

REPUBLIQUE DU BENIN

\*\*\*\*\*



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

\*\*\*\*\*

UNIVERSITE D'ABOMEY-CALAVI

\*\*\*\*\*



ECOLE NATIONALE D'ECONOMIE APPLIQUEE ET DE MANAGEMENT (ENEAM)

Filière : **Statistique**

Option : **Economique et Sectorielle**

**36<sup>ème</sup> Promotion**

**Année Académique : 2017 - 2018**

**MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
TECHNICIEN SUPERIEUR (DTS)**

**Etude de la demande d'essence dans les  
stations-services de la SONACOP de  
2012 à 2017 : approche économétrique**

Réalisé par :

**Jéhovahni G. B. M. SODJINOUE & Jérôme A. G. VITTOFFODJI**

Maître de stage

Directeur de mémoire

**M<sup>me</sup> Marlène ACOUTEY,**  
**Chef Service Trésorerie intérim**

**M. Nicodème ATCHADE,**  
**Docteur Statisticien Economètre,**  
**Enseignant Chercheur à l'UNSTIM**

juin 2019

## **Avertissement !!!**

*Aucune oeuvre humaine n'étant parfaite, nous n'avons pas la prétention d'avoir produit un travail parfait, et nous sommes ouverts à toutes remarques, critiques, suggestions allant dans le sens de son amélioration.*

*Puisse ce mémoire, malgré ses erreurs et ses imperfections, recevoir de nos lecteurs un bon accueil. Aussi, l'Ecole Nationale d'Economie Appliquée et Management (ENEAM) n'entend donner ni approbation ni improbation aux opinions émises dans ce document. Les raisonnements et arguments reviennent donc aux auteurs.*

« Tous les grands hommes sont de grands  
travailleurs, infatigables non seulement  
à inventer, mais encore à rejeter,  
passer au crible, modifier,  
arranger »

Friedrich Wilhelm NIETZSCHE

## Approbation

*Nous certifions que le présent mémoire est réalisé par ses auteurs. Sa rédaction est achevée et il peut être soutenu devant un jury.*

*Cotonou, 21 juin 2019*

*Signatures*

**Maître de stage**

**Directeur de mémoire**

*M<sup>me</sup> Marlène ACOUTEY,  
Chef Service Trésorerie intérim*

*M. Nicodème ATCHADE,  
Docteur Statisticien Economètre,  
Enseignant Chercheur à l'UNSTIM*

## Dédicaces

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes parents en témoignage de leurs multiples efforts et sacrifices quotidiens, de même qu'à mon frère et mes proches pour leur affection.*

*Puisse ce travail vous rendre fier.*

*Jéhovahni Guy Boris Mahuna SODJINOU*

*Je dédie ce mémoire :*

*A mes chers parents VITOFODJI François et HOUNKPEVI Antoinette. Aucun hommage ne pourrait être à la hauteur de l'amour dont vous m'avez tant comblé. Que la terre vous soit légère.*

*A mes frères et sœurs que j'aime profondément, pour toutes ces années de compréhensions, d'efforts, d'accompagnement et de sacrifices consentis pour mon éducation. Que ce travail soit l'expression de ma profonde affection.*

*A mes enseignants, pour leurs efforts.*

*A tous ceux qui ont su m'apporter aide et soutien aux moments propices, et m'indiquer la bonne voie en me rappelant que la volonté fait les grandes personnes. Qu'ils trouvent ici mes sincères gratitude.*

*Jérôme Adjimon Gbèmènou VITOFFODJI*

## Remerciements

Au seuil de ce travail, avant tout développement, il apparaît opportun de remercier :

- ✎ Mme Rosaline D. WOROU-HOUNDEKON, Ph.D., Professeur Agrégée des Sciences de Gestion, Directrice de l'ENEAM ;
- ✎ M. Théophile K. DAGBA, Ph.D., Maître de Conférences, Directeur-adjoint de l'ENEAM ;
- ✎ M. Nicodème M. ATCHADE, Ph.D., Enseignant chercheur à l'UNSTIM, notre Directeur de mémoire, pour sa patience, ses observations, ses orientations et ses conseils ;
- ✎ Mme. Marlène ACOUTEY, Chef Service Trésorerie intérim, notre Maître de stage ;
- ✎ Dr. Ir. Gilles GOHY, Chef du Département Statistique de l'ENEAM ;
- ✎ Dr Jean-Marie V. KIKI, Chef Adjoint du Département Statistique chargé des statistiques économiques et sectorielles de l'ENEAM ;
- ✎ Dr. Barthélémy SENOU, Chef Adjoint du Département Statistique chargé des statistiques Démographiques et sociales de l'ENEAM ;
- ✎ Tout le personnel administratif et enseignant de l'ENEAM ;
- ✎ Castro HOUNMENOU pour ses conseils et orientations ;
- ✎ Morel HONDI ASSAH pour ses conseils et orientations ;
- ✎ Tous nos aînés des filières statistique et planification en particulier Stève NOUATIN, Marcos ABOH et Félicienne Marlyse SOSSOU ;
- ✎ Tous nos camarades de la 36ème promotion de la filière Statistique de l'ENEAM ;
- ✎ Enfin, nous remercions nos parents et amis, tous ceux qui de près ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

A toutes et à tous, nous disons un sincère merci et implorons la bénédiction du Seigneur sur tout un chacun.

## Liste des sigles

<b>ADF :</b>	Augmented Dickey-Fuller
<b>AIC :</b>	Akaike Information Criterion
<b>al. :</b>	Alliés
<b>ANaTT :</b>	Agence Nationale du Transport Terrestre
<b>ARDL :</b>	Auto Regressive Distributed Lag
<b>ARIMA :</b>	Auto Regressive Integrated Moving Average
<b>INSAE :</b>	Conseil National de la Statistique
<b>KPSS :</b>	Kwiatkowski, Phillips, Schmidt et Shin
<b>LARES :</b>	Laboratoire D'Analyse Régional et d'Expertise Social
<b>MCE :</b>	Modèle à Correction d'Erreur
<b>MCO :</b>	Moindres Carrés Ordinaires
<b>MERF :</b>	Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières
<b>MIC :</b>	Enquête par grappes à indicateurs multiples
<b>OCS :</b>	Observatoire du Changement Social
<b>PIB :</b>	Produit Intérieur Brut
<b>PP :</b>	Philips-Perron
<b>SONACOP :</b>	Société Nationale de Commercialisation des produits Pétroliers
<b>VAR :</b>	Vecteur AutoRégressif
<b>VECM :</b>	Vector Error Correction Model

## Table des figures

1	Evolution de la quantité d'essence demandée . . . . .	22
2	Boite à moustache du Revenu des ménages . . . . .	22
3	Boite à moustache du Prix formel . . . . .	23
4	Boite à moustache de la variable IVP . . . . .	23
5	Boite à moustache de la variable IM . . . . .	23
6	Représentation graphique de la liaison entre les variables . . . . .	24

