

REPUBLIQUE DU BENIN



MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE ET DES FINANCES



DIRECTION GÉNÉRALE DES AFFAIRES  
ÉCONOMIQUES (DGAE)

CELLULE DE VEILLE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE



***REVUE D'ANALYSE DES  
POLITIQUES ÉCONOMIQUES ET  
FINANCIÈRES***

**Volume 3 - Numéro 1 - Février 2018**

**« LES OPINIONS EXPRIMÉES DANS CE DOCUMENT  
NE REFLÈTENT PAS NÉCESSAIREMENT LE POINT DE VUE  
DU MINISTÈRE DE L'ECONOMIE ET DES FINANCES »**

**REVUE D'ANALYSE DES  
POLITIQUES ÉCONOMIQUES  
ET FINANCIÈRES**

*Volume 3 - Numéro 1 - Février 2018*



# EQUIPE DE RÉALISATION DE LA REVUE D'ANALYSE DES POLITIQUES ECONOMIQUES ET FINANCIÈRES

## Supervision Générale

Romuald WADAGNI

Ministre de l'Economie et des Finances

## Coordination

- Aristide MÉDENON, Directeur Général des Affaires Economiques
- Léopold VIDJINAGNI, Chef de la Cellule de Veille Economique et Financière, PI

## Comité de présélection du Ministère de l'Economie et des Finances

- Rafiou BELLO, Conseiller Technique à l'Economie du Ministre ;
- Habib TIDJANI, Directeur de la Programmation et de la Prospective ;
- Hermann TAKOU, Secrétaire Technique de la Cellule de Suivi des Programmes Economiques et Financiers ;
- Appolinaire HOUENOU, en service au Cabinet du Ministre de l'Economie et des Finances.

## Co-édition de la Revue

Professeur Adama DIAW, Professeur Titulaire en Economie, membre intitu personae du Comité de Politique Monétaire de la BCEAO, Directeur de l'Ecole Doctorale des Sciences de l'Homme et de la Société de l'Université Gaston Berger de Saint – Louis (Sénégal).

## Comité scientifique

- Alastaire ALINSATO, Professeur Agrégé des Facultés des Sciences Economiques, Université d'Abomey-Calavi ;
- Nérée NOUMON, Economiste au Fonds Monétaire International, Washington DC (USA),
- Romain HOUNSA, Economiste, Enseignant-Chercheur à l'Université de Namur, Belgique ;
- Koomla Ulrich HOUNYO, Économiste, Enseignant-Chercheur à l'Université d'Aarhus, Danemark ;
- Tchatoka Firmin DOKO, Enseignant-Chercheur à School of Economics, University of Adelaide, Australie.

## Equipe de gestion de la revue

**Responsable** : Darius T. VEGBA, Expert Sociologue à la Cellule de Veille Economique et Financière ;

**Membres** :

- Jacques ZINSOU, Expert Microéconomiste à la Cellule de Veille Economique et Financière.
- Noukpo HOMEGNON, Expert Macroéconomiste à la Cellule de Veille Economique et Financière.

## Analyse des sources des fluctuations économiques du benin: une approche var structurel

**Déo-Gratias Orphée ZOUNDJI**

\* Enseignant-Chercheur à la Faculté des Sciences Economiques  
et de Gestion (FASEG)/UAC.

**Résumé** : Cet article étudie les sources des fluctuations du Produit Intérieur Brut (PIB) du Bénin. L'intérêt de cette étude se justifie par la nécessité de mieux appréhender les facteurs explicatifs des fluctuations économiques et les mécanismes de propagation et de transmission des chocs en vue d'une meilleure formulation des stratégies de croissance et de développement, l'élaboration et la mise en place des politiques macroéconomiques cohérentes et soutenables dans le temps.

L'approche méthodologique utilisée est basée sur un modèle VAR Structurel. Cette approche méthodologique a permis de distinguer les chocs extérieurs des fluctuations induites par le fonctionnement de l'économie ou chocs domestiques et d'évaluer leurs contributions aux fluctuations du produit intérieur brut. Les résultats montrent une vulnérabilité de l'économie béninoise vis-à-vis des chocs domestiques et extérieurs. Ils mettent surtout en évidence l'importance des chocs d'offre dans l'explication des fluctuations du produit intérieur brut.

**Mots clés** : Chocs structurel, Fluctuations, Produit intérieur brut, VAR structurel.

**Classification JEL** : E23, E32, C1, N1.

**Abstract** : This article examines the sources of fluctuations in the Gross Domestic Product (GDP) in Benin. The significance of this study is justified by the need to better understand the factors underlying economic fluctuations and propagation mechanisms and transmission of shocks for a better formulation of strategies for growth and development, the development and implementation of consistent and sustainable macroeconomic policies over time.

The methodology used is based on a Structural VAR model. This methodological approach has allowed to distinguish between external shocks fluctuations induced by the operation of the economy or domestic shocks and assess their contributions to fluctuations in the gross domestic product. The results show a vulnerability of the economy Benin relative domestic and external shocks. They are mostly related to highlight the importance of supply shocks in explaining the changes in gross domestic product.

**Keywords** : structural shocks, fluctuations, gross domestic product, structural var.

**Classification JEL** : E23, E32, C1, F4.

# Introduction

L'analyse des fluctuations conjoncturelles est primordiale dans les processus d'élaboration et de mise en place des politiques économiques de court et de moyen terme. La fluctuation de la conjoncture économique, l'alternance de mouvements à la hausse ou à la baisse des différentes variables économiques, ont conduit les économistes à s'interroger sur les facteurs et les mécanismes qui sont à l'origine de cette instabilité.

Le Bénin s'est doté de 1960 jusqu'à l'ère démocratique amorcée en 1990, de cinq plans de développement dont un plan intérimaire de développement économique et social 1971-1972. La stratégie de développement qui a le plus marqué cette période, est celle adoptée entre 1975 et 1982. Elle était fondée sur l'intervention massive de l'Etat dans l'activité économique. Elle s'est traduite par une croissance économique soutenue de 5% en moyenne sur la période 1977-1980 (CAE [2011] p.65).

Cependant, dès 1981, les signes d'essoufflement de cette stratégie ont commencé à se faire sentir. La croissance a ainsi ralenti, atteignant 3% en moyenne sur la période 1981-1985. Ces difficultés sont dues à la détérioration des termes de l'échange et à la baisse des réexportations vers les pays voisins. Malgré les tentatives de redressement initiées par le gouvernement, les difficultés de l'économie béninoise se sont davantage exacerbées. La croissance économique a enregistré un taux négatif de -2,85% en 1989 (CAE [2011] p.65).

Pour le redressement de l'économie, le gouvernement béninois était alors contraint à s'engager sur la période 1989-1999, dans la signature et l'exécution de trois programmes d'ajustement structurel (PAS) consécutifs. Ces trois PAS avaient entre autre pour objectifs, la promotion d'une croissance durable de 3% à 6% en moyenne entre le début et la fin de la période. La décennie de l'ajustement structurel a permis d'atteindre 4,5% de croissance au cours de la période (CAE [2011] p.66).

Les programmes élaborés à partir de 2000 notamment les orientations stratégiques de développement ont pour priorité, l'accélération de la croissance pour la réduction de la pauvreté. Le pré-requis est de réussir à porter le rythme de croissance à un taux durable de plus de 7% par an, bien supérieur aux taux atteints jusqu'ici.

La période de 2002 à 2005 a été caractérisée par un ralentissement de la croissance économique. En effet, avec un taux moyen de 5% sur la période 1995-2000, le taux de croissance économique du Bénin a amorcé une baisse tendancielle, passant de 6,3 % en 2001 à 2,9% en 2005. Ce repli de l'activité est tributaire d'une part, de la régression de la valeur ajoutée du secteur tertiaire dans la formation du PIB à la suite des restrictions commerciales imposées par le Nigéria sur les réexportations, et, d'autre part, de la crise de la filière coton, principal produit d'exportation, de l'appréciation de l'euro par rapport au dollar des Etats-Unis ainsi que du renchérissement continu du cours du pétrole (CAE [2011] p.67).

Sur la période 2006-2008, le taux de croissance s'est établi en moyenne à 4,5%. En 2008, l'activité économique s'est soldée par un taux de croissance économique estimé à 5% contre 4,6% en 2007 et 3,8% en 2006. Cette performance a résulté de l'amélioration de la production agricole hors coton, de la poursuite de la politique des grands travaux d'infrastructures (MPDEPPCAG&PNUD [2009] p.56). Globalement, le rythme de croissance demeure insuffisant, au regard de l'objectif de 7% visé pour réduire durablement la pauvreté.

En 2009 et 2010, l'économie béninoise est entrée à nouveau dans une phase de ralentissement avant de rebondir en 2011, le taux de croissance étant de 2,7% en 2009, 2,8% en 2010, 3,5% en 2011, 3,8% en 2012 et 5,3% en 2013. Ce ralentissement est dû aux effets de la crise financière des subprimes de 2007 initialement déclenchée aux Etats-Unis et qui s'est transformée en une crise économique mondiale.

Le faible développement de l'économie béninoise depuis 1960 s'explique en partie par la forte vulnérabilité aux chocs extérieurs, notamment la conjoncture économique du Nigéria, la détérioration des termes de l'échange ainsi que les fluctuations du prix du coton, du pétrole et du taux de change.

## 1. Problématique

L'économie béninoise subit les effets des chocs aussi bien d'origine interne (les chocs de productivité, sécheresse, inondations, crises politique et sociale) qu'externe (flambée des cours du pétrole, baisse des cours des produits de base, hausse des prix des produits alimentaires, morosité économique internationale, etc...). Compte tenu de la taille relativement petite de l'économie, son insertion au marché mondial fait qu'elle subit amplement les effets des chocs externes.

En effet, les prix des biens exportés et importés par le Bénin sont directement déterminés sur le marché international. Il subit largement les effets aussi bien négatifs que positifs de la variation du prix du pétrole brut sur le marché international. En fait, les  $\frac{3}{4}$  de la production d'électricité sont assurés par des centrales thermiques fonctionnant à partir de matières fossiles, singulièrement le pétrole et le gaz naturel. Ainsi, pour le Bénin, importateur net de produit pétrolier, toute variation du prix du pétrole est de nature à affecter sensiblement les équilibres macroéconomiques et les variables économiques fondamentales. De même, le pétrole est un facteur de production important dans l'agriculture, en particulier dans les pays où elle est motorisée et fortement consommatrice d'intrants. La hausse du prix du baril se répercute bien évidemment sur le prix du transport mais aussi sur celui des engrais, de l'irrigation par pompage et de la transformation agroalimentaire, ce qui engendre ainsi une hausse des prix des produits alimentaires.

A titre d'illustration, les Etats membres de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) ont été confrontés, durant les trois premiers trimestres de l'année 2000, à une série de chocs d'origine extérieure qui ont influencé significativement leurs performances macroéconomiques. Il s'agit notamment, de la forte appréciation des cours du pétrole et du taux de change du dollar, ainsi que de la baisse importante des cours mondiaux des principales matières premières exportées par les pays de l'union. Les estimations globales effectuées en prenant en compte tous les chocs identifiés, à partir du modèle intégré de projection macroéconomique et de simulation (PROMES) pour évaluer l'impact des chocs exogènes sur les économies de l'UEMOA font ressortir une baisse du PIB réel dans la plupart des économies de l'Union en 2000.

De plus, la crise financière de 2007 initialement déclenchée aux Etats-Unis s'est transformée en une crise de l'économie réelle et s'est propagée à l'économie mondiale. Même si la plupart des pays en développement semblent avoir été épargnés des effets directs de cette crise, la récession

dans les pays du Nord a eu un impact sur les pays africains à travers la baisse des prix des matières premières. Ce qui a affecté non seulement les valeurs des exportations mais aussi les recettes fiscales liées aux exportations. Selon le FMI, l'indice des prix des matières premières d'origine agricole a chuté de plus de 16% entre septembre et octobre 2008, tandis que celui des métaux reculait de près de 30% (CAE [2011] p. 52). La crise a également touché les économies africaines à travers la baisse des flux des capitaux et le transfert des migrants. Les transferts de revenus des travailleurs africains à l'étranger, qui avaient atteint près de 20 milliards de dollars en 2008, sont mécaniquement affectés par la récession en Europe et aux Etats-Unis. L'impact est tel qu'une baisse de 1 % de croissance dans les pays hôtes se traduit par une chute de 4 % des envois de fonds (FMI [2009a] p. 21). Une autre conséquence de la crise est la baisse sensible de l'aide publique au développement compte tenu des difficultés des partenaires techniques et financiers.

A titre d'illustration, l'économie béninoise a été fortement exposée aux conséquences de la récession mondiale issue de la crise financière internationale de 2007 à travers notamment : la baisse de la demande mondiale qui a entraîné une baisse en volume des exportations, notamment du coton et des produits de réexportation d'une part, et, une chute du cours du coton d'autre part ; la baisse des transferts des migrants du fait de la récession mondiale, le ralentissement des flux des investissements, notamment les investissements directs étrangers (IDE) et la hausse du coût d'accès aux crédits; le coût élevé des plans de relance dans les pays développés qui a quelque peu compromis les engagements des partenaires techniques et financiers (PTF) en matière d'aide publique au développement. L'économie béninoise a connu une phase de ralentissement en 2009, le taux de croissance étant de 2,7% en 2009, 2,8% en 2010 et 3,5% en 2011 contre 5% en 2008 (CAE [2011] p.53).

Face aux différents effets que peut produire un choc sur une économie, la connaissance profonde des facteurs explicatifs des fluctuations économiques et des mécanismes de propagation et de transmission des chocs, notamment en termes de conceptualisation et de quantification empirique, est indispensable. Elle aidera dans la formulation des stratégies de croissance et de développement, l'élaboration et la mise en place des politiques macroéconomiques cohérentes et soutenables dans le temps.

L'objectif de ce papier est d'identifier et d'évaluer la contribution des chocs aux fluctuations du produit intérieur brut (PIB) du Bénin. La suite du document est structurée de la manière suivante : La section 2 présente une brève revue de littérature, la section 3 est consacrée aux aspects méthodologiques, la section 4 présente les résultats et les analyses, et la section 5 conclut et tire les principaux enseignements en termes de politiques.

