bien non échangeable est obtenu en combinant le travail n_t^f , le capital k_t^f avec une technologie Cobb-Douglas:

$$y_t^n = z_t^n g(k_t^n, n_t^n)$$

$$= z_t^n (n_t^n)^{\theta_1} (k_t^n)^{\theta_2}$$

$$0 < \theta_1, \theta_2 < 1$$

En ce qui concerne le bien exportable, le travail n_t^x , le capital k_t^x et cette fois ci un bien intermédiaire importé v_t sont utilisés :

$$y_t^x = z_t^x f(k_t^x, n_t^x, v_t)$$

$$= z_t^x (n_t^x)^\alpha \left[a(k_t^x)^{1-z} + (1-a)(v_t)^{1-z} \right]^{\frac{(1-\alpha)}{1-z}}$$

$$0 < a, \alpha < 1, z \geq 0$$

Dynamique du capital

La loi du mouvement du capital est donnée par l'équation suivante:

$$k_{t+1}^j = (1 - \delta_j) k_t^j + \phi \left[\frac{i_t^j}{k_t^j} \right] k_t^j \quad j = x, n$$

$$\phi(\cdot) > 0; \phi'(\cdot) > 0; \phi''(\cdot) < 0$$

L'introduction d'une fonction de coût d'ajustement est généralement faite pour éviter la volatilité excessive de l'investissement et le mouvement intersectoriel du capital.

Marchés financiers

Chaque ménage a accès aux marchés financiers mondiaux. Ces marchés sont supposés incomplets voir Camichael et al. (1999). Il est connu dans la littérature que l'introduction d'une telle structure permet d'avoir des modèles qui répliquent bien les faits stylisés des économies mondiales.

$$a_{t+1} + \frac{\Phi}{2}(a_{t+1} - \bar{a})^2 = tb_t + a_t(1 + r_t)$$

tb_t = *balance commerciale*

r_t : *taux d'intérêt*

\bar{a} : *actif à l'état stationnaire*

La contrainte de Non-Ponzi-game est imposée pour éliminer une accumulation excessive de dette ; cette contrainte s'articule comme suit :

$$\lim_{t \rightarrow +\infty} E_0 \left[\frac{a_t}{(1 + r_t)^t} \right] = 0$$

Par ailleurs, l'incomplétude des marchés permet au consommateur représentatif de lisser partiellement sa consommation en ayant recours au marché financier international. De plus, l'introduction des coûts d'ajustement permet au modèle de reproduire la situation de l'état stationnaire (voir Kim et Kose (2003)). D'autre part, il est connu dans la littérature d'après les travaux Schmitt-Grohe et Uribe (2003) et Uribe et Yue (2003) que pour assurer l'existence de l'état stationnaire dans une telle économie, il est nécessaire d'introduire les coûts d'ajustement pour l'acquisition d'actifs.

Les contraintes de ressources

- Pour le bien non échangeable, on a :

$$c_{nt} + G_t^n = y_t^n$$

Les dépenses publiques sont supposées exogènes dans ce modèle et leur introduction permet de prendre en compte le poids important de l'Etat dans l'économie étudiée.

- Pour le bien échangeable, on a :

$$p_{xt}c_{xt} + c_{mt} + i_t^x + i_t^n + v_t + tb_t = p_{xt}y_{xt}$$

- Allocation du travail: il est permis une mobilité intersectorielle de la main d'œuvre mais pas au niveau international.

$$l_t + n_t^x + n_t^n = 1$$

Les chocs

Etant donné que notre modèle est une petite économie ouverte en développement, nous posons l'hypothèse qu'elle n'influence pas les prix et le taux d'intérêt mondial qui sont supposés exogènes et sont décrits par des modèles VAR.

$$\text{Soit } Z_t = \begin{bmatrix} r_t \\ p_{xt} \\ G_t^n \\ z_t^n \\ z_t^x \end{bmatrix} \rightarrow \text{VAR}(1)$$

$$\begin{aligned} \ln Z_{t+1} &= \Pi \ln Z_t + \varepsilon_{t+1} \\ \text{C'est-à-dire : } \varepsilon_t &= \begin{bmatrix} \varepsilon_t^r \\ \varepsilon_t^{\text{tot}} \\ \varepsilon_t^g \\ \varepsilon_t^n \\ \varepsilon_t^x \end{bmatrix} \rightarrow N[0, \Sigma] \end{aligned}$$

L'objet d'une telle présentation permet de maximiser l'utilité du consommateur représentatif sous contrainte budgétaire, la loi du mouvement du capital de même que la maximisation des profits des différentes firmes. Une fois les conditions de premier déclinées ainsi que les conditions de consistance, un système d'équations non linéaires est obtenu. Sa résolution passe par la linéarisation autour de l'état stationnaire et le recours aux méthodes de résolution adéquates basées généralement sur la décomposition de Schur.

5.2. Résolution

Plusieurs méthodes sont utilisées pour résoudre un système d'équations non linéaires avec anticipations rationnelles. On peut citer les travaux de Blanchard et Kahn(1980), Klein (2000), Sims (2002). Auparavant, le système obtenu est linéarisé autour de l'état stationnaire puis on applique les différentes méthodes de résolution. Dans le présent travail, la méthode Sims (2002) est utilisée. La représentation du système ainsi linéarisé est donnée par :

$$\Gamma_0 x_{t+1} = \Gamma_1 x_t + \Gamma_2 \varepsilon_{t+1} + \Gamma_3 (x_{t+1} - E_t[x_{t+1}])$$

$$\Gamma_0 x_{t+1} = \Gamma_1 x_t + \Gamma_2 \varepsilon_{t+1} + \Gamma_3 \eta_{t+1}$$

Avec Γ_i les matrices rassemblant les paramètres structurels du modèle (paramètres sur les préférences, la technologie, etc...), x_{t+1} le vecteur de variables et $\eta_{t+1} = x_{t+1} - E_t[x_{t+1}]$ l'erreur de prévision. La solution d'un tel système est donnée sous forme d'un VAR restreint par l'algorithme de Sims (2002) et est :

$$x_{t+1} = \Psi_1 x_t + \Psi_2 \varepsilon_{t+1}$$

5.3. Paramétrisation

La calibration constitue une étape importante dans la modélisation DSGE. Elle permet d'assigner des valeurs aux différents paramètres sur les préférences, la technologie etc. (« Deep parameters »). Pour cela, certains paramètres sont tirés de la littérature et d'autres sont déterminés de telle sorte qu'ils reflètent l'économie étudiée à l'état stationnaire. Ainsi, β est fixé à 0,968 pour être conforme avec le taux d'intérêt mondial à l'état stationnaire 3,3%

(6-Month Libor déflaté par les prix à l'import) ; pour ce qui est de l'élasticité de substitution inter-temporelle θ , on a recours à la littérature, et en particulier, aux travaux de Greenwood et al. (1988), ce qui donne une part du travail de 0,35 alors que les Comptes nationaux du Sénégal donnent 0,20. S'agissant de σ , Ostry et Reinhart (1992) ont permis de le fixer à 2,61. Pour ce qui est des pondérations utilisées dans le panier de biens de consommation, la nomenclature secondaire de l'Indice Harmonisé des Prix à la Consommation (IHPC) donne un poids de 69,25 % aux produits locaux et 30,75% pour les biens importés¹⁶. Les biens locaux doivent être répartis entre biens échangeables et biens non échangeables. Dans cette même perspective, Kouparitsas (1997) a assigné respectivement 0,15, 0,10 et 0,75 à b_m , b_x et b_n . De plus, la valeur de γ est estimée à 0,25 conformément à Obstfeld and Rogoff (2001) et Hirata et al. (2007) ; ce qui implique que l'élasticité de substitution de la consommation (γ) agrégée est de 4. Le paramètre décrivant les coûts d'ajustement associés à l'acquisition d'actif est fixé à la valeur de 0,6 pour montrer la volatilité des exportations nettes et pour ce qui est du taux de dépréciation annuelle, il est commode dans la littérature de le fixer à 0,10.

S'agissant des paramètres spécifiques à la technologie dans les deux secteurs de l'économie, on fixe la part des revenus du travail dans le secteur échangeable, ω , à 0,20 alors que Mendoza (1995) la fixe à 0,43 et 0,20 pour le secteur non échangeable. Dès lors, la part du capital dans le secteur échangeable est de l'ordre 0,80. En ce qui concerne le secteur non échangeable, la part du capital s'élève à 0,52. Selon Kose (2002), la valeur de l'élasticité de substitution entre capital et les biens intermédiaires importés, z , est fixée 1,35. Les élasticités marginales de la fonction de coût d'ajustement sont uniformes et fixées à 10 pour mettre en relief la volatilité de l'investissement. Nous admettons également à l'instar de Kouparitsas (1997) et Kose (2002)) que la valeur de la part de la terre en termes de production non échangeable est 5%.

Enfin, le rapport exportations nettes sur le PIB est de l'ordre -0,10 conformément aux Comptes Nationaux et le rapport des dépenses gouvernementales au PIB non échangeable est estimé à 0,36 alors que la part des transferts étrangers dans le PIB est évaluée à 7%.

¹⁶ On applique les poids des secteurs échangeable et non échangeable pour obtenir les poids des biens exportables et non échangeables dans le panier de consommation. Nos calculs ont donné 58,87 % pour le poids du secteur échangeable et 41,13% pour le secteur non échangeable ce qui implique que $b_x = 40.77\%$ et $b_n = 28.48\%$

Pour ce qui est des chocs exogènes, on a recours au modèle VAR(1) pour modéliser les résidus de Solow dans les secteurs échangeable et non échangeable, le taux d'intérêt réel mondial, les termes de l'échange.

Les tableaux ci-après récapitulent les différents paramètres à calibrer.

Tableau 3. PREFERENCES

β	Facteur d'escompte	0,968
r	Taux d'intérêt réel	0,033
$\frac{1}{\gamma}$	Elasticité de substitution intra-temporelle entre biens de consommation	4
σ	Coefficient d'aversion de risque relatif	2,61
b_m	Poids des biens importables dans le panier de biens de consommation (voir IHPC)	0,3075
b_x	Poids des biens exportables dans le panier de biens de consommation (voir IHPC)	0,4077
b_n	Poids des biens non échangeables dans le panier de biens de consommation (voir IHPC)	0,2848
$\theta = \frac{1}{\psi}$	Elasticité de substitution intra-temporelle de l'offre du travail	3

TECHNOLOGIE

Tableau 4. Secteur de biens exportables

ω	Part du travail dans les revenus	0,1160
$1/z$	Coefficient élasticité de substitution intra-temporelle entre biens capital et biens intermédiaires importés	1,35
a	Poids du capital dans la fonction CES	0,77
δ_x	Taux de dépréciation annuel	0,10
$\eta_x = -\frac{\frac{\phi'}{i^x}}{\frac{\phi''}{k^x}}$	Elasticité de l'ajustement marginal de la fonction de coût	10

Tableau 5. Secteur de biens non échangeables

θ_1	Part du revenu du travail	0,1972
θ_3	Part du revenu du capital	0,52
δ_n	Taux de dépréciation annuel	0,10
$\eta_n = -\frac{\frac{\phi'}{i^n}}{\frac{\phi''}{k^n}}$	Elasticité de l'ajustement marginal de la fonction de coût	10

Tableau 6. AUTRES VALEURS

β	Part des dépenses du gouvernement dans y_n	0,36
θ_y	Part des exports dans y	-0,10
Φ	Coût d'ajustement des actifs	0,6
p_x	Indice des termes de change initial	1

CHOCS EXOGENES

$$\ln A_{t+1} = \Pi \ln A_t + \varepsilon_{t+1}$$

$$\varepsilon_{t+1} \rightarrow N(0, \Sigma)$$

En effet, le calcul des résidus de Solow s'appuie, comme indiqué dans la littérature économique, sur la spécification de la fonction de production avec comme facteurs le travail et le capital. Le résidu de Solow se base sur la décomposition du taux de croissance. Une fois calculé, il est modélisé sous forme d'un AR(1) qui permet d'obtenir les coefficients de persistance ainsi que les écart-types des chocs.