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Descriptions et source des variables . . . . .	14
Tableau 2 : Spécification des modèles à estimer . . . . .	16
Tableau 3 : Résultats du test de saisonnalité sur les variables de l'étude . . . . .	25
Tableau 4 : Résultats du test de stationnarité sur les variables de l'étude . . . . .	25
Tableau 5 : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 1 . . . . .	26
Tableau 6 : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 2 . . . . .	27
Tableau 7 : Test de cointégration . . . . .	27
Tableau 8 : Estimation VAR du modèle 2 . . . . .	28
Tableau 9 : Validité des hypothèses . . . . .	29

## Résumé

Notre étude vise à analyser les principaux facteurs qui expliquent la demande d'essence dans le secteur formel principalement dans les stations-services de la SONACOP. Les données mensuelles de notre étude proviennent de la SONACOP, de la base de l'ANaTT puis de la base de données de l'INSAE couvrant la période de 2012 à 2017. Le revenu mensuel à notre connaissance n'étant pas disponible, nous avons préféré travailler avec la consommation réelle mensuelle, utilisée comme variable proxy du revenu mensuel. Après avoir procédé à une analyse descriptive, une modélisation économétrique des séries temporelles a été mise en œuvre. Dans le cadre de cette modélisation, nous avons eu recours au test de cointégration de Pesaran, Shin et Smith (2001). Ensuite, nous avons estimé un modèle VAR. Des résultats obtenus, il ressort que la quantité de l'essence demandée entretient une relation négative avec le prix pratiqué sur le marché formel et aussi le revenu des ménages. De plus, la demande de l'essence est très sensible aux variations du prix et insensible aux variations du revenu des ménages. Au regard de ces résultats, nous suggérons aux autorités politiques de revoir leur politique de définition des prix au niveau du marché formel afin de ramener à la baisse les prix pratiqués sur ledit marché, de mettre en place une vraie politique de lutte contre l'essence de contrebande au Bénin.

**Mots clés** : Stations-services, Essence, Variable proxy, ARDL, Cointégration, VAR, Bénin.



## **Abstract**

Our study aims to analyze the main factors that explain the demand for gasoline in the formal sector, mainly at the SONACOP. The monthly data of our study come from SONACOP, the ANaTT database and the INSAE database covering the period from 2012 to 2017. The monthly income to our knowledge is not available, we preferred to work with the actual monthly consumption used as proxy variable of monthly income. After conducting a descriptive analysis, time series econometric modeling was implemented. As part of this modeling, we used the cointegration test of Pesaran, Shin and Smith (2001). Then we estimated a VAR model. From the results obtained, it appears that the quantity of petrol requested has a negative relationship with the price charged on the formal market and also the household income. In addition, demand for gasoline is very sensitive to price changes and insensitive to household income changes. In view of these results, we suggest that the political authorities review their pricing policy at the formal market level in order to bring down prices on the market, to put in place a real policy against gasoline smuggling in Benin.

**Key words** : Service stations, Gasoline, Proxy variable, ARDL, Cointegration, VAR, Benin.

# Table des matières

Dédicaces . . . . .	iii
Remerciements . . . . .	iv
Liste des sigles . . . . .	v
Résumé . . . . .	vii
Abstract . . . . .	viii
Liste des Tableaux . . . . .	ix
Liste des Figures . . . . .	ix
INTRODUCTION . . . . .	1
 <b>CHAPITRE 1 : CADRE INSTITUTIONNEL DE L'ETUDE</b>	 <b>3</b>
1.1. Présentation de la SONACOP . . . . .	3
1.2. Micro et Macro environnement de la SONACOP . . . . .	4
1.3. Déroulement et observations du stage . . . . .	5
 <b>CHAPITRE 2 : CADRE THEORIQUE ET METHODOLOGIQUE</b>	 <b>7</b>
2.1. Enoncé du problème et Intérêt de l'étude . . . . .	7
2.2. Objectifs et Hypothèses de recherche . . . . .	8
2.3. Revue de littérature . . . . .	9
2.3.1. Revue conceptuelle et théorique . . . . .	9
2.3.2. Revue empirique . . . . .	11
2.4. Méthodologie et limites de l'étude . . . . .	13
 <b>CHAPITRE 3 : PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS</b>	 <b>22</b>
3.1. Analyse descriptive de la population de l'étude . . . . .	22
3.2. Modélisation économétrique . . . . .	25
3.3. Synthèse des résultats . . . . .	28
3.4. Recommandations . . . . .	29
CONCLUSION . . . . .	31
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES . . . . .	33
ANNEXES . . . . .	b

## INTRODUCTION

L'énergie en général et les hydrocarbures en particulier occupent une importante place dans le développement de toute nation. Ainsi, les produits pétroliers à savoir l'essence, le pétrole lampant et le gas-oil font aujourd'hui partie des produits de consommation de première nécessité. Par conséquent, ils doivent être disponibles en permanence pour le besoin des consommateurs. Toutefois, cette disponibilité est subordonnée à une bonne politique de distribution, et c'est justement à ce niveau que le Bénin connaît de sérieuses difficultés (OCS, 2014). L'inégalité spatiale et temporelle de cette ressource amène à des situations critiques, privant des millions de personnes de son utilisation pour assurer les besoins les plus urgents du quotidien, engendrant parfois des longs fils d'attente dans les stations-services.

Le Bénin est un pays non producteur du pétrole donc importateur net d'hydrocarbure qui constitue pour tout pays un secteur stratégique. En effet, la poussée démographique, l'essor des activités économiques, le développement de l'industrie et du transport font accroître continuellement la demande en produits pétroliers (Bellec et al., 2012). Ainsi, le monopole concédé par l'Etat béninois à la SONACOP a montré ses limites en même temps que se sont révélées l'inadéquation entre l'offre et la demande desdits produits et l'obligation d'ouvrir le secteur à d'autres opérateurs (LARES, 2005). Décidée à la faveur de l'option du libéralisme économique faite par le Bénin en février 1990, cette ouverture a permis à de nouvelles compagnies de s'impliquer dans la commercialisation des produits pétroliers. Au nombre de celles-ci, nous pouvons citer : ORYX, TOTAL, TEXACO, MRS, SHELL, JNP, EWELL, BENIN PETRO, ainsi que plusieurs autres qui continuent de s'installer jusqu'à nos jours (LARES, 1992). Malgré cette démonopolisation, les produits pétroliers continuent d'être rares dans certaines localités du pays favorisant malheureusement le développement du secteur informel sur le marché.