## 2. Revue de littérature

La modélisation des fluctuations économiques des pays en développement a fait récemment l'objet d'un certain nombre de travaux de recherche. Il s'agit de préciser la contribution des impulsions de différentes natures aux fluctuations économiques. L'histoire montre que la prospérité d'un pays dépend en partie de la qualité et de la rapidité de ses réactions à des troubles passagers. Par ailleurs, l'efficacité des politiques économiques dépend et d'une manière significative des chocs conjoncturels. La littérature retient deux méthodologies : le modèle VAR et le modèle dynamique en équilibre général et stochastique (DSGE).

(Mendoza [1995] pp. 101-137) constitue le premier travail fondateur qui vise à déterminer l'impact du progrès technique et l'effet des fluctuations des agrégats internationaux sur l'activité productive dans une petite économie ouverte au moyen d'un modèle dynamique stochastique. Cette dernière ne peut influencer les variables externes notamment le taux d'intérêt mondial qu'elle prend comme donnée exogène. Il arrive à la conclusion que les chocs des termes de l'échange expliquent les fluctuations de la production agrégée à hauteur de 56%.

(Hoffmaister et Roldos et Wickham [1998] pp. 132-160) comparent les économies de la zone franc africain (CFA) aux autres économies subsahariennes. Pour les économies subsahariennes, les chocs internes comme les chocs d'offre dominant l'explication du cycle économique. L'effet des impulsions externes (terme de l'échange, demande étrangère et taux d'intérêt mondial) est significatif mais relativement faible. En revanche, les impulsions externes, en particulier les chocs des termes de l'échange apparaissent avoir une grande influence sur les fluctuations des produits et du taux de change réel des économies de la zone CFA. Cette forte contribution des chocs externes n'est pas due à une différence des structures économiques. Cette vulnérabilité relance la nature du système de change qui n'épargne pas ces pays des effets des chocs externes. Ainsi, en cas de change fixe, les variables économiques sont plus volatiles et le taux de change n'est pas un moyen de régulation et n'isole pas le pays des fluctuations de l'environnement international.

Cette forte contribution des chocs externes aux fluctuations économiques des pays en développement a déjà été mise en évidence par (Michael Gavin et al. [1995] 25 pages) et Mendoza [1995]. Ce dernier montre que les impulsions externes en particulier les chocs des termes de l'échange expliquent environ 50% de la variabilité observée des produits intérieurs bruts et du taux de change réel des pays en développement.

Quant à Michael Gavin et al. [1995], ils relèvent aussi l'impact dominant des termes de l'échange pour le cas des pays d'Amérique Latine. Ils s'opposent ainsi à (Hoffmaister et Roldos [1997] 49 pages) qui montrent que le taux d'intérêt international est l'impulsion externe dominante pour l'explication du cycle en Amérique Latine.

(Kose et Riezman [2001] pp. 50-80) ont essayé d'identifier le rôle des chocs externes dans les fluctuations macroéconomiques en Afrique, à l'aide d'un modèle multisectoriel reproduisant les principaux faits stylisés de 22 pays africains durant la période 1970-1992. Ce modèle suppose l'existence de deux secteurs de production : un secteur de biens non échangeables et un secteur de biens échangeables. Ceux-ci utilisent respectivement un capital national et importé, de même que des biens intermédiaires provenant de l'étranger. L'économie fait également face à des chocs technologiques, commerciaux et financiers. Les chocs technologiques sont approchés par la productivité globale des facteurs dans chacun des secteurs d'activité, les chocs commerciaux correspondent aux prix relatifs des biens de capital et des biens intermédiaires importés par rapport aux prix des matières premières exportées, alors que les chocs financiers sont associés au taux d'intérêt mondial. Les résultats démontrent que plus de 40% de la volatilité de l'activité économique s'explique par les chocs d'origine commerciale, et plus de 80% de la volatilité de l'investissement et de l'offre de travail est induite par les chocs externes. Par ailleurs, l'importance des taux d'intérêts n'est significative que dans les cas où les pays considérés sont très endettés. D'une manière similaire, (Kose [2002] pp. 299-327) avec un modèle dynamique stochastique multisectoriel à économie ouverte, étudie les effets des fluctuations des prix mondiaux sur une petite économie exportatrice de matières premières. Les prix considérés correspondent aux prix des biens intermédiaires de capital, ceux des matières premières d'exportation exception faite du pétrole, et le taux d'intérêt mondial. Le modèle employé est constitué de deux secteurs d'activité. L'auteur montre que plus de 80% des fluctuations agrégées de la production et 90% de la volatilité de l'investissement s'expliquent par des variations dans les différents prix internationaux étudiés. Une conclusion similaire est obtenue par (Broda [2004] pp. 31-58) en se servant de modèles Vectoriels Auto-Régressifs (VAR) en panel appliqués à des pays en développement. Il ressort de son étude que les chocs sur les termes de l'échange expliquent la forte variabilité de l'inflation et de la production.

Néanmoins, l'approche portant sur les VAR en panel utilisée également par (Raddatz [2007] pp. 155-187) contraste avec les résultats de Kose [2002] et Broda [2004] sur l'évaluation des sources de fluctuations des petits pays en développement. Raddatz [2007] montre que la volatilité de la production

dans les pays à faible revenu est largement due entre autres aux fluctuations des facteurs internes plutôt qu'aux fluctuations des facteurs extérieurs. Ce même résultat est obtenu par (Hoffmaister et Roldos [2001] pp. 213-239) sur le Brésil et la Corée et par (Odia Ndongo [2007] 22 pages) sur le Cameroun. L'étude de (Kodama [2006] 29 pages) appliquée dans les pays en développement de l'Asie (Thaïlande, Malaisie, Indonésie, Philippines) révèle une position intermédiaire dans laquelle les répercussions des chocs externes et internes sur la volatilité de la production conservent un poids égal.

(Allegret et al [2012] pp. 35-89) ont examiné à l'aide d'un modèle VAR structurel, l'importance des chocs externes dans les fluctuations internes des pays d'Asie orientale sur la période 1990-2012. Ils arrivent à la conclusion que le prix du pétrole et le PIB américain ont un impact significatif sur l'activité intérieure par rapport à un choc monétaire et les chocs financiers.

Aussi, (Gimet [2007] pp. 107-136) à l'aide d'un VAR structurel, a analysé l'impact d'une politique monétaire restrictive des États-Unis, d'une baisse de la confiance des marchés financiers et d'une hausse des prix mondiaux des produits agricoles sur les secteurs réel, financier et monétaire des pays du Mercosur. La vulnérabilité des économies à ces chocs révèle le défaut de soutenabilité des régimes de change en place durant cette période.

De même, (Neumeyer et Perri [2005] pp. 345-380) déterminent l'effet des taux d'intérêt réels internationaux sur le cycle de l'Argentine. Les auteurs définissent deux mécanismes de transmission des variations des taux d'intérêt vers l'activité productive. Tout d'abord, les entreprises sont supposées devoir payer à l'avance une fraction des facteurs nécessaires à la production, ce qui se traduit en un besoin de financement ex ante. Ensuite, ils introduisent des préférences de type GHH (Greenwood et al [1988] pp. 971-987), leur permettant d'éliminer ainsi l'effet de substitution entre travail et loisir traditionnellement induit par le changement des taux d'intérêt. Par conséquent, toute augmentation des taux d'intérêt provoque un accroissement des coûts de production, entraînant une baisse de la demande de travail et une diminution de l'activité productive. Leurs résultats dévoilent dans le cas argentin, qu'en éliminant la variabilité des taux d'intérêt associée au risque national, la volatilité de la production diminue de plus de 25%.

Enfin, (Aguar et Gopinath [2007] pp. 69-102) s'intéressent à la prépondérance des chocs de productivité dans le contexte d'une petite économie émergente. En s'appuyant sur un modèle standard de cycle réel adapté au Mexique, les auteurs démontrent que les fluctuations de l'activité économique sont fortement liées à des changements permanents

de productivité (changements de régime), plutôt qu'à des variations temporaires de celle-ci. Ainsi, à partir de la tendance de long terme du progrès technique, il devient possible de reproduire convenablement les principales caractéristiques des fluctuations macroéconomiques du Mexique, sans avoir pour autant à introduire des imperfections ou frictions dans les marchés.

Dans les pays de la zone UEMOA<sup>1</sup> et plus généralement de la zone franc, les études réalisées sur l'identification et la contribution des chocs aux fluctuations économiques sont rares. Une étude qui se rapproche de la question est celle de Hoffmaister, Roldos et Wickham [1998] qui compare les économies de la zone franc aux autres économies de l'Afrique subsaharienne. Les auteurs arrivent à la conclusion que les impulsions externes, en particulier les chocs des termes de l'échange apparaissent avoir une grande influence sur les fluctuations des produits des économies de la zone CFA alors que les résultats obtenus par Odio [2007] sur le Cameroun, montrent que, même si les chocs externes sont importants, les chocs internes sont prédominants.

Cette divergence de résultat révèle la différence des structures économiques des pays. Dans le cas particulier du Bénin, il n'existe à notre connaissance aucune étude sur l'identification et la contribution des chocs aux fluctuations économiques. Cette étude vient donc combler ce vide.

---

<sup>1</sup> L'UEMOA est composé de huit pays : Bénin, Burkina Faso, Côte-d'Ivoire, Guinée Bissau, Mali, Niger, Sénégal, Togo. Elle est une partie de la zone CFA.

### 3. Aspects méthodologiques

Soit le modèle VAR de dimension  $n^2$  :

$$A(L)X_t = \varepsilon_t \quad (1)$$

Avec  $X = (x_1, \dots, x_n)$  le vecteur des variables considérées,  $A(L)$  une matrice de polynômes en  $L$  de dimension  $(n, n)$  tel que,  $A(0) = I_n$ <sup>3</sup> et  $\varepsilon_t$  un vecteur de bruits blancs.

Le modèle VAR peut être présenté sous une autre forme. En effet, la représentation de Wold assure que tout processus stochastique stationnaire<sup>4</sup> peut s'écrire sous la forme moyenne mobile suivante :

$$X_t = C(L)\varepsilon_t \quad (2)$$

Où  $L$  est l'opérateur retard,  $C(L)$  est une matrice de polynômes de dimension  $(n, n)$  dont les racines du déterminant sont à l'extérieur du cercle unité et telle que  $C(0) = I_n$ , où  $I_n$  est la matrice identité de dimension  $(n, n)$  et  $\varepsilon_t$  est un bruit blanc de dimension  $n$ , c'est-à-dire un vecteur de variables aléatoires non autocorrélées, de moyenne et de matrice variance-covariance  $\Sigma$  définie positive.

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_t \varepsilon_{t+s}) &= \Sigma \quad \text{Pour } s = 0 \\ &= 0 \quad \text{pour } s \neq 0 \end{aligned}$$

Comme  $C(0) = I_n$ , les  $\varepsilon_t$  peuvent s'interpréter comme les innovations (au sens statistique du terme) du processus  $X_t$ . Chaque variable du vecteur  $X_t$  peut donc être représentée comme une combinaison linéaire des innovations présentes et passées des variables du système. Les propriétés de la matrice  $C(L)$  garantissant son inversibilité et la représentation VAR de l'équation (1) s'obtient simplement en pré multipliant l'équation (2) par l'inverse de  $C(L)$ .

<sup>2</sup> Cette représentation est appelée la représentation autorégressive, puisque le modèle VAR est une extension du modèle autorégressif (AR) au niveau vectoriel.

<sup>3</sup>  $A(L) = I_n + A_1L + A_2L^2 + \dots + A_pL^p$ , avec  $P$  le nombre de retards du modèle spécifié.

<sup>4</sup> Un processus est stationnaire au sens large si sa moyenne et sa variance sont des valeurs finies.

Les coefficients du modèle VAR peuvent être estimés en appliquant séparément la méthode de moindres carrés ordinaires équation par équation. Le modèle est donc estimé sous sa forme autorégressive (1), la représentation moyenne mobile (2) pouvant être ensuite retrouvée par l'inversion de la matrice  $A(L)$ .

Le principal problème réside en fait dans l'interprétation des innovations comme chocs économiques. En effet, dans la mesure où le modèle VAR ne contient pas de variables considérées comme exogènes, il est clair que les impulsions ne peuvent être définies de façon explicite : les seules sources d'impulsion affectant le système sont les innovations  $\varepsilon$ . Le principal objectif des modèles VAR c'est l'identification de ces innovations ensuite de pouvoir les interpréter économiquement.

C'est pourquoi, l'orthogonalisation des résidus est apparue nécessaire à l'interprétation d'un modèle VAR, dans le but de chercher les effets d'impulsions spécifiques.

Il s'agit donc de réécrire le système en fonction d'innovations orthogonales, de matrice variance-covariance diagonale, que l'on pourra qualifier d'impulsions ou de chocs spécifiques à l'origine des fluctuations des variables considérées :

$$X_t = D(L)\mu_t \tag{3}$$

Avec  $E(\mu_t \mu_t') = I_n$ . Le choix de la matrice identité ne relève que d'un problème de normalisation, n'entraînant aucune perte de généralité par rapport à toute autre matrice diagonale.

Cette orthogonalisation permet de distinguer les impulsions des mécanismes de propagation. Les  $\mu$  représentent les « forces exogènes » du système économique qui sont à l'origine des fluctuations tandis que les coefficients  $D_j$  traduisent les mécanismes de propagation.

Le vecteur  $\mu$  contient donc les impulsions du modèle définies à partir des innovations de la représentation de Wold selon la relation suivante :

$$\varepsilon_t = S\mu_t \tag{4}$$

Et donc d'après (2), (3), (4)

$$D(L) = C(L)S \quad (5)$$

$S$ , représente la matrice des impacts instantanés des chocs  $\mu$  sur les variables  $X_t$ , tandis que  $S^{-1}$  est la matrice des relations instantanées entre les variables. Cependant, il est possible de déduire de la représentation de Wold une infinité de telles représentations. Or, si elles sont équivalentes d'un point de vue statistique, elles impliquent des dynamiques différentes pour les chocs  $\mu$ . La nature des restrictions identifiantes apparaît donc à ce stade comme cruciale.