6. Résultats

Une fois la solution obtenue, la simulation du modèle permet d'abord de comparer les statistiques calculées (volatilité, Co-mouvement, persistance etc..) à partir du modèle et celles déterminées par les données. Ceci permet de voir si le modèle constitué réplique la réalité observée au niveau du Sénégal. Par ailleurs, il est également question d'étudier la dynamique du modèle par l'intermédiaire des fonctions de réponses impulsionnelles et de la détermination des sources de fluctuations économiques via la décomposition de la variance.

6.1. Propriétés du modèle

La question sur laquelle les macro-économistes sont interpellés une fois le modèle DSGE résolu, est de savoir si cette maquette est capable de répliquer correctement les principales caractéristiques de l'économie étudiée à travers les faits stylisés. Pour cela, le modèle est simulé et des statistiques de cycles conjoncturels sont calculées. Ces moments sont déterminés sur la base de la simulation pour une taille de l'échantillon de 26 points (1980-2005). Les différentes statistiques sont alors filtrées avec la méthode de Hodrick-Prescott avec un paramètre de lissage de 100 comme ce fut le cas dans la partie consacrée aux faits stylisés de le présent document. On constate que le modèle est capable de répliquer globalement l'ensemble des comportements mis en exergue par les faits stylisés. Comme le montre le tableau ci-dessous, la volatilité plus marquée des exportations, des importations et de l'investissement est bien ressortie par le modèle de même que celle relativement faible des exportations nettes dans les données par rapport aux autres agrégats est également mise en exergue par le modèle ainsi simulé. S'agissant du co-mouvement, le modèle est en mesure de montrer le comportement pro-cyclique¹⁷ très prononcé de la consommation ainsi que la contra-cyclicité¹⁸ des exportations nettes. Enfin, la persistance des variables est bien mise en relief par le modèle ainsi simulé.

¹⁷ Variation dans le même sens que le PIB.

¹⁸ Variation dans le sens opposé à celui de la variation du PIB.

Tableau 7. Confrontation des moments simulés à ceux calculés

		y	y_x	y_n	c	i	ex	im	nx
Volatilité relative	Modèle	1,00			0,8225	1,1184	1,1060	1,0533	0,6246
	Données	1,00	0,99	1,04	1,06	1,05	1,61	1,55	0,14
Co-mouvement	Modèle	1,00			0,9757	0,4528	0,8268	0,6463	-0,0733
	Données	1,00	0,99	0,98	0,99	0,86	0,78	0,81	-0,02
Persistance	Modèle	0,3390			0,3441	0,1800	0,3740	0,3385	0,6070
	Données	0,57	0,46	0,47	0,47	0,53	0,55	0,50	0,25

6.2. Fonctions de réponses impulsionnelles ou la dynamique du système

Cette partie est destinée à l'examen de la propagation des fluctuations en réponse aux chocs. L'analyse s'appuie sur les fonctions de réponses impulsionnelles.

Choc technologique

Pour ce qui est des chocs de productivités sectorielles, une hausse de 1% du choc technologique du secteur échangeable conduit naturellement à une expansion du PIB, de l'investissement et de la consommation dans le secteur de biens échangeables et par ricochet de l'économie dans sa globalité. Ce même constat est signalé lorsque le choc technologique du secteur non échangeable s'accroît de 1 %.

Choc du taux d'intérêt

Les fonctions de réponses impulsionnelles montrent que l'impact du choc sur le taux d'intérêt apparaît faible par rapport aux chocs sur tous les agrégats à l'exception de l'investissement. On note un recul de l'investissement, ce qui a pour effet immédiat, l'amélioration des exportations nettes et du compte courant.

Chocs dépenses publiques

La réponse des variables macroéconomiques, suite à une hausse de 1% des dépenses publiques, apparaît faible et l'impact de cette dernière est positif sur le PIB puisque faisant

partie de la demande. On note également un déclin des autres composantes de la demande (effet d'éviction) et une faible amélioration des exportations nettes.

Choc des termes de l'échange

Comme illustré dans les figures en annexes une expansion est notée aussi bien au niveau du PIB, de la consommation et de l'investissement suite à une hausse de 1% du choc des termes de l'échange et une amélioration des exportations nettes. Ceci confirme l'effet de Harberger-Laursen-Metzler qui postule une corrélation positive entre exportations nettes et termes de l'échange.

6.3. Décomposition de la variance ou détermination des sources de fluctuations

Cette partie traite de la contribution relative des différents chocs à la volatilité des cycles conjoncturels au Sénégal. Pour cela, la décomposition de la variance s'impose comme outil.

Ainsi, une part relativement importante des fluctuations est expliquée par les termes de l'échange. Dans le court terme, les chocs des termes de l'échange expliquent à plus de 60% les fluctuations du PIB, la consommation, à plus de 46% la volatilité de l'investissement ; et enfin pour ce qui est des exportations nettes, 35% des fluctuations de celles-ci sont attribuables à ce choc. Par contre dans le long terme, la tendance s'inverse. En effet, si les chocs externes participent à plus de 50% aux fluctuations des principaux agrégats dans le court terme, on note que ceux domestiques constituent les chocs moteurs dans le long terme. Ce fait corrobore à bien des égards les résultats issus du VAR structurel. En ce qui concerne les deux secteurs (échangeable et non échangeable), les termes de l'échange jouent un rôle relativement faible même s'ils emploient des biens importés.

Par ailleurs, la décomposition de la variance a montré l'impact relativement faible du taux d'intérêt mondial sur le PIB et la consommation. En effet, environ 15% des fluctuations de l'investissement sont expliquées par les chocs du taux d'intérêt mondial et près de 7% des fluctuations des exportations nettes, dans un horizon d'une période, ont pour origine ces chocs contrairement aux pays du MENA où plus de 90% des fluctuations des exportations nettes ont pour source le taux d'intérêt mondial (Hirata et al. (2007)).

Pour ce qui est des chocs liés aux dépenses gouvernementales, l'impact est faible pour l'ensemble des agrégats considérés et se situe à un peu plus de 1%.

Ce qu'il convient de retenir dans cette partie consacrée aux forces motrices des fluctuations, c'est la prédominance des chocs externes notamment dans l'explication des fluctuations du PIB, de la

consommation et de l'investissement dans le court terme et l'inversion de cette tendance dans le long terme. En effet, cette étude se démarque de celui de Hirata et al. (2007) en ce sens qu'il impute, dans le long terme, les fluctuations économiques observées aux caractéristiques structurelles de l'économie sénégalaise. Autrement dit, les décideurs peuvent disposer de leviers sur lesquels s'appuyer pour atténuer cette instabilité macroéconomique. Ces leviers peuvent se trouver dans une gestion macroéconomique saine, une redynamisation du secteur non échangeable qui est peu affecté par les chocs externes et qui occupe une place importante dans l'output global (41%,) en attirant les investissements directs étrangers qui constituent un des canaux de transmission de la technologie (diffusion de la technologique, voir Lucke (2004)).

D'autre part, cette étude se démarque de l'opinion clairement galvaudée de l'origine externe des fluctuations économiques et par conséquent des contre-performances de l'économie sénégalaise. Il est clair avec cette investigation que les autorités devront, pour assurer un développement durable et stable, s'appuyer sur des réformes structurelles capables d'absorber les différents chocs. Aussi, faut-il ajouter que même si la majeure partie des fluctuations économiques sont d'origine interne, il n'en demeure pas moins qu'il est possible que les chocs externes aient participé à la modification de la structure économique du Sénégal.

7. Conclusion

La mise en place de politiques économiques capables d'assurer un environnement macroéconomique stable est un impératif pour tout pays qui veut atteindre un développement durable. En effet, la compréhension des origines des fluctuations macroéconomiques demeure une étape cruciale dans la recherche de solutions. Cette étude, avec l'aide de deux approches (VAR Structurels, le modèle d'équilibre général stochastique) a tenté de répondre à la question relative aux origines des fluctuations économiques au Sénégal. Pour ce faire, il était important de déceler les caractéristiques de l'économie sénégalaise en identifiant les différents épisodes de croissance depuis 1980, mais également, de montrer une grande volatilité des principaux agrégats macroéconomiques en l'occurrence le PIB, les exportations, les importations, l'investissement, la consommation etc. Le modèle d'équilibre général stochastique ainsi construit est globalement capable de répliquer les différents faits saillants de l'économie sénégalaise (co-mouvement, volatilité et persistance).

D'autre part, les deux approches permettent de répondre à la question fondamentale sur l'origine des fluctuations économiques au Sénégal et par ricochet de proposer les solutions permettant de minimiser les coûts occasionnés. Ainsi, la décomposition de la variance a permis d'indiquer les sources de fluctuations économiques.

S'agissant du VAR structurel, les résultats prouvent qu'au Sénégal les chocs domestiques (chocs de politique budgétaire, nominaux etc.) constituent le principal moteur de la variabilité du PIB même s'il n'est exclu que les chocs des termes de l'échange expliquent une portion non négligeable des fluctuations. Ce résultat confirme celui trouvé par Hoffmaister et al. (1998) pour les pays de la zone CFA.

Pour ce qui est du modèle d'équilibre général stochastique, il est important de distinguer deux principaux résultats. D'abord, dans le court terme, les chocs externes à l'instar des termes de l'échange expliquent à plus de 64% les fluctuations du PIB, 35% celles des exportations nettes. Quant au taux d'intérêt mondial, nonobstant sa contribution très faible aux fluctuations du PIB, sa contribution à la volatilité de l'investissement et des exportations nettes est non négligeable et se situe respectivement à hauteur de 15% et 20%.

La contribution des chocs domestiques domine celle des chocs externes dans le long terme confirmant ainsi la plupart des résultats obtenus avec les modèles VAR structurels.

Dès lors, au Sénégal, les principaux agrégats, en particulier le PIB, sont plus sensibles dans le long terme aux chocs domestiques. La contribution de ces derniers est évaluée, à plus de 57% dans la décomposition de la variance du PIB.

Enfin, même si les chocs domestiques se révèlent être dominants, il n'en demeure pas moins que les chocs des termes de l'échange expliquent à plus de 30% les fluctuations du PIB dans le long terme.

A la lumière des résultats obtenus, il est permis d'affirmer que le défi majeur que constitue la recherche de croissance stable et durable au Sénégal peut passer par la maîtrise des chocs domestiques notamment les chocs d'offre et de demande, des chocs liés à la politique budgétaire, des chocs nominaux etc. De surcroît, au regard de la contribution non négligeable des chocs des termes de l'échange aussi bien dans le court que dans le long terme mais également l'intégration plus en plus prononcée de notre économie, il est nécessaire d'envisager également des solutions externes telles l'aide au développement (Guillaumont (2006)).

De plus, une recherche future doit déboucher sur l'optique bayésienne qui présente deux points importants. D'abord, le premier aspect important d'une telle technique est qu'elle permet d'introduire de l'information via les distributions a priori et deuxièmement (du point de vue du calcul), cette méthode permet de résoudre les problèmes d'identification des paramètres usuellement rencontrés dans l'estimation des modèles DSGE (Canova et Sala (2006), Canova(2007)) surtout lorsque l'on travaille avec un échantillon de taille restreinte comme c'est le cas dans les pays en développement.