Face à une offre insuffisante des stations-services de ce produit pour satisfaire la demande croissante en carburant des consommateurs, le secteur informel devient le roué de secours des consommateurs dont le pouvoir d'achat diminue face à l'inflation observée dans le pays. Ainsi, à la faveur du prix, le commerce informel de l'essence contrôle près de 90% de la part du marché au Bénin et donne satisfaction à une majorité de la population (MIC, 2006). Plusieurs déterminants expliquent le développement du marché parallèle des produits pétroliers au Bénin. En effet, la position géographique du Bénin par rapport au Nigéria, la politique du prix officiel adoptée par les autorités béninoises et l'absence notoire des réseaux de distributions sur l'ensemble du pays renforcent le trafic illicite des produits pétroliers au Bénin (Kiki, Médénou et Dossou-Cadja, 2016). Depuis des décennies, cette situation de pénurie d'essence dans les stations de la SONACOP perdure malgré les différentes politiques menées par les différents dirigeants du pays au point où l'on se demande quels sont les facteurs expliquant la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP ? ; comment la demande de l'essence officielle est-elle influencée par le prix officiel ?

Intitulée, « *Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017* :

# Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique

---

*Approche économétrique* », notre étude vise à ressortir les facteurs qui expliquent la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP. Réalisée avec le logiciel R version 3.5.3 et L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X (T<sub>E</sub>X studio), elle est structurée en trois (3) chapitres : le premier présente brièvement la SONACOP, les observations et le déroulement du stage ; le deuxième concerne le cadre théorique et méthodologique ; le troisième, quant à lui est consacré à la présentation et à l'interprétation des résultats.

# CHAPITRE 1

## Sonacop, observations et déroulement du stage

*Ce chapitre présente le cadre institutionnel de la Société Nationale de Commercialisation des produits Pétroliers (SONACOP), structure d'accueil de notre stage.*

## 1.1. Présentation de la SONACOP

La Société Nationale de Commercialisation des produits Pétroliers (SONACOP), conformément à l'ordonnance N° 74-320 du 04 Décembre 1974, est une société anonyme créée par l'Etat en vue de nationaliser les secteurs vitaux de l'économie et notamment de s'engager dans le contrôle du secteur pétrolier. Sise à Cotonou avenue Jean-Paul II, elle est placée sous la tutelle du Ministère chargé du Commerce.

### 1.1.1. Mission

En application du décret N° 74-320 du 04 décembre 1974, elle a pour mission d'assurer l'importation, le stockage et la distribution des produits pétroliers raffinés et de leurs dérivés sur l'ensemble du territoire national et également par voies terrestre et ferroviaire. Elle assure également la réexportation en direction des pays de l'hinterland comme le Niger et le Burkina-Faso.

### 1.1.2. Objectifs

La SONACOP a pour objectifs de :

- satisfaire en produits pétroliers de qualité la population du Bénin ;
- commercialiser et de distribuer tous les produits pétroliers (essence, pétrole, gasoil, Jet A1, lubrifiants et gaz) ;
- réaliser toutes les opérations de représentations, commissions et courtages ayant traités à ses produits ;
- créer, acquérir, louer et exploiter tout moyen de transport et autres produits ou matières par voie maritime, fluviale et terrestre ;
- emmagasiner, vendre et utiliser toutes ces matières, produits ou sous-produits.

### 1.1.3. Directions organisationnelles

La SONACOP est dirigée par un conseil d'administration et une direction générale.

#### ◇ Conseil d'administration

L'Etat étant le seul actionnaire de la SONACOP, les membres du conseil d'administration sont choisis par le ministère de la tutelle. Cet organe a pour rôle de superviser la Direction Générale et de contrôler la gestion de la société.

#### ◇ Direction Générale

Elle s'investit dans des pouvoirs très étendus qui lui sont attribués par les statuts et délégués par le conseil d'administration. Le directeur général coordonne les activités de la société et représente celle-ci dans ses rapports avec les tiers. Pour l'exercice des tâches de gestion, la direction générale a à sa disposition quatre (04) cellules consultatives et six (06) Directions techniques que sont :

- la Direction des Approvisionnements (DA) ;
- la Direction des Dépôts (DD) ;

- la Direction des Opérations (DO) ;
- la Direction Financière (DF) ;
- la Direction des Ressources Humaines (DRH) ;
- la Direction Commerciale (DC).

## 1.2. Micro et Macro environnement de la SONACOP

### 1.2.1. Microenvironnement

Le microenvironnement de la SONACOP est constitué des éléments sur lesquels elle peut exercer une influence dans le but de les contrôler. A cet effet, il comprend l'environnement social, les consommateurs, les fournisseurs et le réseau de distribution.

- L'environnement social : la SONACOP utilise des hommes qualifiés pour l'accomplissement de diverses tâches. Elle est donc un lieu de travail mais également un lieu de conflit dans la mesure où les employés sont issus de différentes catégories sociales et ont diverses aspirations ;
- Les consommateurs : au nombre des consommateurs de ses produits, nous pouvons citer : les sociétés d'Etat, les sociétés privées, les chantiers et les ménages ;
- Les fournisseurs : ils sont retenus après appels d'offres et leur nombre varie en fonction de plusieurs paramètres. En dehors de ces fournisseurs potentiels, on note d'autres acteurs incontournables tels que les grossistes, les détaillants, les courtiers, les prestataires de services comme les transporteurs, les banquiers ;
- Le réseau de distribution : constitué des vendeurs occasionnels et des stations-services représentant la SONACOP sur toute l'étendue du territoire, il fait naître deux types de contrats de gérance des stations-services : le contrat de gérance direct et le contrat de gestion libre.

#### ◇ *Le contrat de gérance direct :*

C'est le contrat par lequel la station est gérée par les fonds et le personnel de la société. La gestion est contrôlée de façon journalière par les inspecteurs de la société. Les stations liées par le contrat de gestion direct s'approvisionnent librement auprès de la société mère. Au nombre de celles-ci, nous pouvons citer : les stations Attakè à Porto-Novo, Jonquet, Saint Michel, Ornano et Etoile rouge à Cotonou.

#### ◇ *Le contrat de gestion libre :*

C'est le contrat par lequel la SONACOP, après la mise en place des installations, laisse la gestion à un gérant qui s'occupe de l'achat au comptant des produits et du choix de son personnel. Néanmoins, les inspecteurs commerciaux de la SONACOP contrôlent surtout la qualité des produits et aussi du matériel mis à leur disposition. De plus, le gérant a l'obligation de faire ses achats à la SONACOP et de détenir un stock minimum de 50% afin d'éviter d'éventuelles rupture de stock. Les matériels de stockage et de distribution sont loués au gérant.

- Les concurrents : le marché pétrolier est très concurrentiel. Plusieurs entreprises agréées fournissent les mêmes produits que la SONACOP. En plus des quinze (15) compagnies impliquées dans cette activité, de nouvelles sociétés ont reçu l'agrément pour la commercialisation des produits pétroliers dans le cadre de la politique gouvernementale d'élargir le réseau de distribution. Dans le même temps, le secteur informel dit "*kpayo*" se révèle comme étant un concurrent sérieux.