La représentation (3) sera identifiée si  $S$  est déterminée de façon unique. En effet,  $S$  connue, on déduira  $D(L)$  et  $\mu$  à partir d'une estimation préalable de  $C(L)$  et de  $\varepsilon$ .

La matrice  $S$  doit être telle que  $E(\mu_t \mu_t') = I_n$ . Or comme  $\mu_t = s^{-1} \varepsilon_t$ , on en déduit que  $S$  doit vérifier l'égalité suivante :

$$SS' = \Sigma \quad (6)$$

Où  $\mu_t$  est le vecteur des innovations structurelles.

Dans cette étude, nous optons pour une approche méthodologique basée sur le modèle VAR Structurel. Le modèle VAR est utilisé principalement dans l'analyse de la dynamique interne à un système de variables. C'est dans le cadre de cette représentation que (Sims [1980] pp. 1-48) propose d'étudier le rôle des différents chocs dans les fluctuations économiques. Les deux principaux instruments d'analyse utilisés dans les représentations vectorielles autorégressives sont les fonctions de réponse aux chocs et la décomposition de la variance de l'erreur de prévision. Ils permettent d'évaluer l'influence respective de chaque impulsion sur la dynamique de chaque variable à différents horizons.

Ces développements récents de l'économétrie des séries temporelles sont appliqués à un système de variables comprenant le produit intérieur brut, l'inflation, le solde commercial, le taux de change réel, les termes de l'échange, le prix du pétrole et le prix des produits alimentaires. Cet ensemble de variables permet d'évaluer les principales sources d'impulsions des fluctuations économiques béninoises.

En effet, dans le cadre du système vectoriel autorégressif comprenant les cinq variables précitées, sept chocs structurels sont identifiés à partir de la méthode mise en œuvre par (Blanchard et Quah [1989] pp. 655-673) et reposant sur des contraintes de long terme.

Avant d'estimer le modèle vectoriel autorégressif, d'élaborer les exercices de décompositions de la variance et des fonctions de réponses aux chocs, une caractérisation des processus univariés des séries utilisées doit être déterminée, l'objet étant de déterminer l'ordre d'intégration des séries et la présence éventuelle de relations de cointégration, autrement dit, des relations de long terme entre les variables. Dans ce qui suit, nous analysons les caractéristiques des processus univariés des séries utilisées.

### Caractéristiques statistiques des variables

Dans cette étude, nous utilisons les données annuelles<sup>5</sup> suivantes disponibles sur la période 1971-2011 : le produit intérieur brut réel (PIBr) ; le taux d'inflation (INF) ; le taux de change réel (TCR) ; le solde commercial (SC) ; les termes de l'échange (TE) ; le prix du pétrole (PP) et le prix des produits alimentaires (PPA).

La spécification du modèle nécessite de rendre les séries stationnaires. Pour connaître les propriétés statistiques de ces variables, nous utilisons les tests traditionnels de stationnarité de, Dickey-Fuller et de Dickey-Fuller Augmenté, Philips-Perron, KPPS. Les résultats des dits tests<sup>6</sup> indiquent que la série PIB est intégrée d'ordre 2 tandis que toutes les autres variables restantes sont intégrées d'ordre 1. Les séries intégrées d'ordre 1 sont alors différenciées à l'ordre convenable soit en différence première et la série PIB intégrée d'ordre 2 en différence seconde. Le test de cointégration de Johansen<sup>7</sup> effectué sur les variables du modèle indique que les variables sont non cointégrés, donc une absence de relations de long terme entre les variables.

### Identification du modèle VAR

En nous appuyant sur les résultats du paragraphe précédent, le modèle VAR sous forme matricielle à estimer est le suivant :

$$X_t = \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (7)$$

$X_t = [\Delta TE, \Delta SC, \Delta(PIBr, 2), \Delta TCR, \Delta INF]$  , le vecteur colonne des variables expliquées qui dépend de ses p retards.

$A_i$  , sont les matrices carrées des coefficients à estimer.

$\varepsilon_t$  , est le vecteur des résidus.

<sup>5</sup> Les détails sur les variables sont disponibles en annexe 1.

<sup>6</sup> Les résultats des tests sont disponibles auprès de l'auteur sur simple demande.

<sup>7</sup> Les résultats du test sont disponibles auprès de l'auteur sur simple demande.

$$\varepsilon_t = (\varepsilon_{\Delta TE}, \varepsilon_{\Delta SC}, \varepsilon_{\Delta(\text{PIBR},2)}, \varepsilon_{\Delta TCR}, \varepsilon_{\Delta INF})$$

représente à chaque instant  $t$  la valeur de  $X_t$  non expliquée par son passé. Ces résidus sont aussi considérés comme des innovations ou des impulsions. A partir du vecteur de variables  $X_t$ , nous allons définir cinq chocs : un choc des termes de l'échange, un choc extérieur (choc sur le solde commercial), un choc d'offre, un choc de demande réel et enfin un choc de demande nominal.

Nous considérons le résidu issu de la première équation comme un choc des termes de l'échange, celui issu de l'équation du solde commercial comme un choc extérieur, celui issu de l'équation du PIB comme un choc d'offre ou d'activité et enfin les résidus issus de la quatrième et de la cinquième équation sont les chocs de demande respectivement réel et nominal.

Toutefois, cette définition des chocs risque d'être erronée puisque les résidus issus d'un modèle VAR canonique sont souvent corrélés. En conséquence, et pour mener à bien notre modélisation, nous adoptons la méthode VAR structurel dans laquelle l'identification des chocs passe par l'imposition de certaines contraintes identifiantes issues de la théorie économique.

### Le modèle VAR Structurel

Nous adoptons la méthodologie Var structurel développée par (Blanchard et Watson [1986] pp. 123-156), (Bernanke [1986] pp. 49-99), (Shapiro et Watson [1988] pp. 1-52), Blanchard et Quah [1989].

Deux types de restrictions sont mentionnés dans la littérature à savoir les restrictions de court terme et les restrictions de long terme. Nous avons choisi l'identification à la Blanchard et Quah [1989] imposant des contraintes de long terme<sup>8</sup> pour pouvoir identifier les chocs structurels du modèle VAR. En d'autres termes, nous allons contraindre certaines variables à ne pas avoir d'effets à long terme.

Nous proposons ainsi, l'estimation du modèle VAR structurel suivant :

$$\begin{bmatrix} \Delta e \\ \Delta s \\ \Delta(\text{pibr},2) \\ \Delta tcr \\ \Delta inf \end{bmatrix} = D(L) \times \begin{bmatrix} \mu_{\Delta e} \\ \mu_{\Delta s} \\ \mu_{\Delta(\text{pibr},2)} \\ \mu_{\Delta tcr} \\ \mu_{\Delta inf} \end{bmatrix}$$

<sup>8</sup> Il convient de rappeler qu'une contrainte de long terme a un sens uniquement lorsque la dynamique étudiée possède une composante persistante due à la présence de racine unitaire. Une contrainte de long terme ne porte que sur les réponses d'une série stationnaire en différence et en aucun cas sur une série stationnaire à niveau.

La partie gauche de cette égalité décrit le vecteur des variables entrant dans le système VAR. Quant à celle de droite, elle est composée des chocs structurels  $\mu$  (forces exogènes du système) et de la matrice qui décrit les coefficients associés à ces chocs<sup>9</sup>.

L'identification des chocs structurels passe par l'imposition des contraintes de long terme. Ces dernières sont habituellement appréhendées à travers la matrice définie comme suit :

$$D(1) = \begin{pmatrix} d_{11}(1) & d_{12}(1) & d_{13}(1) & d_{14}(1) & d_{15}(1) \\ d_{21}(1) & d_{22}(1) & d_{23}(1) & d_{24}(1) & d_{25}(1) \\ d_{31}(1) & d_{32}(1) & d_{33}(1) & d_{34}(1) & d_{35}(1) \\ d_{41}(1) & d_{42}(1) & d_{43}(1) & d_{44}(1) & d_{45}(1) \\ d_{51}(1) & d_{52}(1) & d_{53}(1) & d_{54}(1) & d_{55}(1) \end{pmatrix}$$

L'identification des chocs dans un système à 5 variables exige 10 contraintes<sup>10</sup>.

- ✓ Les premières contraintes sont tirées de l'hypothèse d'une économie ouverte. Il résulte de cette hypothèse que les chocs domestiques n'affectent pas les variables générant les chocs externes :  $d_{13}(1) = d_{14}(1) = d_{15}(1) = d_{23}(1) = d_{24}(1) = d_{25}(1) = 0$ .
- ✓ La théorie économique, surtout le courant RBC (Real Business Cycle), suppose que seuls les chocs d'offre ou réels peuvent affecter l'activité économique à long terme alors que les chocs de demande n'affectent l'activité économique que dans le court terme. Il en résulte deux contraintes supplémentaires. Les chocs de demande générés par le taux de change réel et par l'inflation ne peuvent affecter durablement le niveau de l'activité économique :  $d_{34}(1) = d_{35}(1) = 0$ .
- ✓ Le niveau des termes de l'échange n'est affecté que par un choc sur les termes de l'échange. Il en résulte :  $d_{12}(1) = d_{13}(1) = d_{14}(1) = d_{15}(1) = 0$ , d'où la contrainte supplémentaire est  $d_{12}(1) = 0$ .
- ✓ Enfin, les dernières contraintes permettent la distinction entre les deux chocs de demande à savoir le choc de demande réel (généralement assimilé à un choc budgétaire ou à un choc sur le taux de change) et le choc de demande nominal (choc monétaire appréhendé dans notre modèle par l'inflation). En effet, un choc de demande réel a un effet sur le taux de change réel alors qu'un choc nominal n'affecte pas le taux de change. Il en résulte une contrainte supplémentaire :  $d_{45}(1) = 0$ .

<sup>9</sup>  $D(L) = SC(L)$  et  $\mu_t = S\varepsilon_t$ .

<sup>10</sup> Comme un modèle à n variables exige  $n(n-1)/2$  contraintes identifiantes, nous devons imposer  $5(5-1)/2=10$  contraintes identifiantes.

## 4. Présentation et analyse des résultats

Dans cette section, nous présentons et analysons les résultats issus de nos estimations.

### Tests d'identification du nombre de retards

Après identification des chocs structurels, l'estimation du modèle passe par la détermination de l'ordre des retards à considérer. Nous nous basons sur les critères d'information à savoir les tests LR, FPE, AIC, SC et HQ.

**Tableau 1 : Résultats des tests d'identification de l'ordre de retard**

| Lag | LogL      | LR       | FPE                    | AIC       | SC        | HQ        |
|-----|-----------|----------|------------------------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | -1841.245 | NA       | 7.40 <sup>e</sup> +38* | 103.6803* | 104.7800* | 104.0641* |
| 2   | -1823.597 | 25.49244 | 1.19 <sup>e</sup> +39  | 104.0887  | 106.2880  | 104.8563  |
| 3   | -1800.285 | 27.19710 | 1.59 <sup>e</sup> +39  | 104.1825  | 107.4815  | 105.3339  |

\*Indique l'ordre de retard sélectionné par le critère d'information

Source : Réalisé par l'auteur.

Dans la suite de l'analyse et en se basant sur les résultats des critères d'information, nous adoptons un ordre de retards égal à 1.

### Estimation du modèle et interprétation

L'estimation du VAR structurel passe par l'estimation du modèle VAR ordinaire, puis dans une seconde étape on applique les contraintes identifiantes de long terme précédemment identifiées, pour enfin déterminer les chocs structurels, leurs impacts et leurs relatives contributions aux fluctuations des variables du modèle spécifié<sup>11</sup>.

Après estimation du modèle VAR ordinaire, le test d'autocorrélation résiduelle de Pormanteau<sup>12</sup> indique que les résidus sont autocorrélés, ce qui justifie la nécessité d'avoir recours à un modèle VAR structurel.

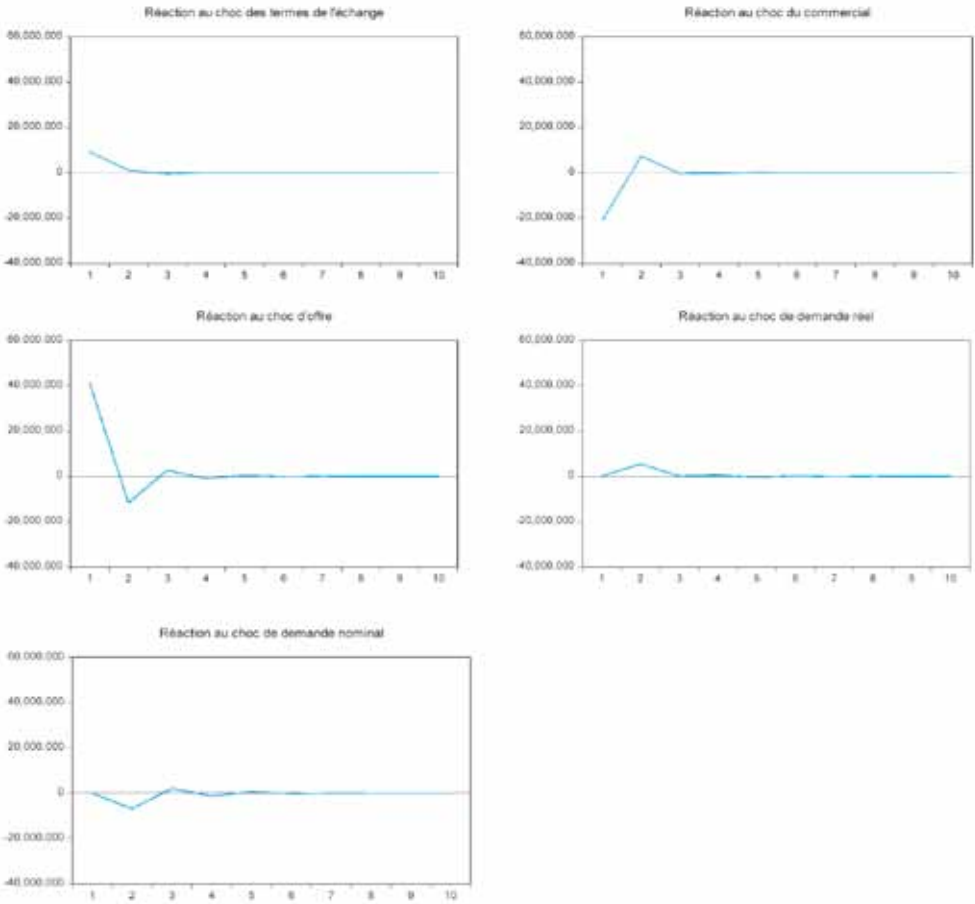
### Les sources de fluctuations du PIB réel

Nous présentons après estimation du modèle VAR structurel, les différents résultats empiriques trouvés. Nous nous intéressons essentiellement aux fonctions de réponse aux chocs et aux décompositions de la variance des erreurs de prévisions. Les figures 1 et 2 présentent respectivement les réactions et réactions cumulées du PIB aux chocs.