Références

- Acemoglu, D., Johnson, S., Robinson, J., Thaicharoen, Y., (2003) “Institutional causes, macroeconomic symptoms, volatility, crises and growth.” *Journal of Monetary Economics* 50, 49–123.
- Adriana Arreaza et Miguel Dorta (2004) “ Sources of Macroeconomic Fluctuations in Venezuela” Working Paper No. 56, Banco Central de Venezuela
- Agenor, Pierre-Richard, C. J. McDermott et E. S. Prasad. (2000) “Macroeconomic Fluctuations in Developing Countries: Some Stylized Facts.” *World Bank Economic Review* 14, no 2: 251-285.
- Ahmed Shaghil (2003) “Sources of macroeconomic fluctuations in Latin America and implications for choice of exchange rate regime” *Journal of Development Economics* 72, 181–202.
- Ahmed, Shaghil et Murthy, Richard (1994): “Money, Output and Real Business Cycles in a Small Open Economy.” *Canadian Journal of Economics*, 27(4), 982-993.
- Aizenman, J., et N. Marion (1993) “ Policy uncertainty, persistence and growth.” *Review of International Economics* 1, 145-163.
- Baxter, Marianne et M. J. Crucini (1993) “Explaining Saving-Investment Correlations.” *American Economic Review* 83, no 3, 416-436.
- Blanchard Olivier J. et Charles M. Kahn (1980) “ The solution of linear difference models under rational expectations” *Econometrica*, vol. 48, n°.5, 1305-1312
- Broda C. (2004) “Terms-of-trade and exchange rate regimes in developing countries.” *Journal of International Economics* 63 (1), 31–58.
- Burnside, Craig, and David Dollar, 2000, “Aid, Policies and Growth,” *American Economic Review*, Vol. 90, pp. 847–68.
- Canova Fabio (2007) *Methods for Applied Macroeconomic Research*, Princeton University Press

Canova F. et L. Sala (2005) "Back to square one: identification in DSGE models" ECB Working paper

Carmichael, B., S. Keita et L. Samson (1999) "Liquidity Constraints and Business Cycles in Developing Economies" *Review of Economic Dynamics*, Vol. 2, No 2, April, pp. 370-402

Deaton, A., et R. Miller (1996) "International commodity prices, macroeconomic performance and politics in Sub-Saharan Africa." *Journal of African Economies* 5 (Supp.), 99-191.

Epstein, L. et S. Zin (1989) "Substitution, risk aversion, and the temporal behavior of consumption and asset returns: A theoretical framework," *Econometrica*, 571, pp. 937-969.

Gavin Michael et Ricardo Hausmann. "Securing Stability and Growth in a Shock Prone Region: The Policy Challenge for Latin America." IADB Office of the Chief Economist Working Paper No. 315. Inter-American Development Bank.

Greenwood, Jeremy, Z. Hercowitz, Zvi et G. W. Huffman (1988) "Investment, Capacity Utilization and the Real Business Cycle." *American Economic Review* 78, no 3 402-417.

Ghura D. et M. T. Hadjimichael (1996) "Growth in Sub-Saharan Africa" *International Monetary Fund Staff Papers* 43, 605-634.

Guillaumont Patrick (2006) "La vulnérabilité macroéconomique des pays à faible revenu et les réponses de l'aide " *Revue d'Economie du Développement*, 2006, N° 4, pages 21-77

Hadjimichael M., D.Ghura , M. Mühleisen , Roger Nord et E. Murat Uçer (1994) " Effects of Macroeconomic Stability on Growth, Savings, and Investment in Sub-Saharan Africa: An Empirical Investigation" *IMF Working Paper* No. 94/98

Hirata Hideaki, Henry Kim, Sunghyun et M. A. Kose (2007) " Sources of Fluctuations: The Case of MENA" *Forthcoming in Emerging Markets Finance and Trade*.

Hodrick, Robert J., et E. C. Prescott. (1997) "Postwar U.S. Business Cycles: An Empirical Investigation." *Journal of Money, Credit, and Banking* 29, no 1 1-16.

Hoffmaister, Alexander W et J. E. Roldos(1997) “Are Business Cycles Different in Asia and Latin America?” International Monetary Fund Working Paper 97, no 09,

Hoffmaister, Alexander W , J. E. Roldos et Wickham (1998) “ Macroeconomic fluctuations in Sub Saharan Africa ” IMF Staff papers vol.45,n°.1

Kim, Sunghyun Henry et H. Ahn. (2005): “Dynamics of Open Economy Business Cycle Models: the Case of Korea.” *Korea Development Review* 1, no 1 157-84.

Kim, Sunghyun Henry et M. A. Kose (2003): “Dynamics of Open-Economy Business-Cycle Models: Role of the Discount Factor.” *Macroeconomic Dynamics* 7, no 2 263-90.

Klein Paul (2000) "Using the Generalized Schur Form to Solve a Multivariate Linear Rational Expectations Model," *Journal Of Economic Dynamics and Control*, 24(10): 1405-1423

Kodama Masahiro (2006) “Business cycles of non mono cultural developing economies: The case of ASEAN countries” Discussion paper N° 52, IDE, JETRO.

Kose, M. Ayhan. (2002) “Explaining Business Cycles in Small Open Economies: 'How Much Do World Prices Matter?'” *Journal of International Economics* 56, no 2 299-327.

Kouparitsas Michael A (1997) “North-South Financial Integration and Business Cycles.” Federal Reserve Bank of Chicago Working paper 96, no 10,

Lucke Bernd (2004) “Real interest rates and productivity shocks: Why are business cycles negatively correlated between the EU and Jordan?” *Emerging Markets Finance and Trade* Issue: Volume 40, Number 6, 82 – 94

Mendoza, Enrique G (1995): “The Terms of Trade, the Real Exchange Rate, and Economic Fluctuations.” *International Economic Review* 36, no 1 101-137.

Mendoza, Enrique G., (1991): “ Real business cycles in a small open economy ” *The American Economic Review*, Vol 81, No 4,797-818

Ostry, Jonathan D et C. M. Reinhart (1992): “Private Saving and Terms of Trade Shocks: Evidence from Developing Countries.” *International Monetary Fund Staff Papers* 39, no 3,

495-517.

Pallage, S., et M. Robe, 2003 “ On the Welfare Cost of Economic Fluctuations in Developing Countries,” *International Economic Review*, Vol. 44 pp. 677–98.

Pindyck, R. S. (1991) “Irreversibility, uncertainty, and investment” *Journal of Economic Literature* 29, 1110-1148.

Raddatz Claudio (2006) “Are external shocks responsible for the instability of output in low-income countries?” *Journal of Development Economics*

Ramey G. et V. Ramey, 1995,”Cross-Country Evidence on the Link between Volatility and Growth”, *American Economic Review*, December, 85: 1138-51.

Ravn Morten O. et Harald Uhlig (2002) “On adjusting the Hodrick-Prescott filter for the frequency of observations” *Review of Economics and Statistics*, 84(1), 371-80.

Rodrik D. (1998) “Trade policy and economic performance in Sub-Saharan Africa” NBER working paper series, No: 6562.

Sachs, Jeffrey et Andrew Warner (1995), “Resource Abundance and Economic Growth”, NBER Working Paper, n. 5398

Sims Christopher (2002) “Solving Linear Rational Expectations Models.” *Computational Economics* 20, no 1-2: 1-20.

Mark Skidmore et Hideki Toya (2002) "Do Natural Disasters Promote Long-Run Growth?" *Economic Inquiry*, Oxford University Press, vol. 40(4),664-687.

Turnovsky Stephen J., et Pradip Chattopadhyay (2003) “Volatility and Growth in Developing Economies: Some Numerical Results and Empirical Evidence,” *Journal of International Economics*, Vol. 59, No. 1, pp. 267–295.

Watson Mark W et Matthew D. Shapiro (1988) “Sources of Business Cycle Fluctuations” NBER *Macroeconomics* Annual

ANNEXES

Sénégal

Volatilité(%)/Volatilité relative

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
10.91	10.76	11.39	11.53	11.50	17.55	16.86	1.52
1.00	0.99	1.04	1.06	1.05	1.61	1.55	0.14

Co-mouvement

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
1.00	0.99	0.98	0.99	0.86	0.78	0.81	-0.02

Persistence

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
0.33	0.34	0.29	0.32	0.07	0.34	0.33	-0.21

Les pays du MENA (Egypte, Jordanie, Maroc, Tunisie, Israel, Turquie,)

Volatilité(%)/Volatilité relative

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
11.29	10.57	10.59	11.55	17.59	18.00	16.43	3.01
1.00	0.94	0.94	1.02	1.56	1.59	1.46	0.27

Co-mouvement

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
1.00	0.95	0.96	0.95	0.66	0.69	0.60	0.09

Persistence

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
0.57	0.46	0.47	0.47	0.53	0.55	0.50	0.25

Pays asiatiques

Volatilité(%) / Volatilité relative

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
8.85	-	-	9.35	12.83	11.95	9.89	3.52
1.00			1.06	1.45	1.35	1.12	0.40

Co-mouvement

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
1	-	-	0.93	0.42	0.62	0.50	0.41

Persistence

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
0.38	-	-	0.43	0.39	0.45	0.21	0.24

Pays du G7

Volatilité(%) / Volatilité relative

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
7.89	-	-	7.72	9.49	8.744	8.72	0.97
1.00			0.99	1.22	1.12	1.12	0.12

Co-mouvement

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
1.00	-	-	0.95	0.82	0.66	0.67	0.66

Persistence

<i>y</i>	<i>y_x</i>	<i>y_n</i>	<i>c</i>	<i>i</i>	<i>ex</i>	<i>im</i>	<i>nx</i>
0.64	-	-	0.60	0.54	0.58	0.58	0.48