### 1.2.2. Macro-environnement

Il est constitué des variables qui s'imposent à elle et dont des modifications affectent ces variables dites incontournables. Ainsi, les activités de la SONACOP sont directement liées à l'environnement économique, technologique, politique et juridique puis à la conjoncture internationale.

- L'environnement économique : il est déterminé par les besoins des consommateurs, le degré de concurrence et le niveau de la demande ;
- L'environnement technologique : l'évolution technologique dans une entreprise influence beaucoup sa compétitivité et son rendement. C'est dans cette optique que la SONACOP s'est dotée d'outils informatiques très performants ;
- L'environnement politique et juridique : la SONACOP entretient des relations avec l'Etat. Elle est soumise à divers impôts et taxes. Aussi, l'Etat a-t-il le devoir de lui créer les meilleures conditions pour l'exercice de ses activités. Sur le plan juridique, la SONACOP est soumise à plusieurs contraintes telles que la législation du travail, la législation commerciale, l'obligation de paiement d'impôts, etc ;
- La conjoncture internationale : la SONACOP effectue ses achats en dollars et son activité est sensible aux fluctuations de cette monnaie.

## 1.3. Déroulement et observations du stage

### 1.3.1. Déroulement du stage

#### 1.3.1.1. Présentation de la direction d'accueil

Nous avons effectué notre stage académique d'une durée de trois (03) mois à la Direction générale de la SONACOP. Ce stage a été principalement fait à la Direction Financière où nous avons été affectés au service de la trésorerie. Cette direction a en son sein deux (02) services à savoir :

- le service de la comptabilité générale ;
- le service de la trésorerie.

##### **I- Le service de la comptabilité générale**

Ce service est divisé en six (06) sections que sont :

- La section comptabilité analytique ;
- La section paye ;



- La section fiscalité ;
- La section comptabilité matière et budget ;
- La section comptabilité clients ;
- La section comptabilité générale et tiers.

## **II- Le service de la trésorerie**

Les attributions principales du service sont d'obtenir des marchandises à moindre coût et de gérer les fonds nécessaires au bon fonctionnement et à la croissance de la société. Son rôle essentiel consiste à planifier et à contrôler le niveau des ressources financières afin de maintenir un degré de liquidité qui rend possible la solvabilité des échanges et de garantir la solvabilité de la société. Ce service se subdivise en deux autres sections que sont : la section banque et la section caisse. Le règlement des fournisseurs pour des montants inférieurs à 100 000 F CFA sont effectués par la caisse et ceux supérieurs à 100 000 F CFA sont effectués par chèque.

### **1.3.2. Observations du stage**

Au cours du stage nous avons participé aux tâches suivantes :

- le contrôle et le règlement financier des factures ;
- le classement des factures ;
- l'état de rapprochement bancaire ;
- décharge des factures ;
- transmission des factures dans le cahier de transmission ;
- imposition et remplissage des cachets de la trésorerie sur les factures des fournisseurs ;
- établissement des chèques ;
- relèvement des numéros de chèque dans le cahier de chèque ;
- remplissage de la fiche d'imputation ;
- vue générale sur le logiciel ANAEL ;
- la photocopie des factures.

En définitif, la SONACOP nous a offert un cadre exceptionnel de travail. Notre stage en temps plein s'est déroulé dans une ambiance de travail conviviale. Le personnel administratif de la trésorerie, nous a permis de consolider nos acquis en comptabilité et de trouver des solutions à nos préoccupations.

# CHAPITRE 2

## Cadre théorique et méthodologique

*Le présent chapitre expose le cadre théorique et méthodologique de l'étude. Il s'articule autour de (4) parties à savoir : l'énoncé du problème et l'intérêt de l'étude ; les objectifs et hypothèses de recherche ; la revue de littérature et enfin la méthodologie.*

## 2.1. Enoncé du problème et Intérêt de l'étude

### 2.1.1. Enoncé du problème

Le pétrole constitue une source d'énergie incontournable dans le fonctionnement de nos économies. Au Congo-Brazzaville, le pétrole assure la majorité des recettes. Sur la période de 2010 à 2012, le secteur pétrolier a représenté 67,2% du PIB, plus de 90,3% des exportations et 78,9% des recettes publiques (Kupper et Oko Mvondo, 2014). Ses caractéristiques, notamment sa densité énergétique, en font une source d'énergie privilégiée dans les transports. Sa composition moléculaire rend aussi ses dérivés très utiles pour l'industrie (Chassin, Belzile et Moreau, 2014). Les produits pétroliers présentent une très grande importance pour l'économie. Celle-ci se ressent à travers l'utilisation des divers produits obtenus après raffinage à savoir le pétrole lampant, l'essence, le gas-oil, etc. Cette importance reconnue aux produits permet de comprendre pourquoi nous avons une multitude d'acteurs qui s'intéressent au secteur pétrolier (OCS, 2014).

En effet, l'essence est l'un des carburants les plus utilisés au quotidien notamment dans le domaine des transports comme carburant automobile. Dans les pays non producteurs du pétrole, l'importance des dérivés du pétrole n'est plus à démontrer. En 2014, l'ensemble des hydrocarbures utilisés au Togo est importé dans sa totalité représentant 70% du coût des importations totales et 15% des recettes publiques consacrées au règlement de cette facture (MERF, 2014). Au Bénin, le marché des produits pétroliers constitue une composante essentielle de l'économie non seulement de par sa spécificité, son ampleur et les implications qu'il a sur les autres activités économiques mais aussi par son évolution au cours des trente dernières années passant d'un régime de monopole à celui de libéralisation impliquant le secteur privé national et international (LARES, 2011). Le marché béninois de vente de l'essence est essentiellement animé par deux types d'acteurs à savoir ceux du secteur formel et informel assurant l'approvisionnement sur toute l'étendue du territoire national. Les acteurs du secteur formel comme la SONACOP sont représentés par les stations-services.

Omniprésente à travers ses activités, la SONACOP assure la vente et la distribution des produits pétroliers sur toute l'étendue du territoire national. Par ailleurs, le secteur des hydrocarbures a enregistré de façon cyclique des crises plus ou moins importantes d'une ampleur sans précédent (INSAE, 2014). Ces crises ne sont pas des événements saisonniers ni épisodiques, vu leur durée, leur fréquence et leur généralisation sur toute l'étendue du territoire. Elles sont dues essentiellement à des pénuries chroniques d'essence se traduisant par des dépressions régulières d'essence qui affectent gravement toutes les activités socio-économiques (INSAE, 2014). Ainsi, la demande en carburant dans les stations-services est influencée par ces différentes crises au point où le marché informel de ces produits dicte continuellement sa loi. Dans tous les outils de gestion de la demande, l'analyse de la réponse du consommateur aux variations de prix occupe une place importante. Une hausse du prix des carburants par exemple, conduit les consommateurs à moins utiliser leurs véhicules et même, à renoncer à l'achat d'une voiture, etc.; il est donc primordial pour les décideurs de mieux connaître cette sensibilité de la demande au prix (Jing, 1995). Si l'on s'accorde sur le fait

que les variations du prix occupent une place importante dans la demande et que le marché de vente de l'essence est animé par les acteurs du formel et de l'informel, il est alors digne d'intérêt de se poser des questions sur les facteurs qui influencent la demande de l'essence dans le secteur formel particulièrement au niveau de la SONACOP. Cela suscite en nous les interrogations suivantes : **comment la demande de l'essence dans le secteur formel est-elle influencée par son prix ? quels sont les facteurs qui influencent la demande d'essence à la SONACOP ?** Autant de questionnements qui suscitent l'intérêt de notre thème **“Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique”**.