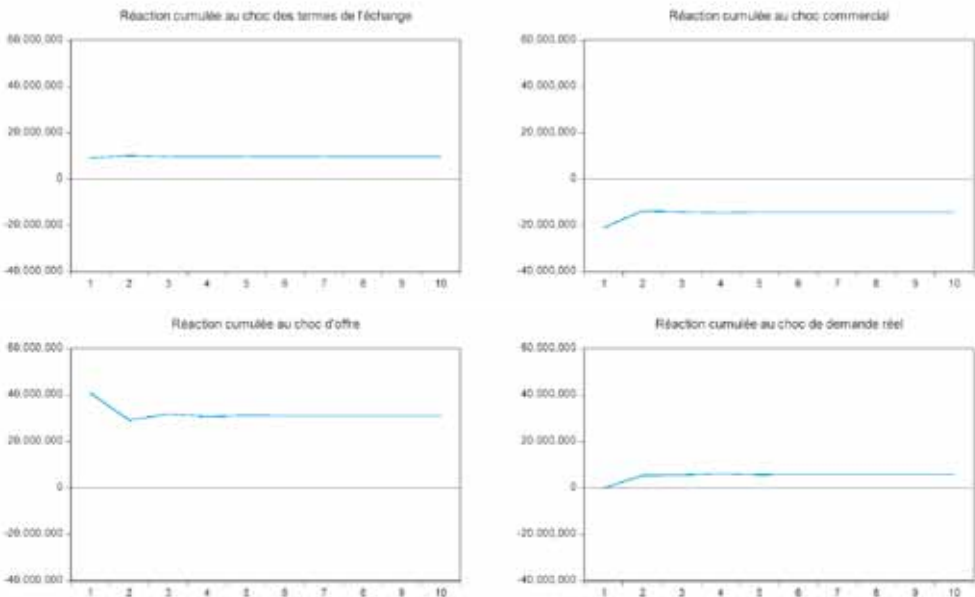
<sup>11</sup> Les résultats des estimations du VAR ordinaire et Structurel sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

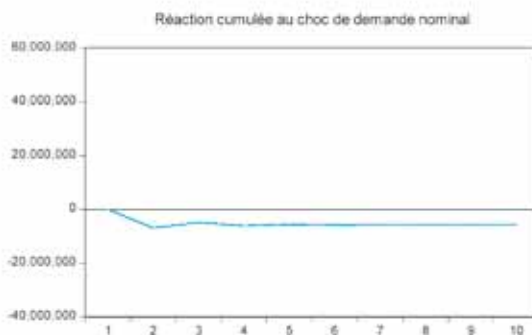
<sup>12</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

**Figure 1 : Réactions du PIB aux chocs**



**Figure 2 : Réactions cumulées du PIB aux chocs**





Il ressort de ces figures un effet positif et significativement persistant du choc d'offre à court terme comme à long terme. Cependant, les chocs de demande aussi bien réels que nominaux n'affectent l'activité économique que transitoirement.

En effet, comme le stipule la théorie économique, un choc d'offre positif entraîne une amélioration du niveau de l'activité, et malgré une légère baisse de cet effet positif, l'amélioration de la situation reste assez soutenable à long terme. Quant aux chocs de demande, leur impact est peu significatif et se trouve être négatif dans le cas du choc de demande nominal et positif quant au choc de demande réel.

Enfin, concernant les chocs externes, les fonctions de réponse aux chocs permettent de conclure à un effet positif du choc des termes de l'échange et un effet négatif du choc commercial. Cet effet négatif du choc commercial peut être expliqué par la structure de l'économie béninoise, une économie caractérisée par un déficit structurel du solde commercial depuis l'indépendance à ce jour notamment à cause de la forte importation des produits pétroliers et alimentaires, des biens d'équipement et des produits d'exportation très peu diversifiés. L'effet positif du choc des termes de l'échange peut être expliqué par un secteur tertiaire dynamique (49,6% du PIB réel) basé essentiellement sur le commerce de réexportation vers les pays de l'hinterland notamment le Nigéria, le Niger, le Burkina Faso et le Mali.

Le tableau suivant présente la contribution de chaque choc aux fluctuations du produit intérieur brut à travers la décomposition de la variance de l'erreur de prévision.

**Tableau 2 : Décomposition de la variance de l'erreur de prévision du PIB**

| Horizon | Choc des termes de l'échange | Choc commercial | Choc d'offre | Choc de demande réel | Choc de demande nominal |
|---------|------------------------------|-----------------|--------------|----------------------|-------------------------|
| 1       | 3.408052                     | 19.91191        | 73.56359     | 1.180213             | 1.936235                |
| 2       | 3.406644                     | 19.82556        | 73.49368     | 1.175309             | 2.098807                |
| 3       | 3.402501                     | 19.80498        | 73.44348     | 1.185365             | 2.163666                |
| 4       | 3.401591                     | 19.80016        | 73.42647     | 1.191865             | 2.179914                |
| 5       | 3.401547                     | 19.79917        | 73.42303     | 1.193601             | 2.182650                |
| 6       | 3.401566                     | 19.79901        | 73.42255     | 1.193900             | 2.182972                |
| 7       | 3.401572                     | 19.79900        | 73.42250     | 1.193934             | 2.182996                |
| 8       | 3.401572                     | 19.79900        | 73.42250     | 1.193936             | 2.182997                |

**Source:** calcul de l'auteur

Nous remarquons une prédominance des chocs d'offre dans l'explication de la dynamique du produit intérieur brut. En effet, quel que soit l'horizon choisi, le court ou le long terme, les chocs d'offre expliquent environ 73% de la variabilité de l'activité économique.

Concernant les chocs de demande, il ressort du tableau qu'ils ont une contribution assez limitée sur l'activité économique quel que soit l'horizon choisi. Les chocs de demande réel et nominal contribuent tous deux à moins de 3,5% dans la variation de l'activité économique. Cet effet limité de ces chocs sur le produit intérieur brut s'explique peut-être par le fait que la politique monétaire échappe au contrôle du gouvernement béninois et le respect des critères de convergence dans le cadre de l'intégration régionale.

Par ailleurs, l'évaluation de la contribution des chocs externes appréhendés par le choc des termes de l'échange et le choc commercial nous révèle que le choc commercial a un effet non négligeable et stable sur l'activité économique. Sa contribution avoisine les 20%. Quant au choc des termes de l'échange, sa contribution est assez modeste, environ 3,4%.

En résumé, la décomposition de la variance de l'erreur de prévision du produit intérieur brut montre que les différents chocs ont un effet stable quel que soit l'horizon et que les chocs domestique expliquent environ 77% des fluctuations de l'activité économique avec une prédominance des chocs d'offre. Les 23% restants sont l'œuvre des chocs externes avec une prédominance du choc commercial.

Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par Raddatz [2007] qui montre que la volatilité de la production dans les pays à faible revenu est largement due entre autres aux fluctuations des facteurs internes plutôt

qu'aux fluctuations des facteurs extérieurs. Ce même résultat est obtenu par Hoffmaister et Roldos [2001] sur le Brésil et la Corée.

Cependant, nos résultats contrastent avec ceux de Hoffmaister, Roldos et Wickham [1998] qui concluent que les impulsions externes, en particulier les chocs des termes de l'échange apparaissent avoir une grande influence sur les fluctuations des produits et du taux de change réel des économies de la zone CFA.

### **L'introduction du prix de pétrole**

Les sources des fluctuations du produit intérieur brut place le choc commercial à la première place avec 20% de contribution après ses propres innovations. Pour cela, nous introduisons le prix du pétrole qui est une composante importante des importations du Bénin dans le modèle VAR structurel précédent afin d'évaluer la contribution relative de ce dernier aux fluctuations économiques. Il s'agit du prix du baril de pétrole exprimé en dollars américains<sup>13</sup>.

Ainsi, notre nouveau modèle contient six variables à savoir : le Prix de pétrole (PP), les Termes de l'échange (TE), le Solde commercial (SC), le Produit intérieur brut (PIB), le Taux de change réel (TCR), l'Inflation (INF).

Les tests de stationnarité sont réalisés sur la nouvelle variable PP. D'après les tests ADF<sup>14</sup>, le prix de pétrole est intégré d'ordre 1, il est stationnaire en différence première.

Le test de cointégration de Johansen<sup>15</sup> effectué sur les variables du modèle indique que les variables sont non cointégrés, donc une absence de relation de long terme entre les variables.

Après estimation du modèle VAR ordinaire, le test d'autocorrélation résiduelle de pormanteau<sup>16</sup> indique que les résidus sont autocorrélés, ce qui justifie la nécessité d'avoir recours à un modèle VAR structurel.

### **Estimation du modèle VAR structurel avec prix de pétrole**

En introduisant le prix de pétrole, le modèle VAR structurel à estimer est composé de six variables. Nous adoptons la même démarche poursuivie dans le modèle précédent. Le modèle à estimer est :

---

<sup>13</sup> Les détails sur la variable sont en annexe 1.

<sup>14</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

<sup>15</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

<sup>16</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

$$\begin{bmatrix} \Delta pp \\ \Delta te \\ \Delta sc \\ \Delta(pib,2) \\ \Delta tcr \\ \Delta inf \end{bmatrix} = D(L) \times \begin{bmatrix} \mu_{\Delta pp} \\ \mu_{\Delta te} \\ \mu_{\Delta sc} \\ \mu_{\Delta(pib,2)} \\ \mu_{\Delta tcr} \\ \mu_{\Delta inf} \end{bmatrix} \tag{9}$$

Avec  $\Delta pp$  la nouvelle variable endogène introduite dans le modèle, représentant la différence première du prix de pétrole.

$\mu_{\Delta pp}$  est le choc du prix de pétrole.

Pour identifier le modèle VAR structurel, nous allons imposer des hypothèses de long terme sur les réponses des variables du modèle aux chocs. Les réponses à long terme aux chocs sont définies par la matrice :

$$D(1) = \begin{bmatrix} d_{11}(1) & d_{12}(1) & d_{13}(1) & d_{14}(1) & d_{15}(1) & d_{16}(1) \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & d_{21}(1) & d_{22}(1) & d_{23}(1) & d_{24}(1) & d_{25}(1) & d_{26}(1) \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & d_{31}(1) & d_{32}(1) & d_{33}(1) & d_{34}(1) & d_{35}(1) & d_{36}(1) \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & d_{41}(1) & d_{42}(1) & d_{43}(1) & d_{44}(1) & d_{45}(1) & d_{46}(1) \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & d_{51}(1) & d_{52}(1) & d_{53}(1) & d_{54}(1) & d_{55}(1) & d_{56}(1) \\ \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} & \text{---} \\ \text{---} & d_{61}(1) & d_{62}(1) & d_{63}(1) & d_{64}(1) & d_{65}(1) & d_{66}(1) \end{bmatrix}$$

L'identification des chocs dans un système à 6 variables exige 15 contraintes.

- Les premières contraintes sont tirées de l'hypothèse d'une économie ouverte. Il résulte de cette hypothèse que les chocs domestiques n'affectent pas les variables générant les chocs externes. Ainsi, de cette hypothèse nous avons les neuf contraintes suivantes :

$$d_{14}(1) = d_{15}(1) = d_{16}(1) = d_{24}(1) = d_{25}(1) = d_{26}(1) = d_{34}(1) = d_{35}(1) = d_{36}(1) = 0.$$

- La théorie économique, surtout le courant RBC, suppose que seuls les chocs d'offre ou réels peuvent affecter l'activité économique à long terme alors que les chocs de demande n'affectent l'activité économique que dans le court terme. Il en résulte deux contraintes supplémentaires. Les chocs de demande générés par le taux de change réel et par l'inflation ne peuvent affecter durablement le niveau de l'activité économique :

$$d_{45}(1) = d_{46}(1) = 0.$$

- Un choc pétrolier est identifié comme étant le seul choc pouvant avoir des effets à long terme sur le prix du pétrole :  $d_{12}(1) = d_{13}(1) = 0$ .

■ Le niveau des termes de l'échange n'est affecté que par un choc sur les termes de l'échange. Il en résulte :  $d_{23}(1) = d_{24}(1) = d_{25}(1) = d_{26}(1) = 0$ ,

d'où la contrainte supplémentaire est  $d_{23}(1) = 0$ .

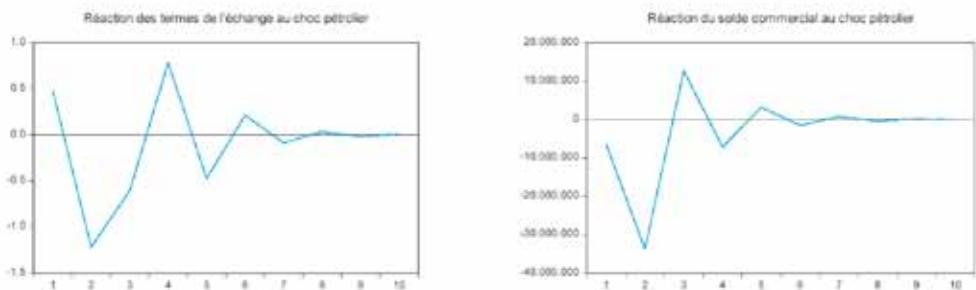
■ Enfin, les dernières contraintes permettent la distinction entre les deux chocs de demande à savoir le choc de demande réel (généralement assimilé à un choc budgétaire ou à un choc sur le taux de change) et le choc de demande nominal (choc monétaire appréhendé dans notre modèle par l'inflation). En effet, un choc de demande réel a un effet sur le taux de change réel alors qu'un choc nominal n'affecte pas le taux de change. Il en résulte une contrainte supplémentaire :  $d_{56}(1) = 0$ .