Source : Hirata Hideaki et al (2007) et Calculs des auteurs

Fonctions de réponses impulsionnelles

Choc technologique du secteur échangeable

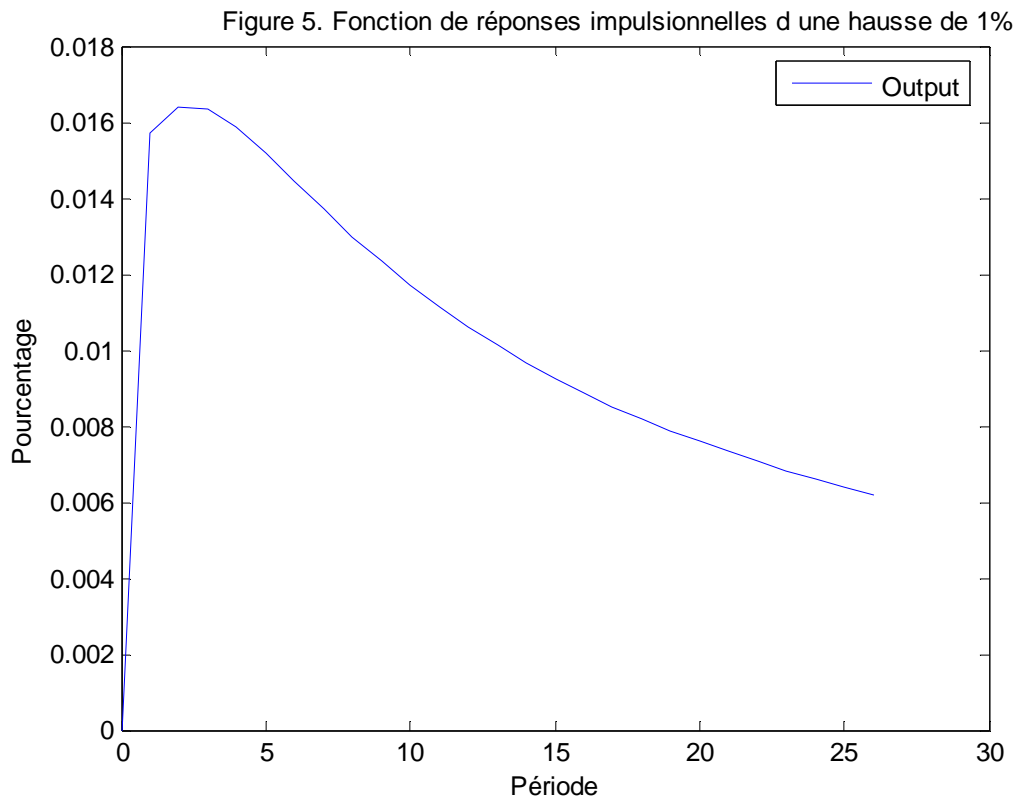


Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d une hausse de 1%

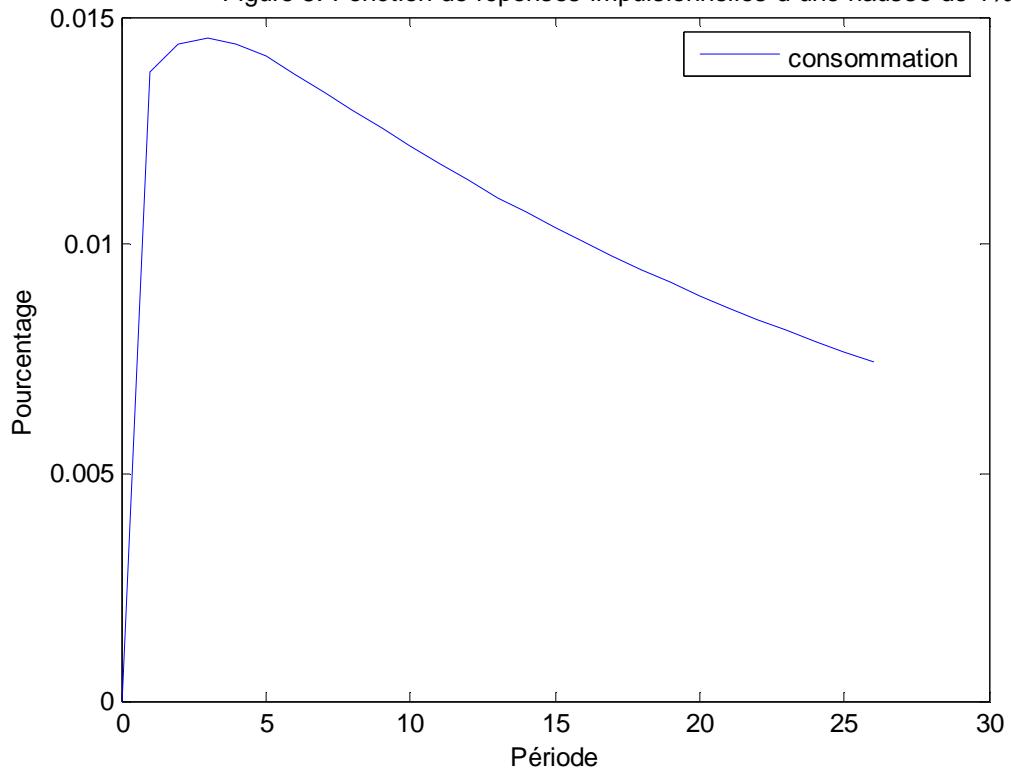
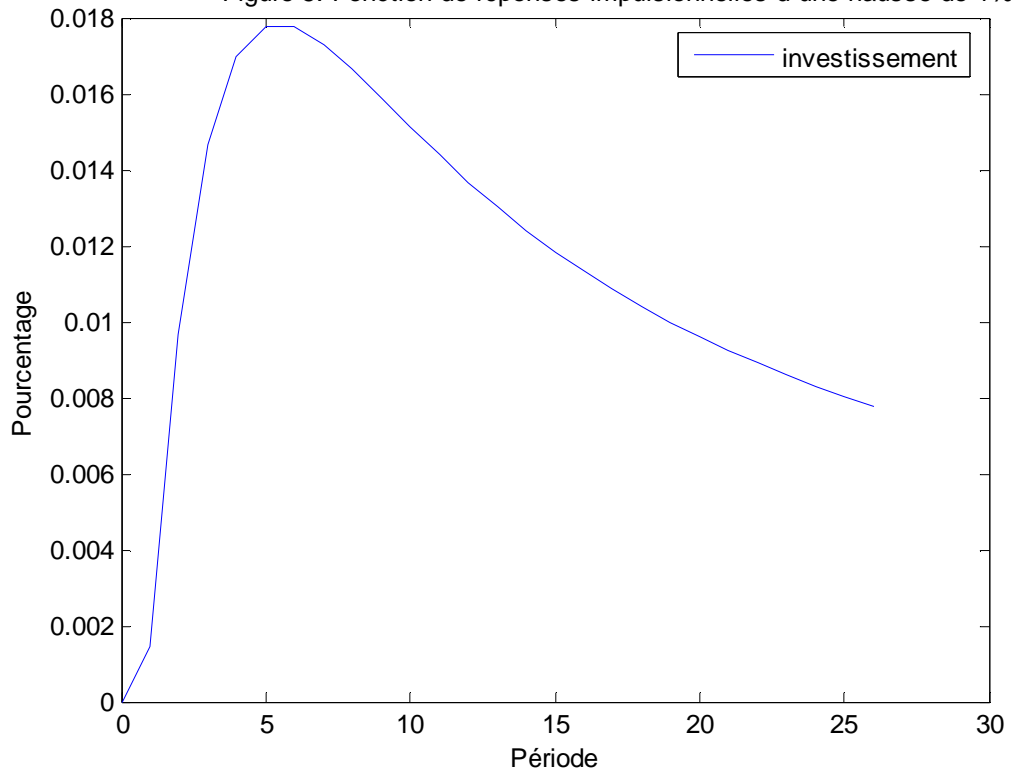
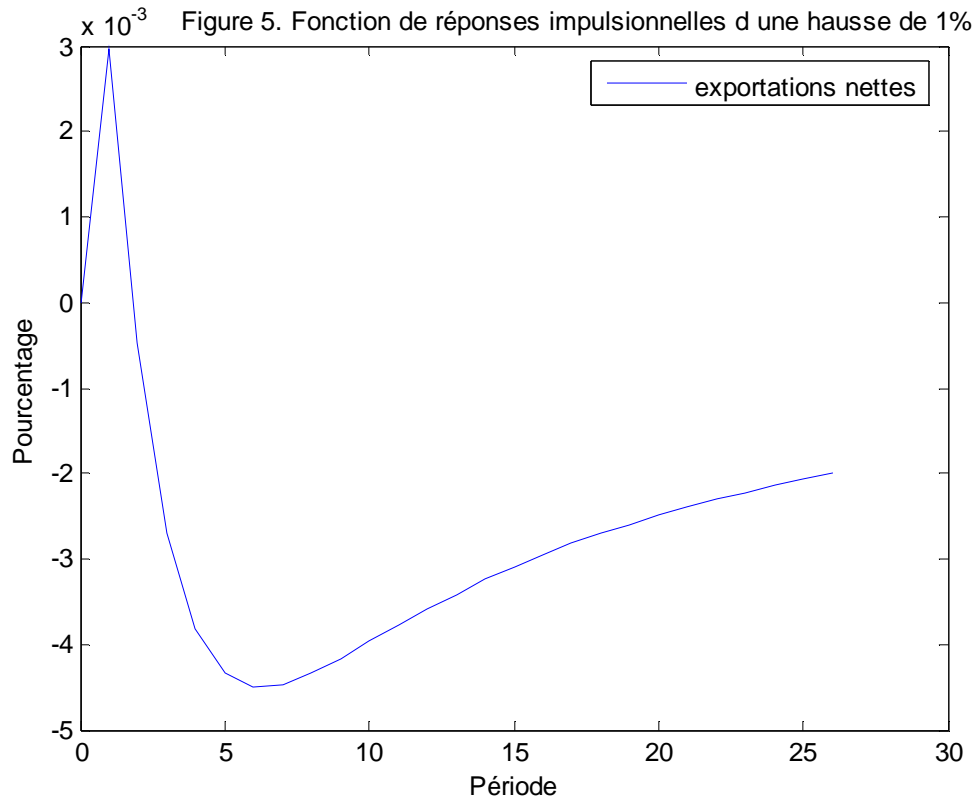
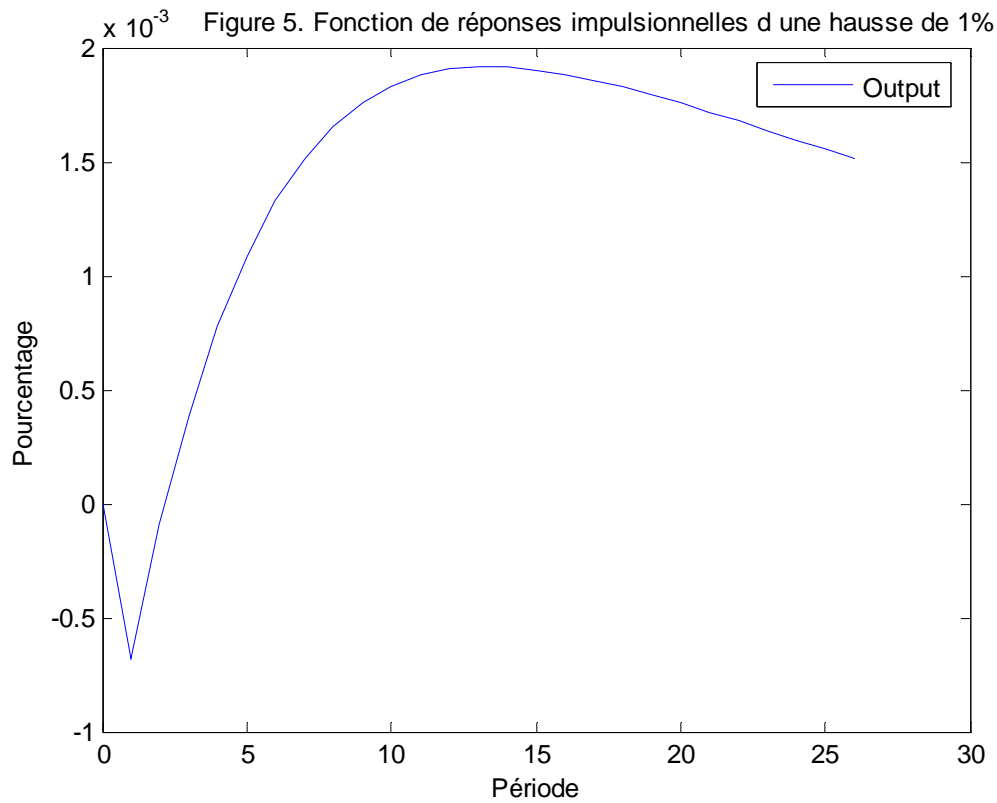