### 2.1.2. Intérêt de l'étude

L'importance que joue la commercialisation de l'essence dans un pays n'est pas des moindres. Certes, elle est considérée comme moteur de toute croissance économique ce qui explique les différentes répressions des dirigeants du pays à bannir la commercialisation frauduleuse de ces produits mais, bien qu'il soit un fait réel, ce moteur affiche certains résultats mitigés par rapport au marché de l'informel qui s'est créé, montrant ainsi les faiblesses du secteur formel à satisfaire à lui seul la demande grandissante qui se crée. Les résultats de cette étude permettront sur le plan théorique ou scientifique de pouvoir fournir aux différents acteurs du pouvoir public les différentes variables déterminantes qui influencent la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP. L'identification de ces facteurs permettra d'apporter des informations pertinentes, complémentaires à celles déjà fournies par les études précédentes, aux autorités de tutelle et aux décideurs politiques pour une bonne gestion du secteur des hydrocarbures . Ceci va leur permettre de tirer les conséquences sur la politique économique du prix au Bénin et d'orienter de façon objective leurs politiques pour tenter de reprendre le monopole du marché de l'essence au détriment de l'informel et de réduire les activités du secteur informel au Bénin qui est considéré comme handicap à son développement.

## 2.2. Objectifs et Hypothèses de recherche

### 2.2.1. Objectifs de recherche

Dans un environnement où le secteur informel de l'essence est prédominant, l'objectif général de cette étude est d'analyser les principaux facteurs qui expliquent la demande d'essence dans le secteur formel principalement dans les stations-services de la SONACOP. De façon spécifique, il s'agit de :

- ◇ **Objectif 1** : déterminer les principaux facteurs de la demande d'essence dans le secteur formel ;
- ◇ **Objectif 2** : mesurer l'élasticité-prix de la demande d'essence à court terme dans le secteur formel ;
- ◇ **Objectif 3** : mesurer l'élasticité-revenu de la demande d'essence à court terme dans le secteur formel.

### 2.2.2. Hypothèses de recherche

Pour atteindre ces objectifs, trois hypothèses sont formulées :

- ◇ **Hypothèse 1** : Le prix formel de l'essence, le revenu, le nombre de motos immatriculées en circulation et le nombre de véhicules immatriculés en circulation sont des facteurs déterminants la demande d'essence officielle au niveau de la SONACOP ;
- ◇ **Hypothèse 2** : Le prix de l'essence formel influe la préférence du consommateur à opter pour ce marché ;
- ◇ **Hypothèse 3** : Le revenu des ménages influe l'approvisionnement du consommateur au niveau de la SONACOP.

## 2.3. Revue de littérature

Dans cette revue, il sera abordé dans un premier temps une revue conceptuelle et théorique, puis dans un second temps une revue exploratoire sur les études empiriques déjà réalisées sur l'étude de la demande dans les stations-services.

### 2.3.1. Revue conceptuelle et théorique

#### 2.3.1.1. Revue conceptuelle

Définition des concepts suivants :

- Le secteur formel : il désigne l'ensemble des unités de production, de commercialisation ou de distribution qui possèdent un numéro statistique et/ou qui tiennent de comptabilité ayant une valeur administrative (Auteurs, 2019).
- Hydrocarbure : les hydrocarbures sont des composés faits uniquement de carbone et d'hydrogène dans des proportions définies, ces composés brûlent en combustion complète en présence d'oxygène. Ils forment la matière première de la pétrochimie, donc de l'industrie chimique et, en aval, des industries du textile, du meuble, de la bureautique, de l'automobile, du bâtiment et des travaux publics, de l'armement, de la pharmacie... etc. (Masseron, 1975).
- Pétrole : c'est une roche liquide d'origine naturelle, une huile minérale composée d'une multitude de composés organiques, essentiellement des hydrocarbures, piégée dans des formations géologiques particulières (Masseron, 1975).
- Carburant : il est un combustible qui alimente un moteur thermique. Celui-ci transforme l'énergie chimique du carburant en énergie mécanique. Le moteur à essence et le moteur diesel sont des types de moteur à combustion interne, alors que la machine à vapeur est un moteur à décomposition (Kesse, 2010).
- Essence : c'est un liquide inflammable, issu de la distillation du pétrole, utilisé comme carburant dans les moteurs à combustion interne. C'est un mélange d'hydrocarbures auxquels peuvent être ajoutés des additifs pour carburants. De nombreux types d'essence (super, sans plomb, avec plomb) sont fabriqués et mis sur le marché. Compte tenu de la protection de l'environnement, seule l'essence super encore appelée essence ordinaire est vendue sur le marché (Kesse, 2010).

- La fixation des prix : en République du Bénin, c'est l'Etat qui fixe les prix à la pompe des produits pétroliers en lieu et place des sociétés distributrices. Ce prix tient compte du prix du baril sur le marché international auquel sont incorporés les impôts et le coût du transport qui sont fixés au préalable par l'Etat (Déguénon, 2010).