Après l'identification des contraintes, l'estimation du VAR nécessite la détermination de l'ordre des retards à utiliser. Nous effectuons les tests de retards en nous basant sur les critères d'informations. Les résultats<sup>17</sup> nous indiquent un retard égal à 1.

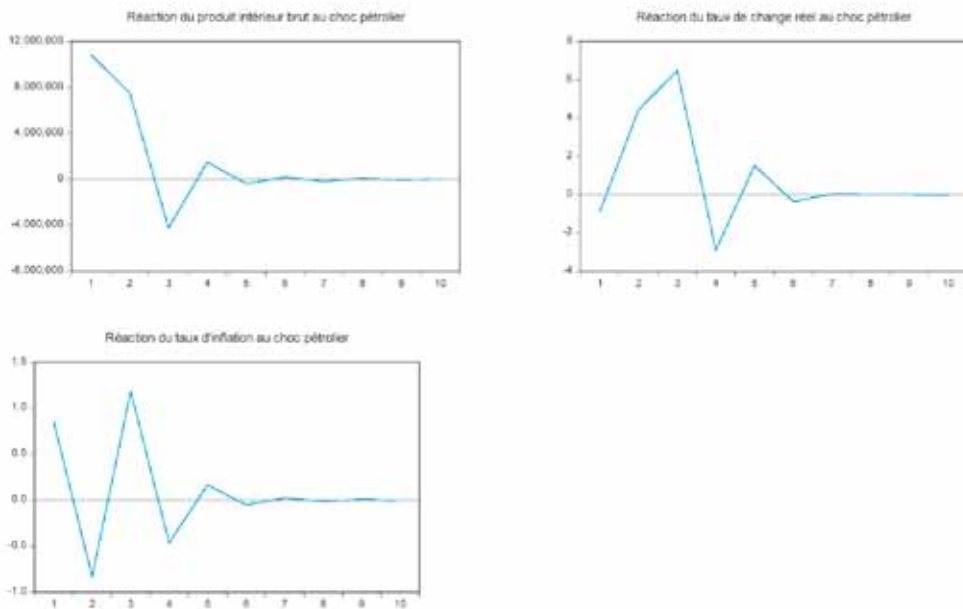
Après la détermination de l'ordre du modèle, nous procédons à l'estimation du nouveau modèle VAR structurel pour pouvoir déterminer le rôle des chocs pétroliers dans les fluctuations économiques.

### Les fonctions de réponses des variables du modèle au choc pétrolier

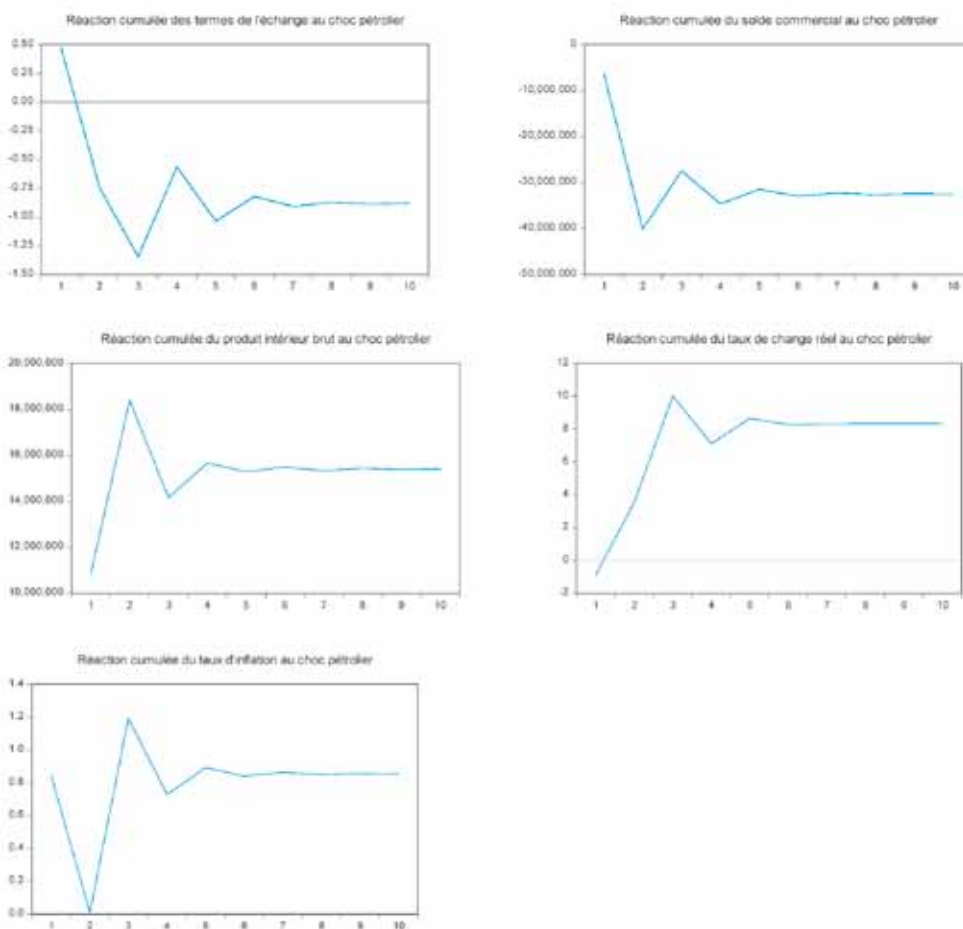
Figure 3: Réaction des variables du modèle au choc pétrolier



<sup>17</sup> Les détails du test sont à consulter en annexe 2.



**Figure 4: Réaction cumulée des variables du modèle au choc pétrolier**



**Tableau 3 : Contribution relative du choc pétrolier à la variance de l'erreur de prévision des variables du modèle**

| Horizon | TE       | SC       | PIB      | TCR      | INF      |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1       | 0.301109 | 1.083350 | 5.533496 | 0.004406 | 1.290611 |
| 2       | 1.747352 | 18.64904 | 6.880096 | 0.093219 | 2.170551 |
| 3       | 1.976651 | 20.08710 | 7.454405 | 0.277244 | 4.101092 |
| 4       | 2.506194 | 20.43225 | 7.529401 | 0.313954 | 4.393987 |
| 5       | 2.701224 | 20.48050 | 7.532695 | 0.324180 | 4.430168 |
| 6       | 2.740907 | 20.48848 | 7.533235 | 0.324772 | 4.433454 |
| 7       | 2.747149 | 20.49042 | 7.533838 | 0.324777 | 4.434029 |
| 8       | 2.748227 | 20.49099 | 7.534175 | 0.324778 | 4.434238 |
| 9       | 2.748479 | 20.49115 | 7.534280 | 0.324778 | 4.434314 |
| 10      | 2.748549 | 20.49119 | 7.534303 | 0.324778 | 4.434335 |

**Source :** Calcul de l'auteur

En nous basant sur les résultats du modèle<sup>18</sup>, nous remarquons l'importance de l'effet du prix du pétrole sur le niveau de l'activité économique. En effet, il ressort des fonctions de réponses au choc, un effet négatif assez important du choc pétrolier sur le solde commercial, et un effet positif non moins important du choc pétrolier sur le taux d'inflation et le produit intérieur brut. La décomposition de la variance de l'erreur de prévision indique que le choc pétrolier participe respectivement à 20%, 7% et 4% environ dans la variation du solde commercial, du produit intérieur brut et du taux d'inflation.

Ceci signifie qu'un choc pétrolier positif traduit par la baisse du prix du pétrole se traduit par une amélioration du solde commercial. La réaction positive du produit intérieur brut suite au choc pétrolier observée est surprenante au vu du statut de pays importateur de produits pétroliers du Bénin. On peut expliquer cet état de chose par l'importation frauduleuse des produits pétroliers à prix subventionnés par le gouvernement Nigérian en contrebande du Nigéria vers le marché intérieur béninois. Ces importations de contrebande qui ne sont pas exposées aux fluctuations mondiales des prix de pétrole représentent plus de 90% de la consommation intérieure du Bénin en produits pétroliers.

Nous remarquons également que le choc pétrolier s'accompagne d'une augmentation du niveau des prix dans le long terme. A court terme, la contribution relative du choc pétrolier est de 1% alors que dans le long terme, elle avoisine les 4,5%. Cette augmentation quoique faible affecte le pouvoir d'achat des ménages. Elle est la conséquence de l'augmentation du prix du pétrole non pas à travers la hausse des prix des produits pétroliers sur le marché intérieur mais au travers des biens et services utilisant les produits pétroliers formels.

<sup>18</sup> Les détails des résultats se trouvent en annexe 3.

## L'introduction du prix des produits alimentaires

Les sources des fluctuations du produit intérieur brut place le choc commercial à la première place avec 20% de contribution après ses propres innovations. Pour cela, nous introduisons le prix des produits alimentaires qui est une composante importante des importations du Bénin dans le modèle VAR structurel précédent afin d'évaluer la contribution relative de ce dernier aux fluctuations économiques. Il s'agit du prix des produits alimentaires exprimé en dollars américains<sup>19</sup>. Ainsi, notre nouveau modèle contient six variables à savoir :

Le Prix des produits alimentaires (PPA), les Termes de l'échange (TE), le Solde commercial (SC), le Produit intérieur brut (PIB), le Taux de change réel (TCR), l'Inflation (INF).

Les tests de stationnarité sont réalisés sur la nouvelle variable PPA. D'après les tests ADF<sup>20</sup>, le prix des produits alimentaires est intégré d'ordre 1, il est stationnaire en différence première.

Le test de cointégration de Johansen<sup>21</sup> effectué sur les variables du modèle indique que les variables sont non cointégrés, donc une absence de relation de long terme entre les variables.

Après estimation du modèle VAR ordinaire, le test d'autocorrélation résiduelle de pormanteau<sup>22</sup> indique que les résidus sont autocorrélés, ce qui justifie la nécessité d'avoir recours à un modèle VAR structurel.

### Estimation du modèle VAR structurel avec introduction du prix des produits alimentaires

En introduisant le prix des produits alimentaires, le modèle VAR structurel à estimer est composé de six variables. Nous adoptons la même démarche poursuivie dans le modèle précédent. Le modèle à estimer est :

$$\begin{bmatrix} \Delta ppa \\ \Delta te \\ \Delta sc \\ \Delta(pib,2) \\ \Delta tcr \\ \Delta inf \end{bmatrix} = D(L) \times \begin{bmatrix} \mu_{\Delta ppa} \\ \mu_{\Delta te} \\ \mu_{\Delta sc} \\ \mu_{\Delta(pib,2)} \\ \mu_{\Delta tcr} \\ \mu_{\Delta inf} \end{bmatrix} \quad (10)$$

Avec  $\Delta ppa$  la nouvelle variable endogène introduite dans le modèle, représentant la différence première du prix des produits alimentaires.

$\mu_{\Delta ppa}$  est le choc du prix des produits alimentaires.

<sup>20</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

<sup>21</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

<sup>22</sup> Les détails du test sont disponibles auprès de l'auteur sur demande.

Pour identifier le modèle VAR structurel, nous allons imposer des hypothèses de long terme sur les réponses des variables du modèle aux chocs. Les réponses à long terme aux chocs sont définies par la matrice :

$$D(1) = \begin{pmatrix} d_{11}(1) & d_{12}(1) & d_{13}(1) & d_{14}(1) & d_{15}(1) & d_{16}(1) \\ d_{21}(1) & d_{22}(1) & d_{23}(1) & d_{24}(1) & d_{25}(1) & d_{26}(1) \\ d_{31}(1) & d_{32}(1) & d_{33}(1) & d_{34}(1) & d_{35}(1) & d_{36}(1) \\ d_{41}(1) & d_{42}(1) & d_{43}(1) & d_{44}(1) & d_{45}(1) & d_{46}(1) \\ d_{51}(1) & d_{52}(1) & d_{53}(1) & d_{54}(1) & d_{55}(1) & d_{56}(1) \\ d_{61}(1) & d_{62}(1) & d_{63}(1) & d_{64}(1) & d_{65}(1) & d_{66}(1) \end{pmatrix}$$

L'identification des chocs dans un système à 6 variables exige 15 contraintes.

- Les premières contraintes sont tirées de l'hypothèse d'une économie ouverte. Il résulte de cette hypothèse que les chocs domestiques n'affectent pas les variables générant les chocs externes. Ainsi, de cette hypothèse nous avons les neuf contraintes suivantes :

$$d_{14}(1) = d_{15}(1) = d_{16}(1) = d_{24}(1) = d_{25}(1) = d_{26}(1) = d_{34}(1) = d_{35}(1) = d_{36}(1) = 0.$$

- La théorie économique, surtout le courant RBC, suppose que seuls les chocs d'offre ou réels peuvent affecter l'activité économique à long terme alors que les chocs de demande n'affectent l'activité économique que dans le court terme. Il en résulte deux contraintes supplémentaires. Les chocs de demande générés par le taux de change réel et par l'inflation ne peuvent affecter durablement le niveau de l'activité économique :  $d_{45}(1) = d_{46}(1) = 0$ .

- Un choc alimentaire est identifié comme étant le seul choc pouvant avoir des effets à long terme sur le prix des produits alimentaires :  $d_{12}(1) = d_{13}(1) = 0$ .

- Le niveau des termes de l'échange n'est affecté que par un choc sur les termes de l'échange. Il en résulte :  $d_{23}(1) = d_{24}(1) = d_{25}(1) = d_{26}(1) = 0$ ,

d'où la contrainte supplémentaire est  $d_{23}(1) = 0$ .