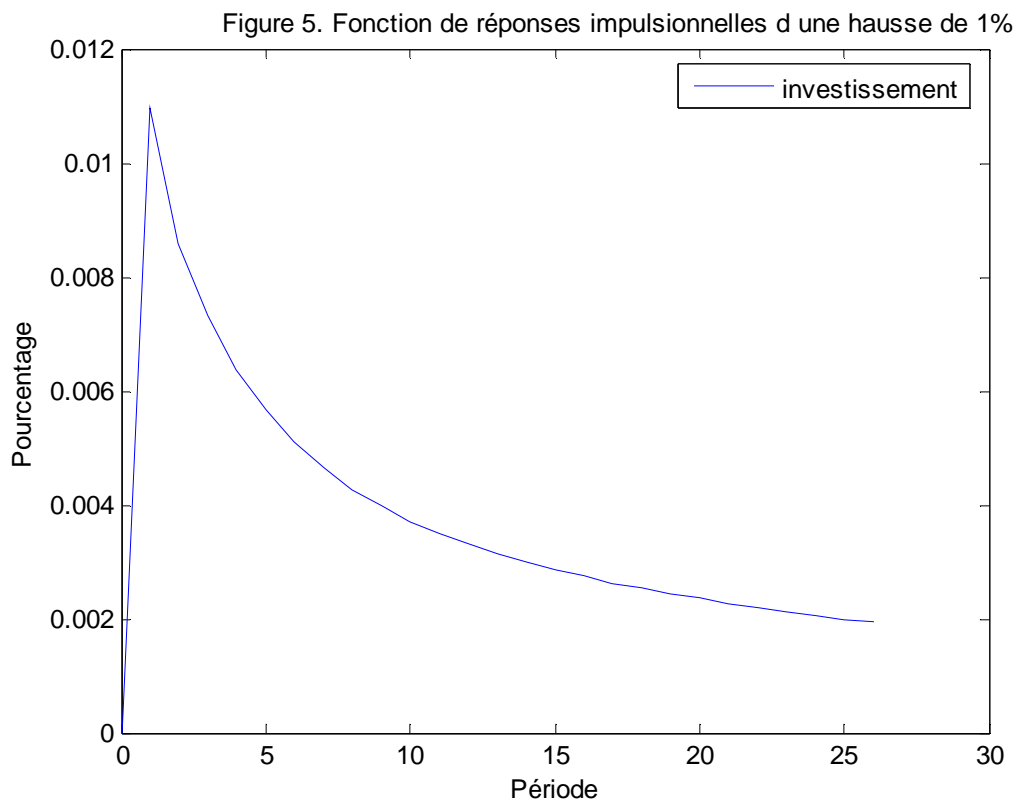
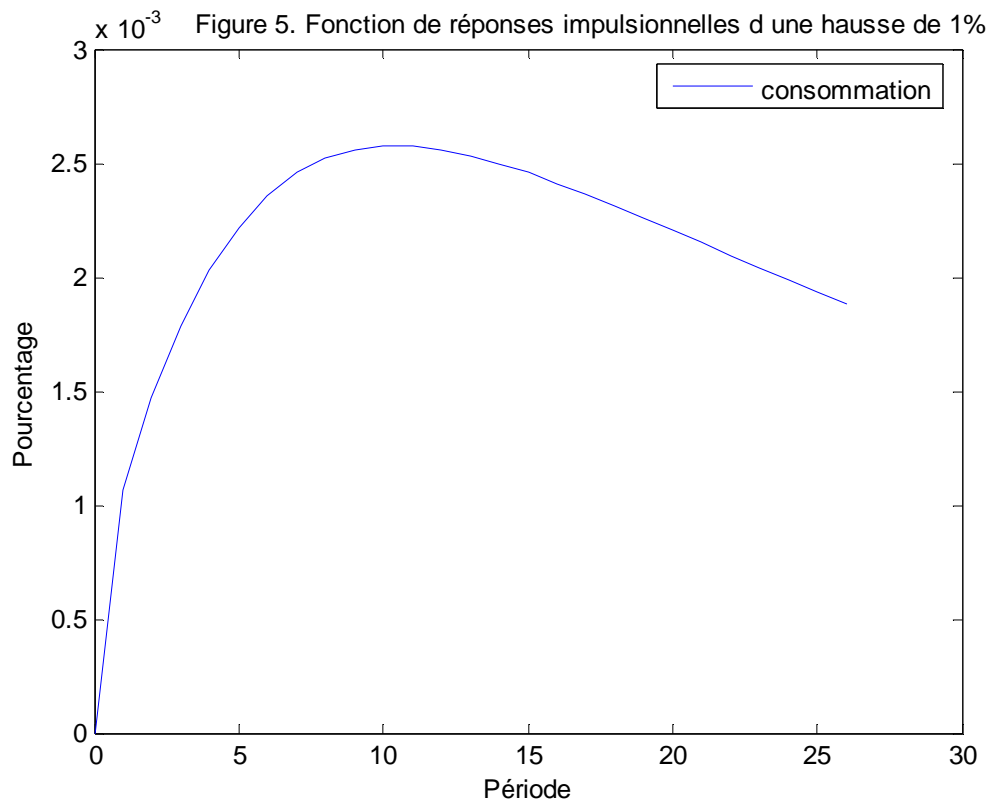
Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d une hausse de 1%

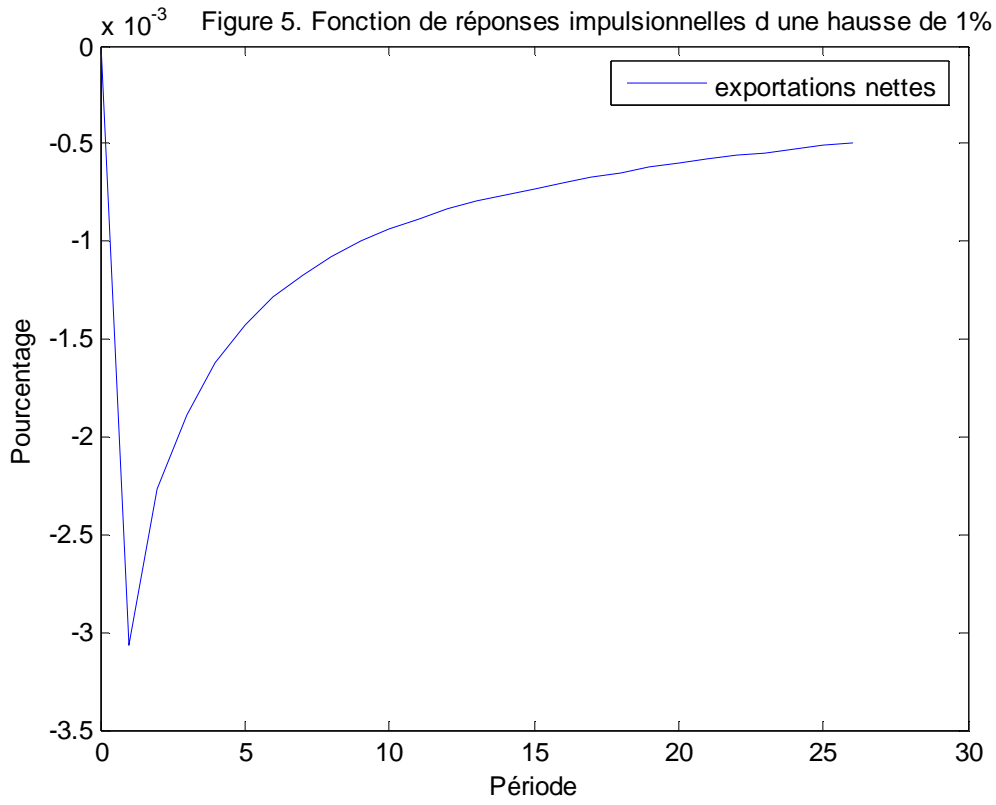




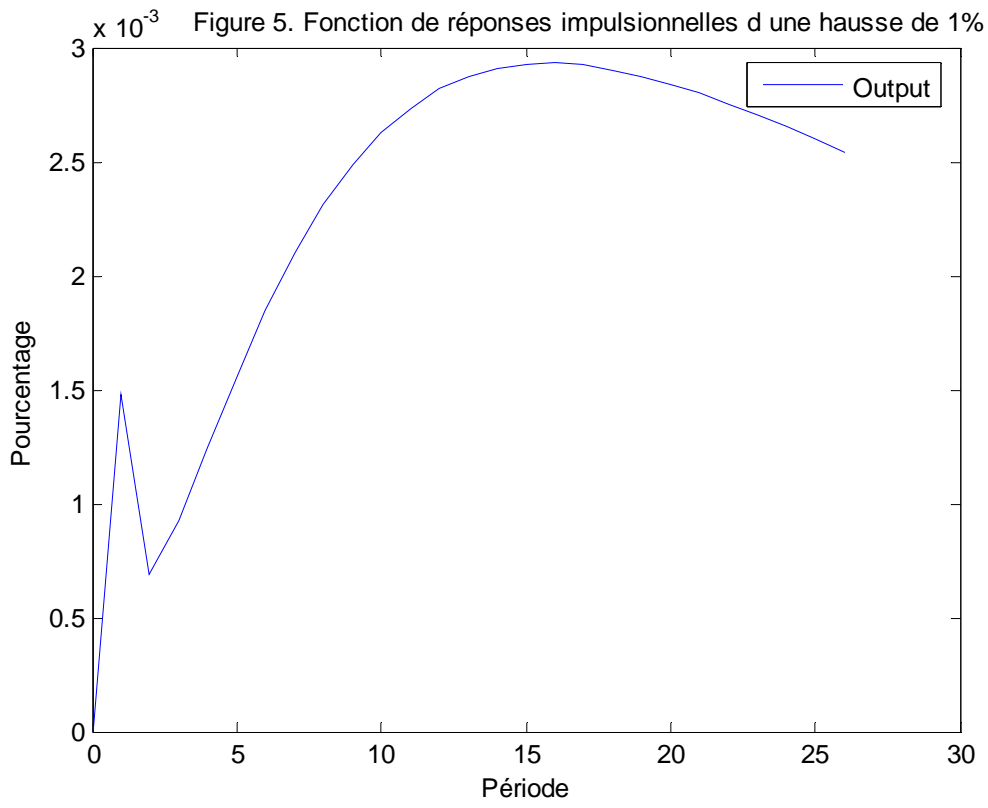
Choc technologique du secteur non échangeable