### 2.3.1.2. Revue théorique

Les économistes néoclassiques de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Jevons, Menger, Walras...) ont développé une théorie dans laquelle l'individu rationnel est supposé rechercher le maximum de satisfaction ou d'utilité. Selon l'approche cardinale, on suppose d'abord que l'individu est capable de mesurer par un indice quantitatif précis l'utilité qu'il tire de la consommation d'un bien. L'analyse des comportements de choix, repose sur la préférence ou l'utilité que procure un bien. Plusieurs facteurs influent sur le choix du consommateur. Il s'agit entre autres du revenu du consommateur, des prix des biens sur le marché. Ainsi, pour faciliter cette analyse et tenir compte de ces facteurs d'influence, les économistes définissent la fonction de demande. Cette dernière peut être marshallienne (classique) ou hicksienne (compensée). La grande différence entre ces deux types de fonctions de demande réside dans le calcul du panier optimal. En effet, dans le cas de la demande marshallienne, la fonction-objectif est l'utilité à maximiser et la contrainte est le revenu. Par contre, s'agissant de la demande hicksienne, la fonction-objectif est le revenu à minimiser sous la contrainte du niveau d'utilité (Hicks, 1946). Ainsi, pour apprécier la sensibilité de la consommation d'un bien au prix ou au revenu par les ménages, la littérature est unanime pour le recours aux élasticités de la demande. Elle a fait l'objet d'un grand intérêt dans la recherche et l'analyse économique. Elle fut cernée par Léon Walras (1834-1910) et Alfred Marshall (1842-1924), et mise en lumière par l'économiste français Augustin Cournot (1801-1877). Ce dernier conteste le théorème de base des auteurs classiques, lesquels considéraient une fois pour toutes que " le prix des choses est en raison inverse des quantités offertes et en raison directe des quantités demandées". Cournot s'attache à envisager les fonctions des produits : pour les biens manufacturés, affirme-t-il, la demande doit varier plus que le prix, tandis que pour les choses les plus nécessaires comme pour les plus superflues, la demande varie peu en comparaison des prix. C'est de cette façon que la notion d'élasticité fait son entrée dans le raisonnement économique. C'est avec Alfred Marshall que la notion d'élasticité va connaître son essor dans la théorie économique moderne. Dans le livre III, Marshall introduit une loi générale de la demande *ceteris paribus*, qui exprime une relation décroissante entre la quantité d'un bien fournie au marché et le prix auquel il peut être écoulé. Il la met en œuvre en se basant sur deux concepts clés : l'élasticité et le surplus. Eugen Slutsky, Samuelson et Sir John Hicks aussi se sont intéressés à ce sujet.

Slutsky (1915) partant d'une identité connue sous son nom, a montré que la variation totale de la demande d'un bien est la somme des effets de substitution et de revenu. Il fonde son analyse sur le principe selon lequel le pouvoir d'achat change suite à une variation du niveau des prix (revenu nominal restant inchangé). Selon le critère budgétaire de Slutsky-Samuelson (ou méthode de la différence de coût), le revenu étant un pouvoir d'achat, on considère la variation de revenu compensée,

si avec les nouveaux prix, le revenu achète le panier optimal précédent.

Selon le critère Hédoniste de Hicks (ou méthode de la variation compensée), la finalité du consommateur étant sa satisfaction, la variation de revenu sera compensée si on reste au même niveau de satisfaction c'est-à-dire sur la courbe d'indifférence initiale. La "méthode de Slutsky" consiste à raisonner à utilité constante. Les deux méthodes s'opposent en définitive sur la définition de la notion de revenu réel : pour Slutsky, le revenu réel est constant lorsqu'il permet d'acquérir le même panier de biens qu'initialement en dépit de la variation du prix du bien et indépendamment de la carte d'indifférence du consommateur alors que pour Hicks, le revenu réel est constant lorsqu'il permet de conserver le même niveau d'utilité qu'initialement. Pour généraliser, on pourrait dire que la mise en évidence de l'effet de substitution se fait à "richesse" du consommateur constante, cette richesse pouvant être évaluée tout aussi bien par un panier donné de biens que par un certain niveau d'utilité.

### 2.3.2. Revue empirique

Dans la littérature empirique, il existe de nombreuses études qui analysent la consommation des produits pétroliers principalement de l'essence. Ces études se différencient en fonction des modèles appliqués et des données utilisées. On peut distinguer les études selon le type de données utilisées : données désagrégées (microéconomiques), données agrégées (macroéconomiques). L'utilisation des données microéconomiques est relativement récente et a évidemment l'avantage de se référer davantage aux comportements de l'individu ou du ménage. Les modèles économétriques peuvent également se distinguer sur la base des données utilisées : données en séries temporelles, en coupe transversale ou en panel (Baranzini, Neto et Weber, 2009). Polemis (2006) s'intéresse à l'estimation empirique des déterminants de la demande d'énergie en Grèce. Pour y arriver, il utilise les techniques de cointégration et du vecteur auto régression (VAR) en analysant dans le court et long terme les dynamiques de la demande d'essence et du diesel. De l'analyse empirique couvrant la période de 1978 à 2003, il trouve que dans le long terme la consommation d'essence apparaît être inélastique par rapport au prix et au revenu. Pour y arriver, il utilise un modèle économétrique log dont les variables explicatives sont le revenu par habitant, le prix réel de l'essence à la pompe. Par une approche semi-paramétrique flexible, Weiwei (2011) utilise ces mêmes variables pour expliquer la consommation d'essence aux États-Unis. Contrairement à ces derniers, Baranzini, Neto et Weber (2009) ont estimé l'élasticité-prix de la demande d'essence en Suisse en utilisant des données macroéconomiques sur les quantités d'essence et du diesel au niveau de l'ensemble du pays et en les mettant en relation avec différentes variables censées avoir un impact sur la consommation de ces carburants. Pour y arriver, ils ont collecté des données sur une longue période allant de 1970 à 2008 sur une base trimestrielle. Pour traiter ces séries temporelles, ils firent appel à la littérature la plus récente dans le domaine de la demande d'essence qui utilise les techniques économétriques de cointégration. Pour expliquer la demande, ils utilisent les variables quantité de carburant/d'essence par tête, prix réel de l'essence, PIB par habitant, stock de véhicule à moteur par conducteur, prix réel de l'essence dans les zones frontalières à l'étranger et le trimestre  $t$  (trend). Tout en supposant une fonction demande de type Cobb-Douglas  $Q_t = e^{\beta_0} \times P_t^{\beta_1} \times Y_t^{\beta_2} \times V_t^{\beta_3} \times e^{t\beta_4} \times e^{Z_t}$ , ils estiment une fonction log-linéaire qui possède la forme

générale suivante :

$$\ln Q_t = \beta_0 + \beta_1 \ln P_t + \beta_2 \ln Y_t + \beta_3 \ln V_t + \beta_4 t + Z_t.$$