- Enfin, les dernières contraintes permettent la distinction entre les deux chocs de demande à savoir le choc de demande réel (généralement assimilé à un choc budgétaire ou à un choc sur le taux de change) et le choc de demande nominal (choc monétaire appréhendé dans notre modèle par l'inflation). En effet, un choc de demande réel a un effet sur le taux de change réel alors qu'un choc nominal n'affecte pas le taux de change. Il en résulte une contrainte supplémentaire :  $d_{56}(1) = 0$ .

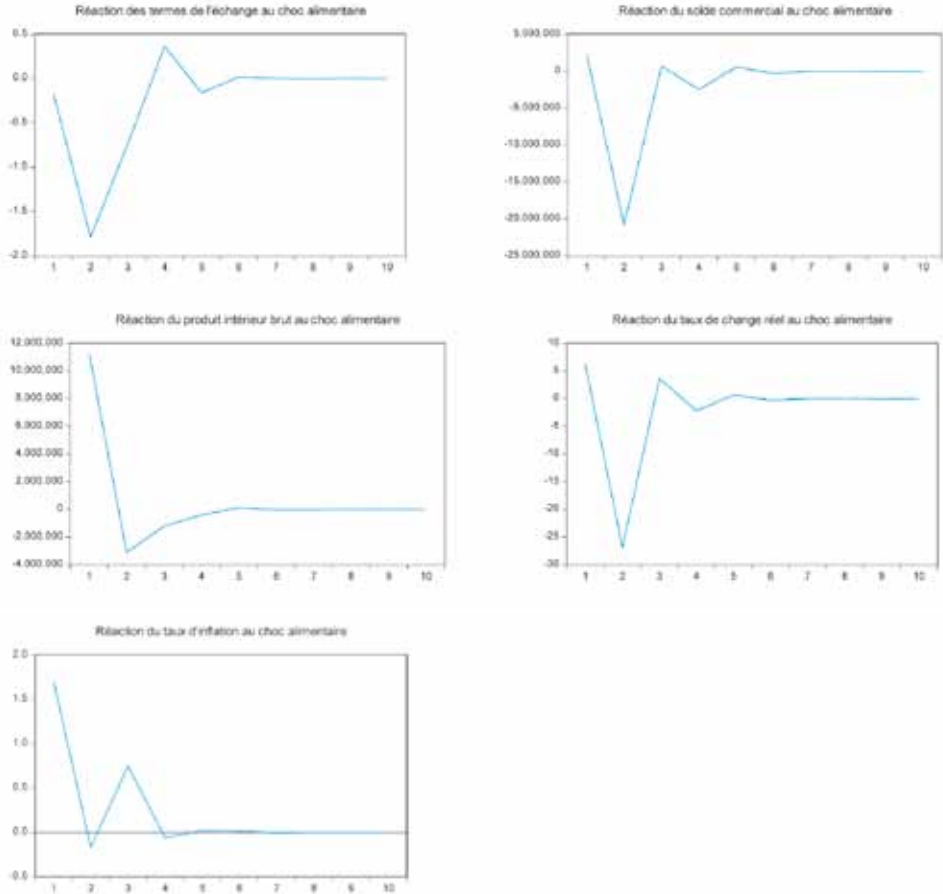
Après l'identification des contraintes, l'estimation du VAR nécessite la détermination de l'ordre des retards à utiliser. Nous effectuons les tests de

retards en nous basant sur les critères d'informations. Les résultats<sup>23</sup> nous indiquent un retard égal à 1.

Après la détermination de l'ordre du modèle, nous procédons à l'estimation du nouveau modèle VAR structural pour pouvoir déterminer le rôle d'un choc alimentaire dans les fluctuations économiques.

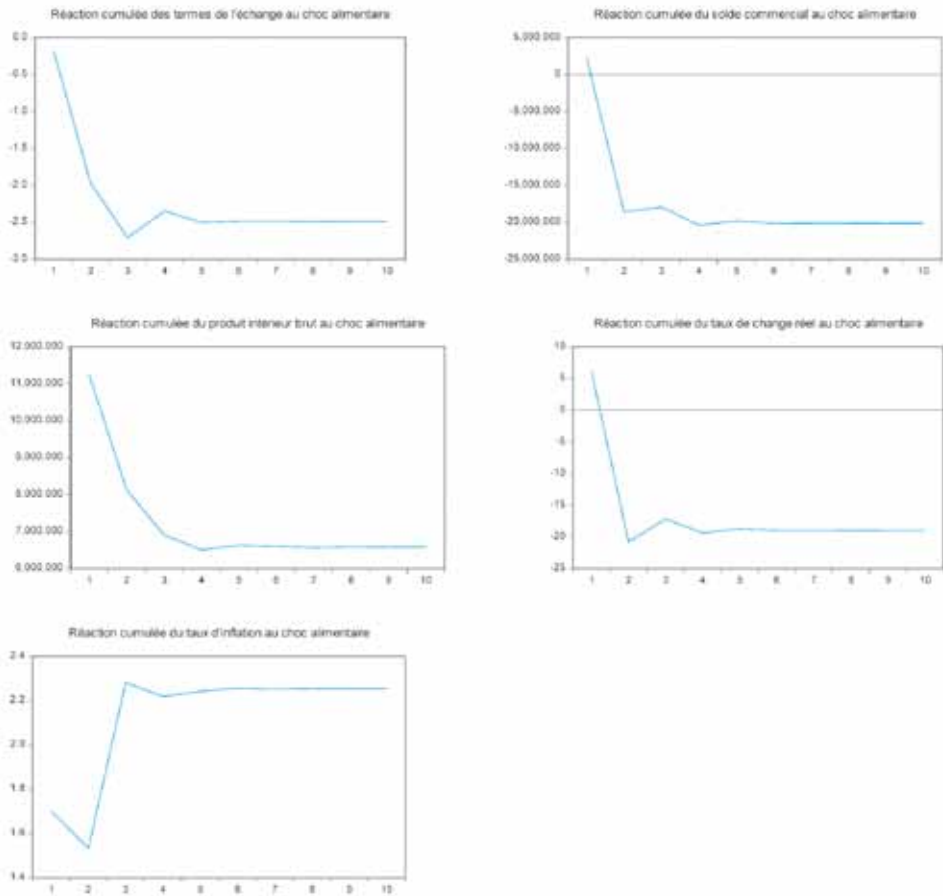
### Les fonctions de réponse des variables du modèle au choc alimentaire

Figure 5: Réaction des variables du modèle au choc alimentaire



<sup>23</sup> Les détails du test sont en annexe 2.

**Figure 6: Réaction cumulée des variables du modèle au choc alimentaire**



**Tableau 4: Contribution relative du choc alimentaire à la variance de l'erreur de prévision des variables du modèle**

| Horizon | TE       | SC       | PIB      | TCR      | INF      |
|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1       | 0.043037 | 0.112901 | 5.572916 | 0.205155 | 5.307369 |
| 2       | 3.479049 | 6.872873 | 5.362021 | 3.479276 | 4.515470 |
| 3       | 3.693326 | 6.670647 | 5.383185 | 3.452576 | 5.070515 |
| 4       | 3.748943 | 6.683558 | 5.378890 | 3.456422 | 5.064502 |
| 5       | 3.763604 | 6.679455 | 5.378424 | 3.456449 | 5.064589 |
| 6       | 3.763521 | 6.679785 | 5.378354 | 3.456599 | 5.064785 |
| 7       | 3.763506 | 6.679749 | 5.378356 | 3.456587 | 5.064784 |
| 8       | 3.763515 | 6.679744 | 5.378359 | 3.456589 | 5.064787 |
| 9       | 3.763516 | 6.679745 | 5.378360 | 3.456591 | 5.064787 |
| 10      | 3.763516 | 6.679745 | 5.378360 | 3.456591 | 5.064787 |

**Source :** Calcul de l'auteur

En nous basant sur les résultats du modèle<sup>24</sup>, nous remarquons l'importance de l'effet du prix des produits alimentaires sur le niveau de l'activité économique. En effet, il ressort des fonctions de réponses au choc, un effet négatif non négligeable du choc alimentaire sur le solde commercial, les termes de l'échange et le taux de change réel et un effet positif non moins important du choc alimentaire sur le taux d'inflation et le produit intérieur brut. La décomposition de la variance de l'erreur de prévision indique que le choc alimentaire participe respectivement à 7%, 4%, 3%, 5% et 5% environ dans la variation du solde commercial, des termes de l'échange, du taux de change réel, du produit intérieur brut et du taux d'inflation.

Ceci signifie qu'un choc alimentaire positif traduit par la baisse du prix des produits alimentaires se traduit par une amélioration du solde commercial, des termes de l'échange et du taux de change réel. La réaction positive du produit intérieur brut suite au choc alimentaire observée est surprenante au vu de la part importante qu'occupent les produits alimentaires dans les importations du Bénin. On peut expliquer cet état de chose par l'activité de réexportation d'une part importante des importations béninoises vers le Nigéria, une activité qui compte pour 43%<sup>25</sup> des recettes d'exportation du Bénin. Une augmentation des prix des produits alimentaires augmenteraient les recettes de réexportation du faite que les taxes douanières sont fixées en fonction de la valeur de la marchandise. Ainsi, pour le même volume de produits réexportés, les recettes de réexportations s'accroissent suite à l'augmentation des prix des produits alimentaires qui engendrent une augmentation en valeur du volume de produits réexportés. Cela pourrait justifier la corrélation positive observée entre le choc alimentaire et l'évolution du produit intérieur.

Nous remarquons également que le choc alimentaire s'accompagne d'une augmentation du niveau des prix. Cet état de chose s'explique par l'habitude alimentaire de la population béninoise qui consomme en grande partie des produits alimentaires importés compte tenu de l'insuffisance de la production nationale.

Il est aussi à noter que la contribution du choc alimentaire aux fluctuations des termes de l'échange, du solde commercial et du taux de change réel est quasiment nulle à la première période. Cette situation peut s'expliquer par la spéculation faite par les commerçants sur les anciens stocks disponibles suite à une augmentation observée des prix des produits alimentaires avant l'importation de nouveaux stocks.

<sup>24</sup> Les détails des résultats se trouvent en annexe 3.

<sup>25</sup> MPDEPPCAG et PNUD [2009] , Page 69.

## Conclusion

L'objet de ce papier est non seulement d'identifier les sources des fluctuations du Produit Intérieur Brut mais aussi d'évaluer la contribution de ces dernières aux fluctuations du PIB, en se basant uniquement sur les indicateurs macroéconomiques. Pour cela, nous avons eu recours à la méthodologie VAR initiée par Sims [1980] et élaboré un modèle VAR structurel. Nous avons identifié cinq chocs à partir de la méthode de décomposition mise en œuvre par Blanchard et Quah [1989]. Il s'agit d'un choc des termes de l'échange, d'un choc commercial, d'un choc d'offre, d'un choc de demande réel et d'un choc de demande nominal.

Les résultats montrent une vulnérabilité de l'économie béninoise vis-à-vis des chocs domestiques et extérieurs. Ils mettent surtout en évidence l'importance des chocs d'offre dans l'explication des fluctuations du produit intérieur brut. En effet, à travers les deux instruments d'analyse des modèles VAR à savoir la fonction d'impulsion et la décomposition de la variance de l'erreur de prévision, il apparaît clairement une prédominance des chocs d'offre dans l'explication des fluctuations du produit intérieur brut. Cette contribution est de l'ordre de 73% sur les 77% des chocs domestiques. Les chocs extérieurs appréhendés par le choc des termes de l'échange et le choc commercial contribuent à hauteur de 23% aux fluctuations du Produit Intérieur Brut avec une prédominance du choc commercial qui explique à lui seul 20% des fluctuations.

Cette prédominance du choc commercial nous a conduits à évaluer la contribution des chocs pétrolier et alimentaire au travers du prix de pétrole et du prix des produits alimentaires aux fluctuations macroéconomiques. Les résultats montrent qu'il y a une corrélation positive entre le niveau du produit intérieur brut et les chocs alimentaire et pétrolier. Les chocs pétrolier et alimentaire contribuent respectivement à 7% et 5% aux fluctuations du produit intérieur brut. Ce résultat un peu étonnant s'explique par la nature de l'économie béninoise, une économie dont les recettes sont à 43% basées sur l'activité de réexportation vers le Nigéria et un approvisionnement en produits pétroliers à 90% basé sur la contrebande du Nigeria vers le Bénin compte tenu de la subvention accordée à ces produits par le gouvernement nigérian. Les chocs pétrolier et alimentaire contribuent à expliquer les fluctuations du taux d'inflation à hauteur respective de 4% et 5% environ.

Il serait judicieux que l'Etat béninois crée les conditions favorables en vue de relancer l'offre de production intérieure. Il s'agira d'assurer l'accès continu et à coût compétitif aux ressources énergétiques au secteur productif, de mener une politique fiscale incitative au secteur privé orienté vers l'agrobusiness afin d'accroître la production des biens de qualité à exporter vers les pays de l'hinterland tout en réduisant le volume de réexportation de produits importés (riz, tomate en conserve, huile, pâtes alimentaires etc...) en direction de ces derniers

## Références bibliographiques

- M. Aguar et G. Gopinath [2007]: Emerging Market Business Cycles: The Cycle is the Trend, **Journal of Political Economy**, 115(1), pp.69–102.
- J-P. Allegret et al. [2012]: The impact of external shocks in East Asia: Lessons from a structural VAR model with block exogeneity, **Economie internationale**, Vol 4, N° 132, pp. 35-89.
- B. Bernanke [1986]: Alternative Explanations for Money-Income Correlation, **Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy**, 25, pp. 49 – 99.
- O. J. Blanchard et S. Fisher [1989]: A traditional Interpretation of macroeconomic Fluctuation, **American Economic review**, 79, pp. 1146-1164.
- O. J. Blanchard et D. Quah [1989]: The Dynamic Effects of Aggregate Demand and Supply Disturbances, **American Economic Review**, vol 79, N°4, pp. 655-673.
- O. J. Blanchard et S. Watson [1986]: Are Business Cycle All Alike, the American Business Cycle: Continuity and change, **University of Chicago Press**, pp. 123-156.
- C. Broda [2004]: Terms of trade and exchange rate regimes in developing countries, **Journal of International Economics**, 63, pp. 31-58.
- C. Gimet[2007]: L'impact des chocs externes dans les économies du Mercosur : un modèle VAR structurel, *Economie internationale*, Vol 2, N° 110, pp. 107-136.
- J. Greenwood et Z. Hercowitz et G. Huffman [1988]: Investissement, Capacité, Utilization and the Real Business Cycle, **American Economic Review**, N°78, pp.971-987.
- A. W. Hoffmaister et J. E. Roldos [1997]: Are Business Cycles Different in Asia and Latin America, **IMF Working Paper**, N°9, p. 49.
- A. W. Hoffmaister et J. E. Roldos et P. Wickham [1998]: Macroeconomic Fluctuations in Sub-Saharan Africa, **IMF Staff Paper**, Vol 45, N°1, pp. 132-160.
- A. W. Hoffmaister et J. E. Roldos [2001]: The sources of macroeconomic fluctuations in developing countries : Brazil and Korea, **Journal of Macroeconomics**, Vol. 23, N°1, 213-239.