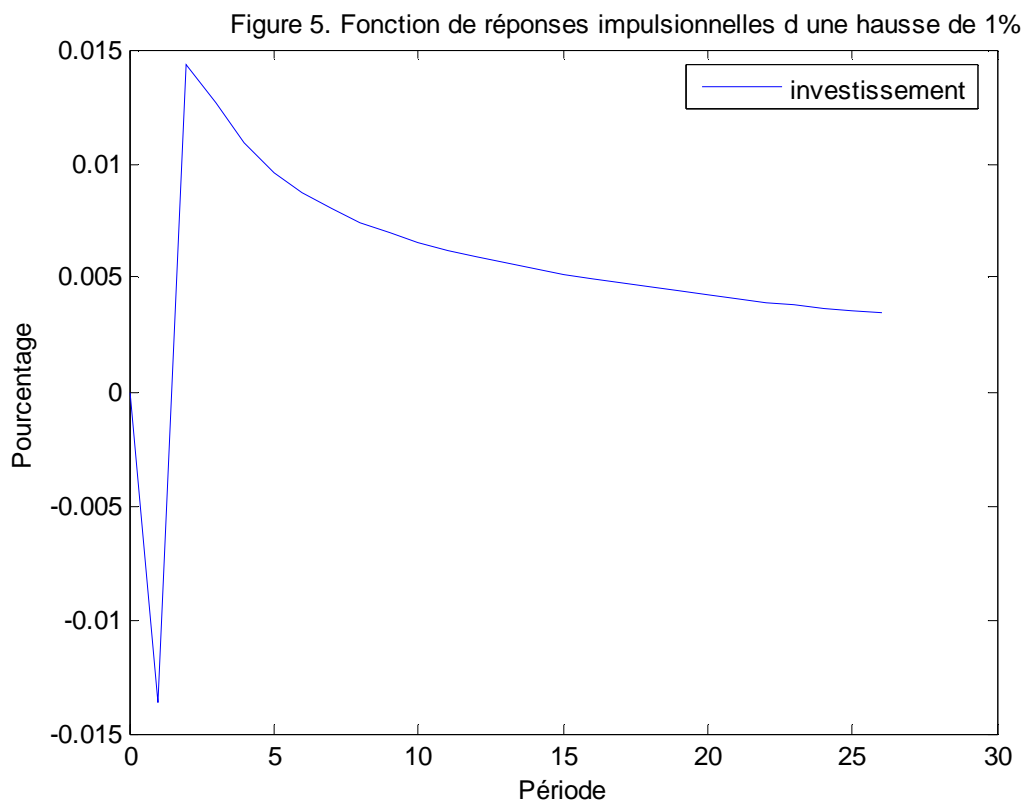
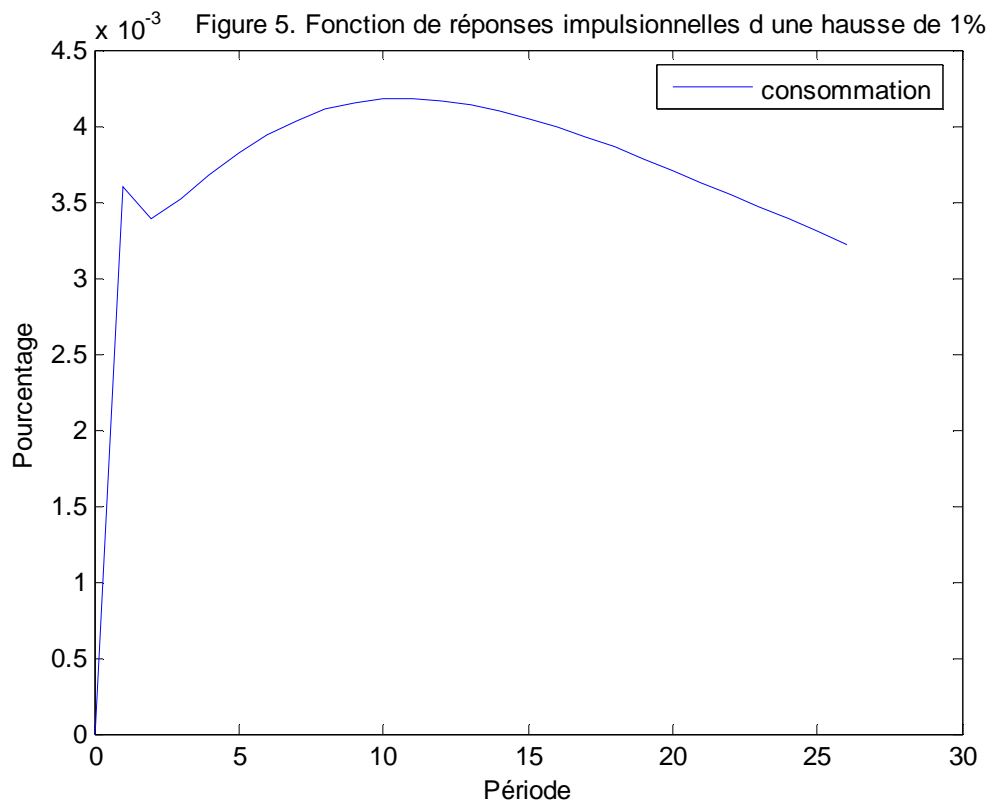