De leurs travaux, il ressort qu'en Suisse la demande du carburant et d'essence n'est pas très sensible aux variations du prix. Plus précisément, l'élasticité-prix de la demande est d'environ -0,3 à long terme, ce qui signifie qu'une augmentation du prix de l'essence de 10% diminue sa quantité demandée d'environ 3%. À court terme, la demande est presque totalement inélastique aux variations du prix, car elle est de -0,08 pour le carburant et de -0,09 pour l'essence. Ceci confirme la thèse selon laquelle l'élasticité-prix de la demande d'essence en Suisse est très faible. Au cours de la même période, Seydina (2012) étudie la demande d'essence dans les pays en développement comme le Sénégal en utilisant les données en séries temporelles de 1970 à 2008. Dans son étude, il fait l'hypothèse d'un modèle linéaire en  $H_0$  et d'un modèle log-linéaire en  $H_1$ . Il en ressort que le modèle linéaire a été rejeté en faveur du modèle log-linéaire. Ainsi, selon lui, le modèle log-linéaire est le plus adapté pour expliquer la demande d'essence dans les pays en développement. Pour y arriver, il utilise le prix réel de l'essence, le revenu, la taille de la population, le prix du transport public et la demande retardée comme variables explicatives. Selon une étude menée au Québec, les prix des carburants et des autres biens et services, l'activité économique, le niveau du parc automobile et la consommation énergétique moyenne des véhicules ont une influence significative sur la consommation d'essence au Québec (Dupont et Girard, 2008). Selon les estimations du modèle pour la période se situant entre 2004 et 2007, une hausse de 10% du prix de l'essence entraînerait une diminution de la consommation d'environ 2,4% en moyenne au Québec. Lin et Zeng (2009) se sont aussi intéressés à l'étude de la consommation d'essence en Chine. Ainsi, pour estimer la consommation d'essence en Chine, ils utilisent des données annuelles allant de 1997 à 2008. Ils font appel aux prix réel de l'essence et au revenu par tête pour expliquer la consommation de l'essence. De leur étude, il faut noter que l'élasticité-prix de la consommation d'essence varie entre -0,497 et -0,196 à court et à long terme. Par ailleurs, Sapbken et al. (2008), se sont intéressés à la modélisation et prévision de la consommation d'essence au Cameroun jusqu'en 2020. Ils estiment l'élasticité-prix et revenu de la consommation d'essence en utilisant des données historiques annuelles allant de 1994 à 2014. Pour le faire, ils firent appel à l'approche ARDL pour calculer l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu. Le prix de l'essence à la pompe, la consommation de l'essence, le PIB par tête utilisé comme variable proxy du revenu sont les variables utilisées pour expliquer la consommation de l'essence au Cameroun. De leur analyse, il ressort que l'élasticité-prix varie entre -1,433 et -0,151 puis l'élasticité-revenu varie entre 0,179 et 1,801. Les résultats projetés vers l'année 2020 montrent que la consommation annuelle de l'essence augmentera de 7%. Par ailleurs, en 2011, le centre de données et d'analyse sur les transports au Canada étudie la demande d'essence au Canada. L'objectif de leurs travaux est d'estimer l'élasticité-prix et l'élasticité-revenu de la demande d'essence au Canada à partir de données agrégées. Les données utilisées sont annuelles et concernent la consommation par tête, le prix réel de l'essence, le revenu disponible par tête. Les auteurs ont testé dans un premier temps la non-stationnarité des séries en niveau et l'ordre d'intégration de celles-ci et ils estiment un modèle qui capture les relations de long terme entre les variables et vérifient la relation de cointégration. Ils ont, pour finir, testé la stationnarité des résidus du modèle à l'aide d'un test de



racine unitaire et estime la dynamique du court terme avec un MCE. Concernant le Bénin, il existe peu d'études mesurant la demande d'essence. De plus, ces études sont basées sur des données relativement anciennes. Dans un environnement où le secteur informel assure 87,7% de la consommation nationale des produits pétroliers (LARES, 1992), peu d'études ont été faites à notre connaissance au Bénin dans le domaine des hydrocarbures sur le marché formel uniquement. La plupart des études traitent le sujet sur les deux marchés (formel et informel). Il faut mentionner les travaux de Zekpa et Dossou (1989), cherchant à analyser l'évolution quantitative des flux transfrontaliers bénino-nigériens. Pour ce faire, dans la spécification du modèle, sont retenus comme variables explicatives le parc automobile immatriculé en circulation et la consommation du carburant retardée d'un an. Selon une étude faite par l'OCS sur la commercialisation de l'essence dans le secteur informel au Bénin, la consommation de l'essence s'explique principalement aux disparités des prix à la consommation des produits entre le Bénin et le Nigéria (OCS, 2014). Kiki, Medenon et Doussou-Cadja (2016) montrent à partir de l'estimation d'un modèle à régime que le consommateur d'essence n'est fidèle à la consommation de l'essence de contrebande que lorsque le prix de l'informel est inférieur au prix formel de quinze francs CFA au sens strict. Par contre, selon une étude faite par le LARES en coopération avec la SONACOP en 2011, l'approvisionnement de l'essence sur un marché par le consommateur est très sensible au prix pratiqué sur les deux marchés et également au prix pratiqué sur le marché nigérien.

## 2.4. Méthodologie et limites de l'étude

Dans cette partie, nous aurons à présenter dans un premier temps, la nature et les sources de données puis, dans un second temps, les différentes méthodes d'analyses des données et d'économétrie utilisées dans le cadre de notre étude.

### 2.4.1. Nature et source des données

Dans les études existantes, les données sont typiquement annuelles. Il en résulte donc des échantillons relativement petits et par conséquent un nombre réduit de variables explicatives souvent uniquement le prix et le PIB par tête (Baranzini et al., 2009). Ainsi, les données utilisées dans la présente étude sont mensuelles et couvrent la période allant de 2012 à 2017, soit un nombre total de 72 observations ( $12 \times 6$ ). Cependant, comme le revenu mensuel à notre connaissance n'est pas disponible, nous avons préféré travailler avec la consommation réelle mensuelle, utilisée comme variable proxy du revenu mensuel.

Ces données proviennent de la SONACOP, de la base de données de l'Agence Nationale du Transport Terrestre (ANaTT) et de la base de données de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) mise à disposition sur son site [www.insae.bj](http://www.insae.bj). Le choix de cette période d'étude s'impose par souci d'éviter les données manquantes.

# Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique

**Tableau 1** : Descriptions et source des variables

Variables	Descriptions	Sources	Méthodes de calcul et Observations
Consommation de l'essence officielle (Consommation)	C'est la quantité totale d'essence desservie par la SONACOP au cours d'un mois	SONACOP	Extraite de la base de données de la SONACOP
La quantité d'essence demandée (Quantité)	C'est la quantité totale d'essence demandée au cours d'un mois	Calculée par les auteurs à partir des données de la SONACOP	Elle a été calculée en divisant la consommation de l'essence par le prix officiel
Prix officiel de l'essence (Prix)	C'est le prix de vente de l'essence pratiqué sur le marché formel	SONACOP	Extraite de la base de données de la SONACOP
L'Indice des Prix à la Consommation (IPC)	C'est l'indice qui représente les prix observés en continu de la totalité des achats de biens et services effectués par les ménages	INSAE	Extraite de la base de données de l'INSAE
La consommation réelle mensuelle (Revenu)	C'est la consommation des ménages au cours d'un mois	AUTEURS	Elle a été calculée en divisant la consommation par l'IPC
Nombre d'Immatriculation des Véhicules à 4 roues (IVP)	C'est le nombre de véhicules à 4 roues en circulation (véhicules particuliers)	ANaTT	Extraite de la base de données de l'ANaTT
Nombre d'Immatriculation des motos (IM)	C'est le nombre de motos à 2 roues (Motos) en circulation	ANaTT	Extraite de la base de données de l'ANaTT

Source : Auteurs, 2019

## 2.4.2. Identification des variables de l'étude

Eu égard à la littérature et aux travaux empiriques effectués sur les facteurs explicatifs de la demande d'essence, tout en tenant compte des problèmes liés à l'indisponibilité des données sur une longue période, nous retenons pour l'étude, les variables suivantes :

- ◇ **La variable endogène** : La quantité d'essence officielle demandée par les consommateurs ;
- ◇ **Les variables exogènes** : Le prix de l'essence officiel, la consommation réelle mensuelle (ou revenu), le nombre de véhicules à quatre roues en circulation et le nombre de motos à deux roues en circulation.