M. Kodama [2006]: Business cycles of non-monocultural developing economies : the case of ASEAN countries, **Institute of Developing Economies**, Discussion paper N°52, p. 29.

A. Kose et R. Riezman. [2001]: Trade Shocks and Macroeconomic Fluctuations in Africa, **Journal of Development Economics**, N°65, pp. 55-80.

A. Kose [2002]: Explaining Business Cycles in small Open Economics: How Much do World prices Matter? **Journal of International Economics**, N°56, pp. 299-327.

E. Mendoza [1995]: The Terms of trade, the Real Exchange Rate and Economic Fluctuations, **International Economic Review**, N°36, pp. 101-137.

E. Mendoza [1991]: Real Business Cycle in a Small Open Economy, **American Economic Review**, 81, pp. 797-889.

M. Gavin et R. Hausmann et L. Leiderman [1995]: Macroeconomics of Capital Flows to Latin America: Experience and Policy Issues, Research Department Publications 4012, **Inter-American Development Bank**, Working Paper 310, p. 25.

P. Neumeyer et F. Perri [2005]: Business Cycles in Emerging Economies: The Role of Interest Rates, **Journal of Monetary Economics**, N°52, pp.345-380.

Y. F. Odi Ndongo [2007]: Les sources de fluctuations au Cameroun, **Munich Personal RePEc Archive**, N°1308, p. 22.

C. Raddatz [2007]: Are external shocks responsible for the instability of output in low-income countries?, **Journal of Development Economics, Elsevier**, 84(1), September, pp. 155-187.

M. Shapiro et M. Watson [1988]: Sources of Business Cycle Fluctuations, **Cowles Foundation Discussion paper**, N°870, pp.1-52.

C. Sims [1980]: Macroeconomics and Reality, **Econometrica**, 48, pp. 1-48.

MPDEPPCAG et PNUD [2009]: Impact de la crise mondiale sur le développement économique et social au Bénin, p.88.

CAE [2011]: **Rapport sur l'état de l'économie Béninoise** de 2006 à 2010, p.102.

# ANNEXES

## Annexe 1: Définitions et sources des variables

| Variable | Définition  | Source                         |
|----------|---|--------------------------------|
| PIB      | Produit intérieur brut en dollars us à prix constants de l'année 2000.  | African Development Indicators |
| INF      | Indice des prix à la consommation base 2000 (Indice de Laspeyres).  | African Development Indicators |
| SC       | Elle est la différence entre les exportations et les importations.  | African Development Indicators |
| TE       | Les termes de l'échange base 2000.  | African Development Indicators |
| TCR      | Taux de change nominal (CFA/\$US) multiplié par l'IPC des Etats Unis divisé par l'IPC du Bénin.   | African Development Indicators |
| PP       | Indice du prix international annuel ponctuel du baril de pétrole brut en dollars us constants de l'année 2000,                            | CNUCED, UNCTADstat             |
| PPA      | Indices internationaux du prix des produits alimentaires pondérés par la participation de chaque produit dans les exportations mondiales, | CNUCED, UNCTADstat             |

## Annexe 2: Les tests d'identification de l'ordre des retards

### Modèle de base

VAR Lag Order Selection Criteria

Endogenous variables: D(TE) D(SC) D(PIB,2) D(TCR) D(INF)

Exogenous variables:

Date: 11/14/15 Time: 17:35

Sample: 1971 2011

Included observations: 36

| Lag | LogL      | LR       | FPE       | AIC       | SC        | HQ        |
|-----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | -1841,245 | NA       | 7,40e+38* | 103,6803* | 104,7800* | 104,0641* |
| 2   | -1823,597 | 25,49244 | 1,19e+39  | 104,0887  | 106,2880  | 104,8563  |
| 3   | -1800,285 | 27,19710 | 1,59e+39  | 104,1825  | 107,4815  | 105,3339  |

\* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)

FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

### Modèle de base augmenté du prix du pétrole

VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: D(PP) D(TE) D(SC) D(PIB,2) D(TCR) D(INF)  
 Exogenous variables:  
 Date: 11/14/15 Time: 17:41  
 Sample: 1971 2011  
 Included observations: 36

| Lag | LogL      | LR       | FPE       | AIC       | SC        | HQ        |
|-----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | -1969,511 | NA       | 1,00e+41* | 111,4173* | 113,0008* | 111,9700* |
| 2   | -1943,429 | 34,77703 | 2,00e+41  | 111,9683  | 115,1353  | 113,0736  |
| 3   | -1905,861 | 37,56739 | 2,83e+41  | 111,8812  | 116,6317  | 113,5393  |

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

### Modèle de base augmenté du prix des produits alimentaires

VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: D(PPA) D(TE) D(SC) D(PIB,2) D(TCR) D(INF)  
 Exogenous variables:  
 Date: 11/14/15 Time: 17:44  
 Sample: 1971 2011  
 Included observations: 36

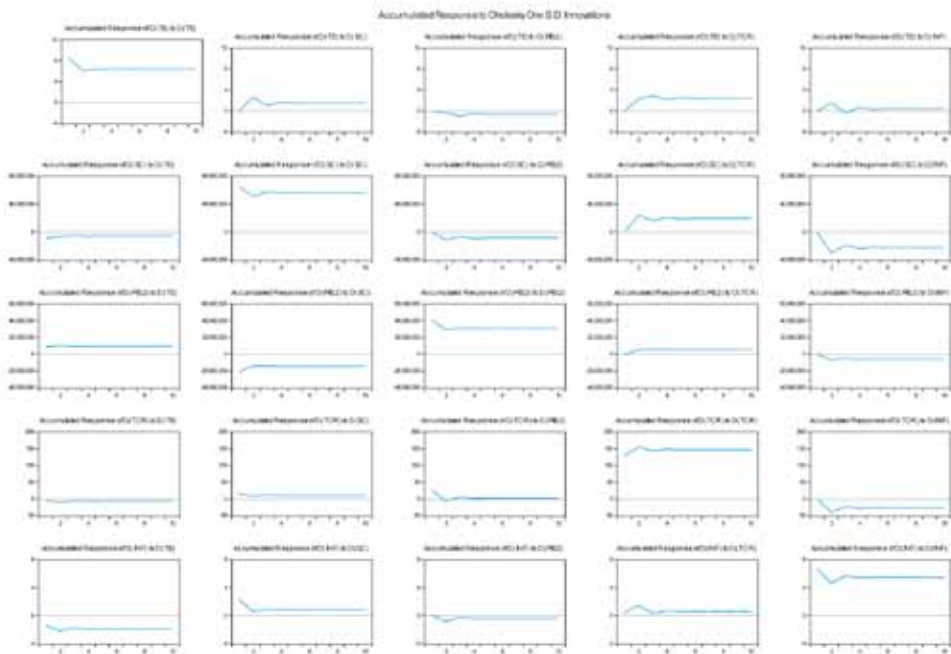
| Lag | LogL      | LR       | FPE       | AIC       | SC        | HQ        |
|-----|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1   | -1994,309 | NA       | 3,98e+41* | 112,7949* | 114,3785* | 113,3476* |
| 2   | -1970,904 | 31,20677 | 9,21e+41  | 113,4947  | 116,6617  | 114,6000  |
| 3   | -1937,157 | 33,74691 | 1,61e+42  | 113,6198  | 118,3704  | 115,2779  |

\* indicates lag order selected by the criterion  
 LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5% level)  
 FPE: Final prediction error  
 AIC: Akaike information criterion  
 SC: Schwarz information criterion  
 HQ: Hannan-Quinn information criterion

## Annexe 3 : La décomposition de la variance de l'erreur de prévision et les fonctions de réponses

### Modèle de base

#### Les fonctions de réponses des variables aux chocs



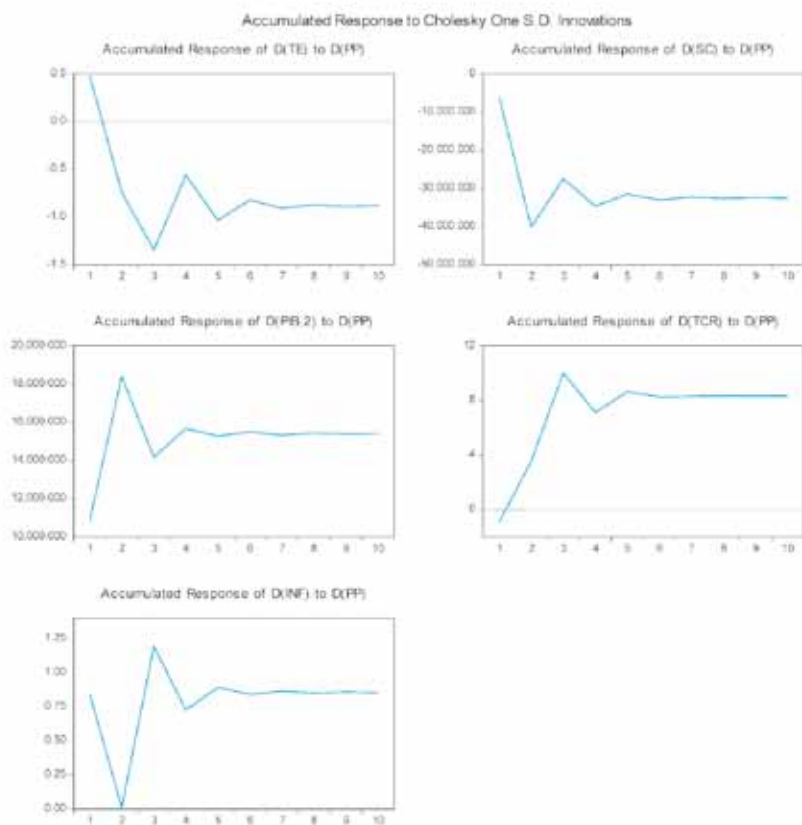
#### La décomposition de la variance de l'erreur de prévision des variables aux chocs

Variance Decomposition of  $D(PIB,2)$ :

| Period | S.E.     | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 46952854 | 3.767713 | 19.97351 | 76.25878 | 0.000000 | 0.000000 |
| 2      | 49743243 | 3.408052 | 19.91191 | 73.56359 | 1.180213 | 1.936235 |
| 3      | 49860539 | 3.406644 | 19.82556 | 73.49368 | 1.175309 | 2.098807 |
| 4      | 49891858 | 3.402501 | 19.80498 | 73.44348 | 1.185365 | 2.163666 |
| 5      | 49900140 | 3.401591 | 19.80016 | 73.42647 | 1.191865 | 2.179914 |
| 6      | 49901707 | 3.401547 | 19.79917 | 73.42303 | 1.193601 | 2.182650 |
| 7      | 49901924 | 3.401566 | 19.79901 | 73.42255 | 1.193900 | 2.182972 |
| 8      | 49901945 | 3.401572 | 19.79900 | 73.42250 | 1.193934 | 2.182996 |
| 9      | 49901946 | 3.401572 | 19.79900 | 73.42250 | 1.193936 | 2.182997 |
| 10     | 49901946 | 3.401572 | 19.79900 | 73.42250 | 1.193936 | 2.182997 |

### Modèle de base avec introduction du prix de pétrole

#### Les fonctions de réponses des variables au choc pétrolier



#### La décomposition de la variance de l'erreur de prévision des variables au choc pétrolier

Variance Decomposition of D(TE):

| Period | S.E.     | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 10,90604 | 0,301109 | 99,69889 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 11,20649 | 1,747352 | 83,39814 | 6,730720 | 0,035097 | 4,975884 | 3,112806 |
| 3      | 11,37244 | 1,976651 | 77,81545 | 7,996261 | 0,236305 | 5,073268 | 6,902061 |
| 4      | 11,40430 | 2,506194 | 76,14415 | 8,125231 | 0,351064 | 5,370727 | 7,502637 |
| 5      | 11,41615 | 2,701224 | 75,76024 | 8,124433 | 0,397699 | 5,459859 | 7,556546 |
| 6      | 11,41884 | 2,740907 | 75,68569 | 8,122639 | 0,411990 | 5,475597 | 7,563181 |
| 7      | 11,41941 | 2,747149 | 75,67097 | 8,122518 | 0,415665 | 5,478109 | 7,565593 |
| 8      | 11,41953 | 2,748227 | 75,66743 | 8,122570 | 0,416531 | 5,478636 | 7,566607 |
| 9      | 11,41955 | 2,748479 | 75,66649 | 8,122591 | 0,416730 | 5,478783 | 7,566930 |
| 10     | 11,41956 | 2,748549 | 75,66624 | 8,122595 | 0,416777 | 5,478827 | 7,567009 |

## Variance Decomposition of D(SC):

| Period | S.E.     | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 8,675025 | 1,083350 | 3,812165 | 95,10449 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 9,891674 | 18,64904 | 2,765957 | 60,29755 | 0,315302 | 7,718961 | 10,25319 |
| 3      | 10,24725 | 20,08710 | 2,637148 | 58,49783 | 0,769308 | 7,740008 | 10,26861 |
| 4      | 10,35977 | 20,43225 | 2,597012 | 57,50801 | 1,013876 | 7,964137 | 10,48471 |
| 5      | 10,38621 | 20,48050 | 2,588216 | 57,29518 | 1,083161 | 8,000032 | 10,55291 |
| 6      | 10,39133 | 20,48848 | 2,585382 | 57,23432 | 1,101985 | 8,012180 | 10,57765 |
| 7      | 10,39235 | 20,49042 | 2,584567 | 57,21857 | 1,106665 | 8,015579 | 10,58420 |
| 8      | 10,39259 | 20,49099 | 2,584358 | 57,21462 | 1,107813 | 8,016507 | 10,58571 |
| 9      | 10,39266 | 20,49115 | 2,584308 | 57,21368 | 1,108091 | 8,016734 | 10,58604 |
| 10     | 10,39267 | 20,49119 | 2,584297 | 57,21346 | 1,108156 | 8,016786 | 10,58612 |