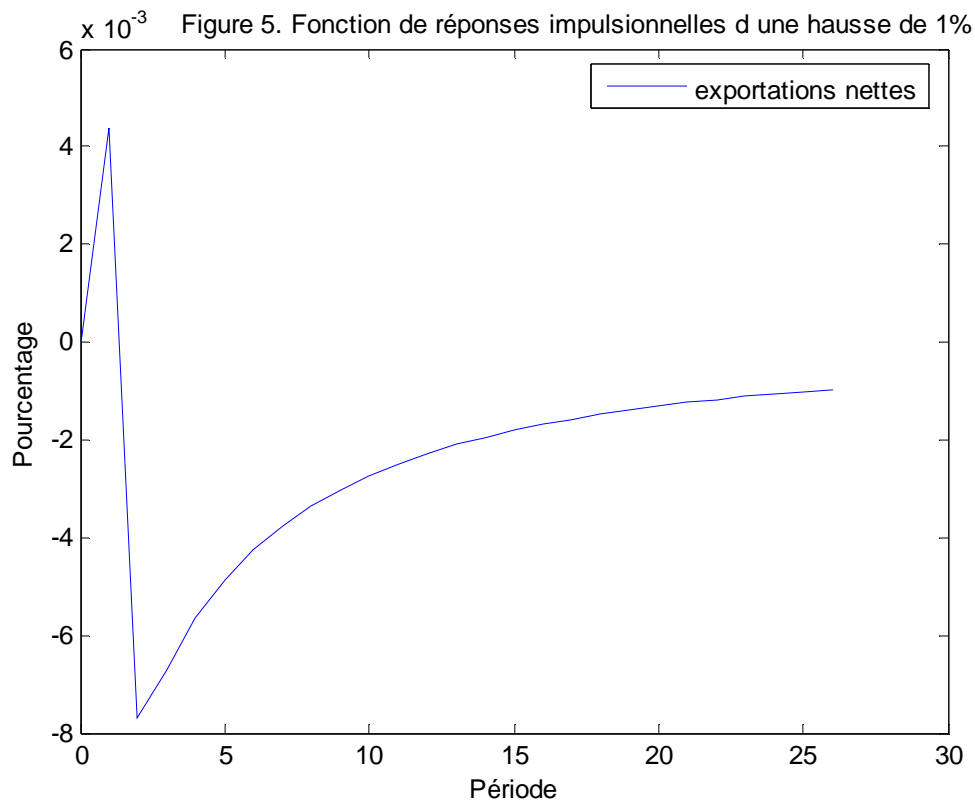




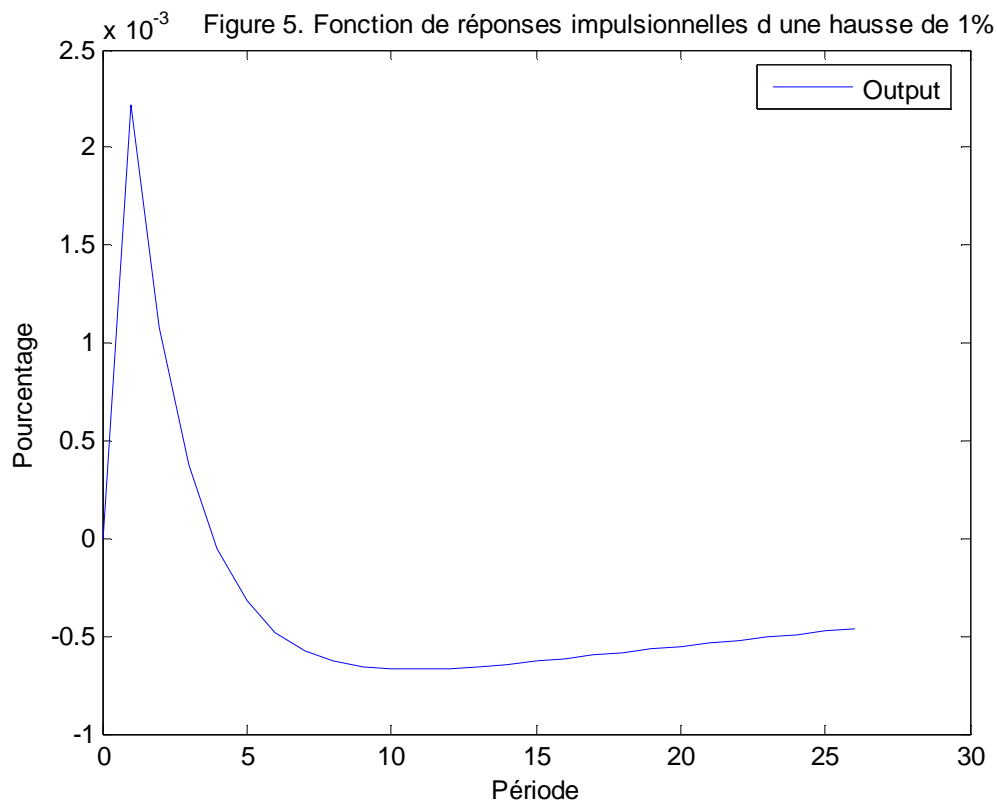
Choc du taux d'intérêt

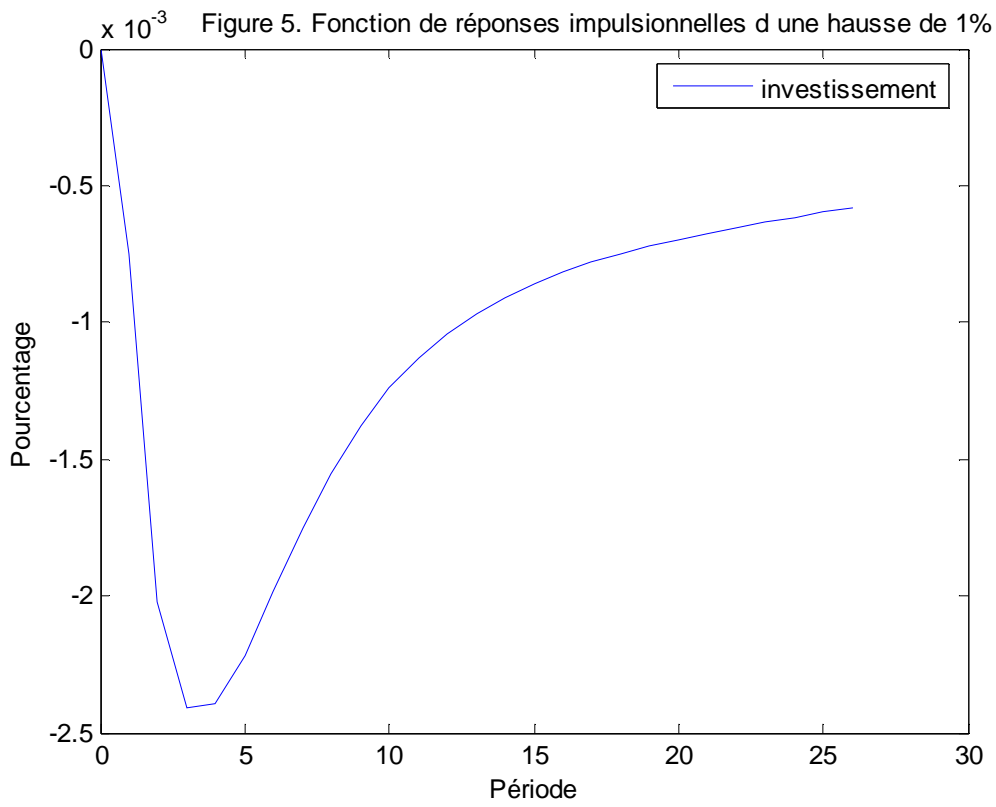
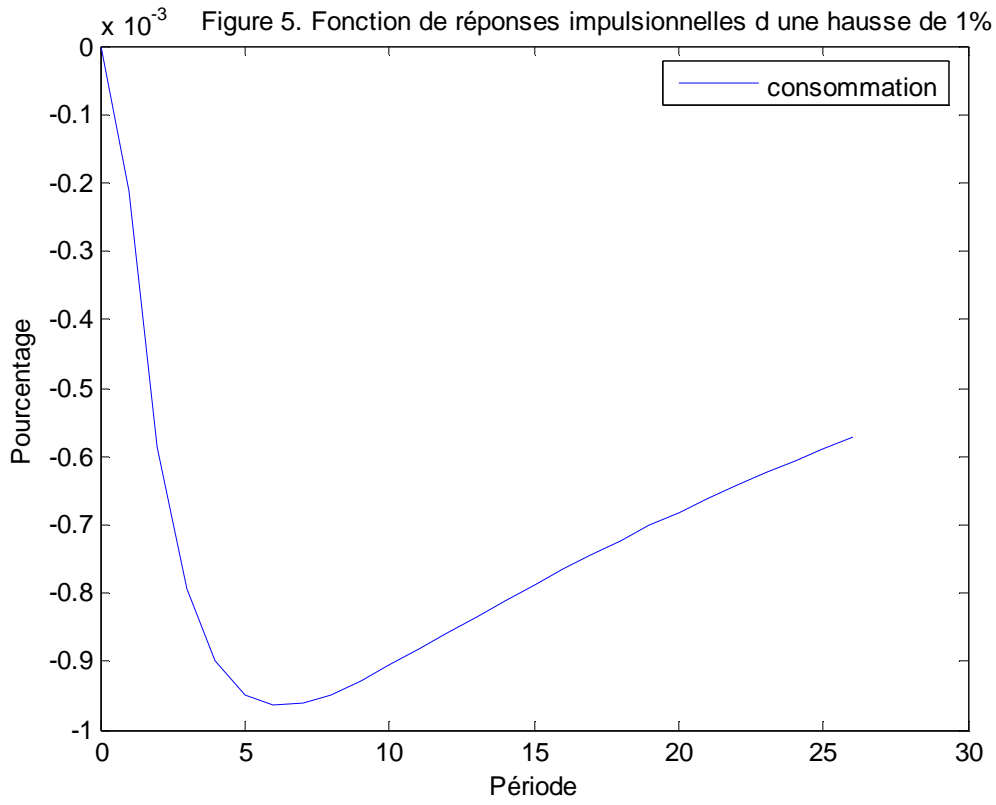