## Variance Decomposition of D(PIB,2):

| Period | S,E      | D(PP)    | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 1668548  | 5,533496 | 4,726510 | 12,89269 | 76,84730 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 9486886  | 6,880096 | 3,973165 | 12,35514 | 72,12293 | 1,503410 | 3,165262 |
| 3      | 81617355 | 7,454405 | 3,911146 | 12,23530 | 71,02656 | 1,500676 | 3,871910 |
| 4      | 82448572 | 7,529401 | 3,937553 | 12,22540 | 70,91145 | 1,498814 | 3,897379 |
| 5      | 82639529 | 7,532695 | 3,946792 | 12,22922 | 70,89441 | 1,498388 | 3,898500 |
| 6      | 82692848 | 7,533235 | 3,947284 | 12,23053 | 70,88528 | 1,499041 | 3,904624 |
| 7      | 82706546 | 7,533838 | 3,947072 | 12,23071 | 70,88166 | 1,499784 | 3,906931 |
| 8      | 82709933 | 7,534175 | 3,947004 | 12,23069 | 70,88063 | 1,500097 | 3,907409 |
| 9      | 82710730 | 7,534280 | 3,946989 | 12,23067 | 70,88040 | 1,500177 | 3,907489 |
| 10     | 82710913 | 7,534303 | 3,946985 | 12,23067 | 70,88035 | 1,500193 | 3,907505 |

## Variance Decomposition of D(TCR):

| Period | S,E      | D(PP)    | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 46184244 | 0,004406 | 0,025426 | 3,906371 | 3,563647 | 92,50015 | 0,000000 |
| 2      | 50399630 | 0,093219 | 0,135443 | 3,475487 | 8,716721 | 79,36261 | 8,216519 |
| 3      | 50842897 | 0,277244 | 0,197306 | 3,384170 | 8,779171 | 77,83227 | 9,529840 |
| 4      | 50884346 | 0,313954 | 0,224030 | 3,381037 | 8,788555 | 77,73057 | 9,561853 |
| 5      | 50891807 | 0,324180 | 0,226255 | 3,380140 | 8,789702 | 77,71881 | 9,560911 |
| 6      | 50895755 | 0,324772 | 0,226283 | 3,380132 | 8,789967 | 77,71806 | 9,560789 |
| 7      | 50897280 | 0,324777 | 0,226290 | 3,380133 | 8,790005 | 77,71801 | 9,560783 |
| 8      | 50897719 | 0,324778 | 0,226292 | 3,380133 | 8,790008 | 77,71800 | 9,560787 |
| 9      | 50897822 | 0,324778 | 0,226292 | 3,380133 | 8,790008 | 77,71800 | 9,560790 |
| 10     | 50897844 | 0,324778 | 0,226292 | 3,380133 | 8,790008 | 77,71800 | 9,560790 |

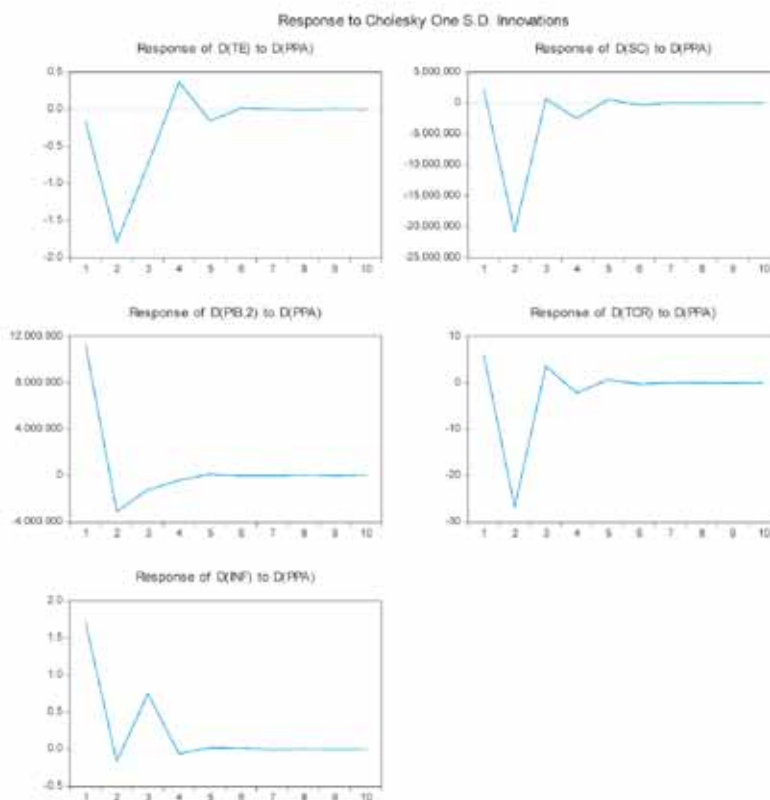
Variance Decomposition of D(INF):

| Period | S,E,     | D(PP)    | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 133,5038 | 1,290611 | 4,096117 | 11,14660 | 0,093268 | 0,318661 | 83,05475 |
| 2      | 147,8150 | 2,170551 | 4,175908 | 13,72215 | 0,893699 | 1,953394 | 77,08430 |
| 3      | 150,0446 | 4,101092 | 4,107158 | 13,13238 | 1,146985 | 3,545984 | 73,96640 |
| 4      | 150,2019 | 4,393987 | 4,091926 | 13,07847 | 1,214534 | 3,653481 | 73,56760 |
| 5      | 150,2235 | 4,430168 | 4,088849 | 13,06971 | 1,233237 | 3,668147 | 73,50989 |
| 6      | 150,2246 | 4,433454 | 4,088726 | 13,06895 | 1,237193 | 3,669725 | 73,50195 |
| 7      | 150,2246 | 4,434029 | 4,088595 | 13,06884 | 1,238028 | 3,670231 | 73,50028 |
| 8      | 150,2246 | 4,434238 | 4,088538 | 13,06880 | 1,238210 | 3,670424 | 73,49978 |
| 9      | 150,2246 | 4,434314 | 4,088524 | 13,06879 | 1,238253 | 3,670484 | 73,49964 |
| 10     | 150,2246 | 4,434335 | 4,088521 | 13,06879 | 1,238264 | 3,670498 | 73,49960 |

Cholesky Ordering: D(PP) D(TE) D(SC) D(PIB,2) D(TCR) D(INF)

Modèle de base avec introduction du prix des produits alimentaires

Les fonctions de réponses des variables au choc alimentaire



## La décomposition de la variance de l'erreur de prévision des variables au choc alimentaire

Variance Decomposition of D(TE):

| Period | S.E.     | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 22,41978 | 0,043037 | 99,95696 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 23,90610 | 3,479049 | 81,39389 | 6,067126 | 2,53E-05 | 4,748744 | 4,311164 |
| 3      | 24,30392 | 3,693326 | 73,96092 | 7,434561 | 0,112118 | 5,315667 | 9,483411 |
| 4      | 24,41705 | 3,748943 | 72,72163 | 7,483363 | 0,223055 | 5,835115 | 9,987896 |
| 5      | 24,45756 | 3,763604 | 72,57374 | 7,467186 | 0,240407 | 5,935341 | 10,01972 |
| 6      | 24,46128 | 3,763521 | 72,56876 | 7,466851 | 0,241578 | 5,940081 | 10,01921 |
| 7      | 24,46152 | 3,763506 | 72,56849 | 7,467076 | 0,241580 | 5,940092 | 10,01925 |
| 8      | 24,46154 | 3,763515 | 72,56836 | 7,467108 | 0,241587 | 5,940109 | 10,01933 |
| 9      | 24,46154 | 3,763516 | 72,56833 | 7,467110 | 0,241590 | 5,940119 | 10,01934 |
| 10     | 24,46154 | 3,763516 | 72,56832 | 7,467109 | 0,241590 | 5,940121 | 10,01934 |

Variance Decomposition of D(SC):

| Period | S,E,     | D(PPA)   | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 8,322495 | 0,112901 | 4,101494 | 95,78560 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 9,656298 | 6,872873 | 2,871388 | 69,83533 | 0,730797 | 7,953927 | 11,73568 |
| 3      | 10,13808 | 6,670647 | 2,794368 | 68,43215 | 1,119573 | 8,209234 | 12,77403 |
| 4      | 10,23605 | 6,683558 | 2,797956 | 67,71248 | 1,167517 | 8,423951 | 13,21454 |
| 5      | 10,24870 | 6,679455 | 2,808666 | 67,62493 | 1,178752 | 8,462928 | 13,24527 |
| 6      | 10,24920 | 6,679785 | 2,811133 | 67,61323 | 1,179698 | 8,469474 | 13,24668 |
| 7      | 10,24922 | 6,679749 | 2,811305 | 67,61291 | 1,179743 | 8,469691 | 13,24660 |
| 8      | 10,24923 | 6,679744 | 2,811306 | 67,61290 | 1,179742 | 8,469684 | 13,24662 |
| 9      | 10,24923 | 6,679745 | 2,811306 | 67,61288 | 1,179744 | 8,469689 | 13,24664 |
| 10     | 10,24923 | 6,679745 | 2,811306 | 67,61287 | 1,179744 | 8,469691 | 13,24664 |

Variance Decomposition of D(PIB,2):

| Period | S,E,     | D(PPA)   | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 66234571 | 5,572916 | 5,016798 | 19,42722 | 69,98307 | 0,000000 | 0,000000 |
| 2      | 79886076 | 5,362021 | 4,483976 | 19,37437 | 67,53150 | 1,232228 | 2,015912 |
| 3      | 81129638 | 5,383185 | 4,453288 | 19,25780 | 67,33103 | 1,231942 | 2,342751 |
| 4      | 81612638 | 5,378890 | 4,479006 | 19,21980 | 67,21112 | 1,271932 | 2,439253 |
| 5      | 81669775 | 5,378424 | 4,486418 | 19,21618 | 67,19881 | 1,279766 | 2,440400 |
| 6      | 81676843 | 5,378354 | 4,486867 | 19,21652 | 67,19749 | 1,280085 | 2,440678 |
| 7      | 81677090 | 5,378356 | 4,486833 | 19,21657 | 67,19698 | 1,280155 | 2,441097 |
| 8      | 81677125 | 5,378359 | 4,486833 | 19,21656 | 67,19686 | 1,280211 | 2,441178 |
| 9      | 81677140 | 5,378360 | 4,486834 | 19,21655 | 67,19684 | 1,280223 | 2,441187 |
| 10     | 81677143 | 5,378360 | 4,486834 | 19,21655 | 67,19684 | 1,280224 | 2,441187 |

Variance Decomposition of D(TCR):

| Period | S,E      | D(PPA)   | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 47625462 | 0,205155 | 0,271052 | 1,103940 | 4,164508 | 94,25535 | 0,000000 |
| 2      | 50376231 | 3,479276 | 0,444713 | 1,274696 | 7,118593 | 81,49980 | 6,182925 |
| 3      | 50553199 | 3,452576 | 0,450418 | 1,313701 | 7,544139 | 80,13191 | 7,107254 |
| 4      | 50603417 | 3,456422 | 0,474360 | 1,318785 | 7,560930 | 79,86542 | 7,324083 |
| 5      | 50608564 | 3,456449 | 0,483936 | 1,318582 | 7,562180 | 79,83881 | 7,340042 |
| 6      | 50609064 | 3,456599 | 0,485500 | 1,318622 | 7,562122 | 79,83696 | 7,340200 |
| 7      | 50609261 | 3,456587 | 0,485571 | 1,318754 | 7,562100 | 79,83673 | 7,340256 |
| 8      | 50609313 | 3,456589 | 0,485570 | 1,318788 | 7,562094 | 79,83665 | 7,340312 |
| 9      | 50609321 | 3,456591 | 0,485571 | 1,318791 | 7,562094 | 79,83663 | 7,340326 |
| 10     | 50609321 | 3,456591 | 0,485572 | 1,318792 | 7,562094 | 79,83662 | 7,340327 |

Decomposition of D(INF):

| Period | S,E      | D(PPA)   | D(TE)    | D(SC)    | D(PIB,2) | D(TCR)   | D(INF)   |
|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1      | 134,4993 | 5,307369 | 2,593480 | 11,27614 | 0,322383 | 0,582193 | 79,91843 |
| 2      | 147,6953 | 4,515470 | 3,094821 | 14,01582 | 1,299551 | 2,395762 | 74,67857 |
| 3      | 149,5210 | 5,070515 | 3,547117 | 13,35182 | 1,455937 | 4,468224 | 72,10639 |
| 4      | 149,9050 | 5,064502 | 3,583136 | 13,32097 | 1,488074 | 4,586317 | 71,95700 |
| 5      | 149,9516 | 5,064589 | 3,585071 | 13,32269 | 1,488465 | 4,590986 | 71,94820 |
| 6      | 149,9559 | 5,064785 | 3,584987 | 13,32304 | 1,488447 | 4,591099 | 71,94764 |
| 7      | 149,9561 | 5,064784 | 3,584975 | 13,32306 | 1,488480 | 4,591198 | 71,94750 |
| 8      | 149,9562 | 5,064787 | 3,584976 | 13,32306 | 1,488487 | 4,591231 | 71,94746 |
| 9      | 149,9562 | 5,064787 | 3,584977 | 13,32305 | 1,488488 | 4,591235 | 71,94746 |
| 10     | 149,9562 | 5,064787 | 3,584977 | 13,32305 | 1,488488 | 4,591236 | 71,94746 |

Cholesky Ordering: D(PPA) D(TE) D(SC) D(PIB,2) D(TCR) D(INF)