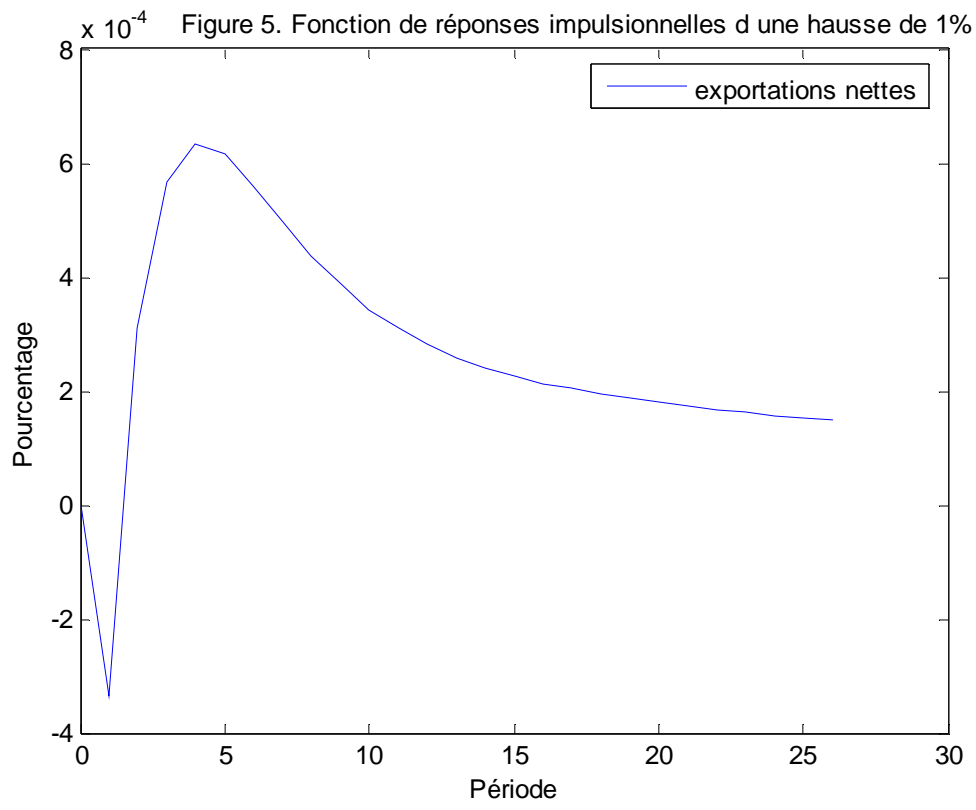




Chocs dépenses publiques







Choc des termes de l'échange

Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d'une hausse de 1%

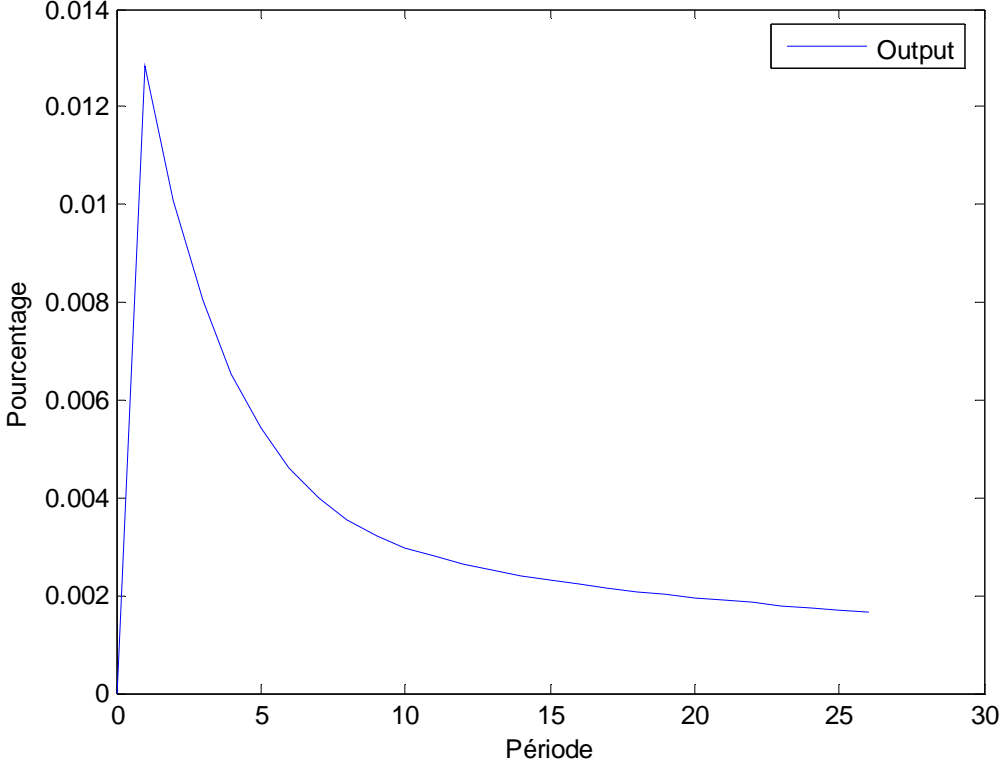


Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d'une hausse de 1%

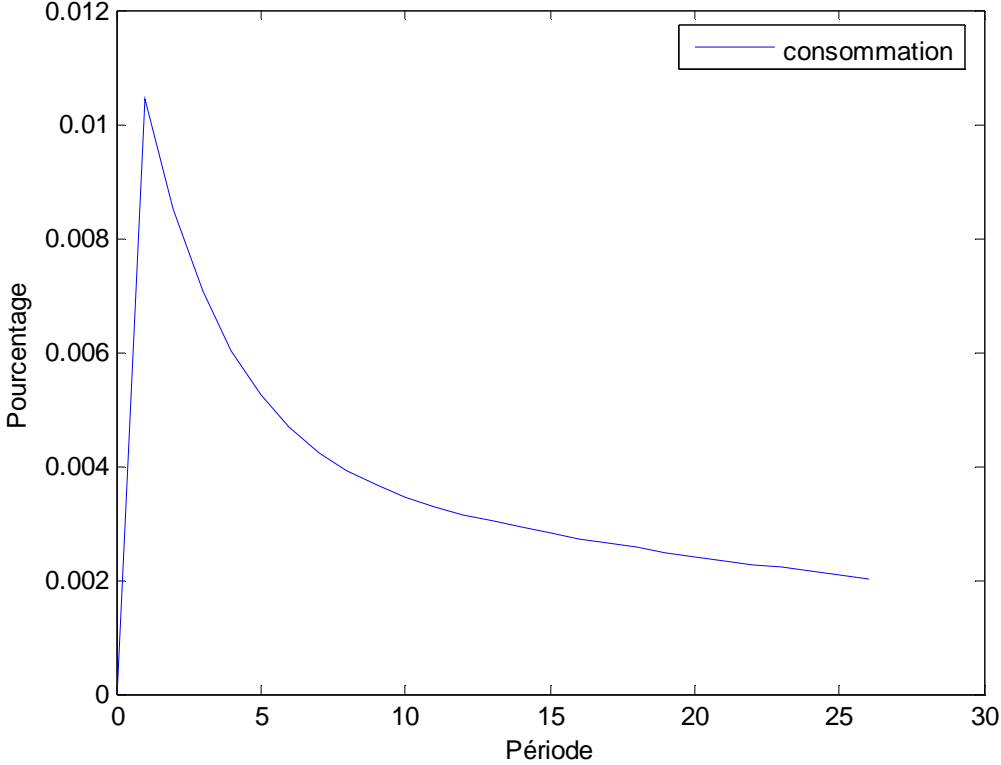


Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d une hausse de 1%

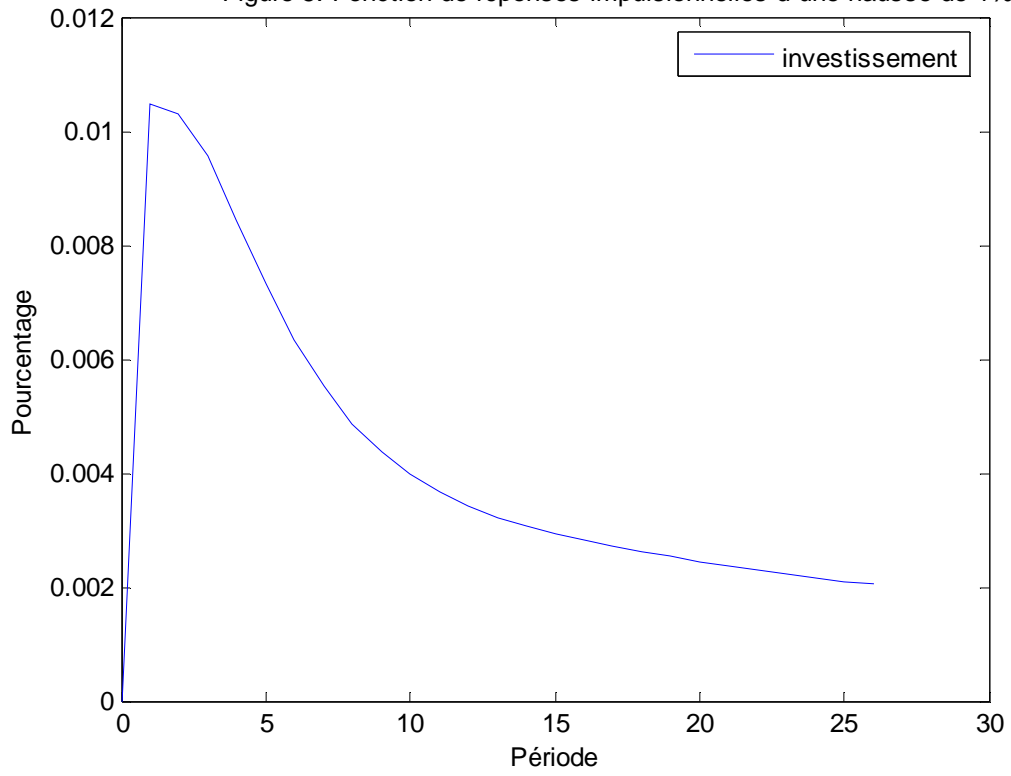
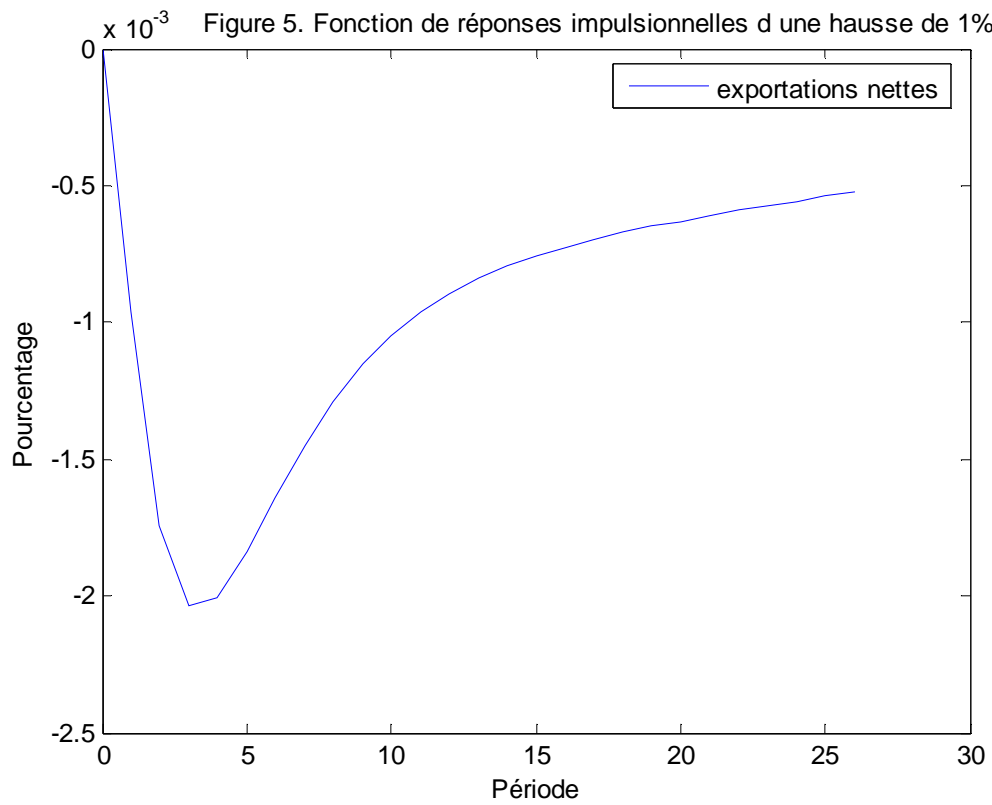


Figure 5. Fonction de réponses impulsionnelles d une hausse de 1%



Décomposition de la variance issue du modèle DSGE

Output

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	33,72%	0,13%	0,17%	1,93%	64,04%
2	39,86%	0,08%	0,12%	1,35%	58,59%
3	44,82%	0,08%	0,11%	1,02%	53,97%
4	48,75%	0,12%	0,13%	0,84%	50,15%
5	51,85%	0,21%	0,17%	0,75%	47,02%
6	54,29%	0,33%	0,23%	0,69%	44,47%
7	56,20%	0,47%	0,29%	0,67%	42,37%
8	57,72%	0,62%	0,37%	0,66%	40,63%
9	58,92%	0,78%	0,45%	0,66%	39,19%
10	59,88%	0,95%	0,54%	0,66%	37,97%

Output échangeable

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	67,52%	7,51%	0,16%	1,86%	22,96%
2	68,77%	7,26%	0,63%	1,81%	21,54%
3	69,99%	7,16%	0,60%	1,76%	20,49%
4	70,97%	7,15%	0,50%	1,71%	19,67%
5	71,74%	7,17%	0,41%	1,67%	19,01%
6	72,31%	7,22%	0,36%	1,63%	18,48%
7	72,73%	7,28%	0,35%	1,59%	18,05%
8	73,03%	7,35%	0,36%	1,56%	17,70%
9	73,23%	7,42%	0,40%	1,54%	17,41%
10	73,36%	7,49%	0,46%	1,51%	17,18%

Output non
échangeable

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	0,51%	98,50%	0,08%	0,87%	0,04%
2	0,36%	98,58%	0,04%	0,76%	0,26%
3	0,36%	98,13%	0,12%	0,63%	0,76%
4	0,57%	97,03%	0,31%	0,53%	1,56%
5	1,08%	95,28%	0,58%	0,47%	2,59%
6	1,94%	92,95%	0,91%	0,45%	3,76%
7	3,16%	90,16%	1,25%	0,46%	4,97%
8	4,69%	87,08%	1,61%	0,49%	6,14%
9	6,45%	83,85%	1,95%	0,53%	7,21%
10	8,37%	80,61%	2,27%	0,58%	8,17%

consommation

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	37,38%	0,48%	1,43%	0,03%	60,69%
2	42,58%	0,75%	1,47%	0,12%	55,08%
3	46,73%	1,06%	1,58%	0,22%	50,40%
4	50,00%	1,39%	1,73%	0,32%	46,56%
5	52,58%	1,72%	1,88%	0,40%	43,42%
6	54,61%	2,04%	2,04%	0,47%	40,83%
7	56,21%	2,36%	2,21%	0,53%	38,69%
8	57,49%	2,65%	2,36%	0,58%	36,91%
9	58,52%	2,93%	2,52%	0,62%	35,41%
10	59,35%	3,19%	2,66%	0,66%	34,14%

investissement

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	0,31%	37,96%	15,48%	0,24%	46,01%
2	7,05%	30,59%	16,20%	0,98%	45,18%
3	15,10%	25,80%	15,14%	1,46%	42,50%
4	22,02%	22,72%	13,93%	1,71%	39,61%
5	27,54%	20,66%	12,97%	1,83%	37,01%
6	31,87%	19,21%	12,27%	1,86%	34,80%
7	35,26%	18,16%	11,75%	1,86%	32,97%
8	37,96%	17,38%	11,36%	1,84%	31,47%
9	40,11%	16,77%	11,06%	1,81%	30,24%
10	41,86%	16,30%	10,84%	1,78%	29,23%

exportation
s nettes

horizons	Ax	An	r	g	Px
1	8,44%	29,70%	7,64%	19,18%	35,04%
2	22,66%	18,33%	24,29%	7,20%	27,53%
3	33,63%	14,08%	23,14%	4,22%	24,93%
4	41,34%	11,70%	20,98%	3,07%	22,91%
5	46,74%	10,18%	19,31%	2,53%	21,24%
6	50,60%	9,15%	18,12%	2,23%	19,89%
7	53,41%	8,41%	17,29%	2,05%	18,84%
8	55,49%	7,86%	16,70%	1,94%	18,01%
9	57,05%	7,46%	16,27%	1,85%	17,38%
10	58,23%	7,15%	15,95%	1,79%	16,88%

Annexes VAR structurel

Cas 1: Soit le vecteur

$$x_t = \begin{bmatrix} r_t^f \\ tot_t \\ pib_t \\ ihpc_t \end{bmatrix}$$

Period	S.E.	Variance Decomposition of PIB (en %):			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	75.01920	3.703819	0.019903	92.36147	3.914805
5	77.63394	5.311775	1.583925	87.82101	5.283293
10	77.63658	5.317600	1.584053	87.81505	5.283295

Period	S.E.	Variance Decomposition of IHPC (en %):			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	5.010634	24.51880	16.68014	0.050591	58.75047
5	5.345054	23.68839	15.18201	0.233736	60.89586
10	5.347577	23.72444	15.16803	0.233563	60.87397

Cas 2: soit vecteur suivant

$$x_t = \begin{bmatrix} pluv_t \\ tot_t \\ pib_t \\ ihpc_t \end{bmatrix}$$

Period	S.E.	Variance Decomposition of PIB (en %):			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	74.62960	17.80815	0.001469	77.40867	4.781713
5	77.94891	17.28411	2.437736	73.06304	7.215115
10	77.95015	17.28549	2.437689	73.06082	7.216001

Period	S.E.	Variance Decomposition of IHPC (en %):			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	5.218807	13.22512	4.664813	2.004253	80.10582
5	5.490879	17.64447	4.826812	1.864205	75.66451
10	5.491121	17.64828	4.826478	1.864335	75.66091

Cas 3:

$$x_t = [aid_t \quad tot_t \quad pib_t \quad ihpc_t]'$$

Period	S.E.	Variance Decomposition of PIB (en %) :			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	72.22567	4.069094	0.517176	90.58373	4.829998
5	79.49021	4.732911	6.271532	81.79599	7.199567
10	79.50452	4.766058	6.270074	81.76683	7.197035

Period	S.E.	Variance Decomposition of IHPC (en %):			
		Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	4.609983	0.040110	7.282934	1.020675	91.65628
5	5.506077	23.72284	6.644551	4.062943	65.56967
10	5.508917	23.80085	6.637855	4.058901	65.50239

Cas 4:

$$x_t = \begin{bmatrix} r_t^f & tot_t & pib_t & deppub_t \end{bmatrix}'$$

Variance Decomposition of PIB (en %):					
Period	S.E.	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	73.56047	2.371165	0.026857	94.98203	2.619951
5	80.07577	10.73338	0.479490	83.35801	5.429116
10	80.07983	10.74210	0.479641	83.34957	5.428690

Variance Decomposition of DEPENSES PUBLIQUES (en %):					
Period	S.E.	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	0.560603	31.03020	0.626790	2.941337	65.40168
5	0.568899	31.74873	1.291103	2.878449	64.08171
10	0.568902	31.74931	1.291135	2.878423	64.08113

Cas 5:

$$x_t = \begin{bmatrix} aid_t & tot_t & pib_t & deppub_t \end{bmatrix}'$$

Variance Decomposition of PIB (en %):					
Period	S.E.	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	69.92188	4.775912	2.849826	84.62850	7.745762
5	81.60482	3.939543	2.803660	65.62859	27.62820
10	81.60958	3.941913	2.804348	65.62111	27.63263

Variance Decomposition of DEPENSES PUBLIQUES (en %) :					
Period	S.E.	Shock1	Shock2	Shock3	Shock4
1	0.523501	0.300034	0.239890	0.067368	99.39271
5	0.566512	2.854805	0.971349	0.083583	96.09026
10	0.566548	2.867102	0.971252	0.083589	96.07806