### 2.4.3. Outils et Modèle d'analyse

Dans le cadre de notre étude, les méthodes employées sont aussi bien descriptives qu'explicatives. Les méthodes descriptives ont pour but d'appréhender l'évolution des variables d'intérêt dans le temps tandis que les méthodes explicatives permettent de valider ou de réfuter les hypothèses de recherche.

- **Méthodes descriptives**

Etant donné que nos séries de données sont temporelles, nous procéderons à une analyse descriptive des différentes variables. Nous nous intéressons dans un premier temps à une représentation graphique des données à travers un box-plot. Par suite, nous analyserons la liaison entre les différentes variables exogènes avec la variable endogène à travers la matrice de corrélation. Nous réaliserons ces analyses sous le logiciel R version 3.5.3.

- **Méthodes explicatives**

- ◇ **Spécification du modèle**

La spécification économétrique adoptée dans cette étude met en relation la quantité d'essence officielle demandée auprès de la SONACOP, le prix officiel de l'essence dans le secteur formel, la consommation réelle mensuelle (ou revenu), le nombre de véhicules à quatre roues ainsi que le nombre de véhicules à deux roues en circulation à travers une fonction de type Cobb-Douglas. Ce choix se justifie par deux faits : d'abord la fonction logarithme appliquée aux variables ainsi spécifiées, permet d'établir entre elles une relation linéaire appropriée à l'utilisation de la méthode des moindres carrés ordinaires ; ensuite, elle permet d'obtenir directement les élasticités c'est-à-dire l'effet qu'induit la variation d'une variable explicative sur la variable expliquée. Tel qu'énoncé, après application de la fonction logarithme, le modèle sera donc sous forme linéaire et se présente comme suit :

$$\ln(Q_t) = C + \alpha_1 \ln(P_t) + \alpha_2 \ln(R_t) + \alpha_3 \ln(IVP_t) + \alpha_4 \ln(IM_t) + \varepsilon_t \quad (1)$$

où

- \*  $\ln(Q_t)$  est le logarithme de la quantité d'essence demandée ;
- \*  $\ln(P_t)$  est le logarithme du prix de l'essence officiel ;
- \*  $\ln(R_t)$  est le logarithme de la consommation réelle mensuelle ;
- \*  $\ln(IVP_t)$  est le logarithme de l'immatriculation des véhicules à quatre roues en circulation ;
- \*  $\ln(IM_t)$  est le logarithme de l'immatriculation des motos à deux roues en circulation ;
- \*  $\varepsilon_t$  est le terme d'erreur.

**Tableau 2** : Spécification des modèles à estimer

Modèle 1	$\ln(Q_t) = C + \alpha_1 \ln(P_t) + \alpha_2 \ln(R_t) + \alpha_3 \ln(IV P_t) + \alpha_4 \ln(IM_t) + \varepsilon_t$
Modèle 2	$\ln(Q_t) = C + \beta_1 \ln(P_t) + \beta_2 \ln(R_t) + u_t$

Source : Auteurs, 2019

## 2.4.4. Processus d'analyse

- Test de saisonnalité

La saisonnalité est un mouvement très court de pics et de creux successifs qui se répètent presque à l'identique de période en période, d'année en année. Notée  $S_t$ , elle est égale à :

$$S_t = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^J (X_{ij} - X_{..})^2 = N \sum_{j=1}^J (X_{.j} - X_{..})^2 + J \sum_{i=1}^N (X_{i.} - X_{..})^2 + \sum_i \sum_j (X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + X_{..})^2 \quad (2)$$

$S_t = S_p + S_A + S_r$ , avec

- \*  $S_p = N \sum_{j=1}^J (X_{.j} - X_{..})^2$  la saisonnalité période ;
- \*  $S_A = J \sum_{i=1}^N (X_{i.} - X_{..})^2$  la saisonnalité annuelle ;
- \*  $S_r = \sum_i \sum_j (X_{ij} - X_{i.} - X_{.j} + X_{..})^2$  la saisonnalité résiduelle.

Etant donné que nous travaillons avec des données mensuelles, nous procéderons dans un premier temps au test d'influence de la saisonnalité en ayant recours à la saisonnalité période. Pour vérifier la présence de la saisonnalité dans la série, on mène le test suivant :

$H_0$  : Pas de saisonnalité

$H_1$  : Présence de saisonnalité

On calcule pour ce faire une statistique de Fisher égale à :

$$F = \frac{V_p}{V_r} = \frac{S_p/(J-1)}{S_r/(J-1)(N-1)} \rightsquigarrow F_\alpha[(J-1); (J-1)(N-1)] \quad (3)$$

où

- \*  $V_p = S_p/(J-1)$  est la variance période,  $J$  étant le nombre de périodes.
- \*  $V_r = S_r/(J-1)(N-1)$  est la variance résidu,  $N$  étant le nombre d'années.

**Règle de décision** : si  $F > F_\alpha$ , on rejette l'hypothèse nulle  $H_0$  et donc il y a saisonnalité ou quand la  $p$ -value est inférieure au seuil de 5%.

- Test de stationnarité

Dans la seconde étape de l'analyse explicative, nous procéderons à une vérification de la stationnarité des séries ainsi qu'à leur ordre d'intégration à l'aide des tests de racine unitaire et de stationnarité. Cela est nécessaire parce que l'estimation par les moindres carrés ordinaires (MCO) peut donner des résultats qui font croire faussement qu'une telle relation existe et qu'elle est importante ( $R^2$  élevé, coefficients significatifs. . . ). C'est le phénomène connu sous le nom de régression fallacieuse. Pour répondre à ce problème, la procédure habituelle consiste à différencier les séries stationnaires (Barazin et al., 2014).

Il y a deux types de tests : les tests de stationnarité comme le test Kwiatkowski, Phillips, Schmidt et Shin (KPSS), pour lesquels l'hypothèse nulle  $H_0$  est que la série est stationnaire, et les tests de racine unitaire comme le test de Dickey-Fuller, le test augmenté de Dickey-Fuller (ADF), ou encore le test de Phillips-Perron (PP) pour lesquels l'hypothèse nulle  $H_0$  est que la série a été générée par un processus présentant une racine unitaire, et donc, qu'elle n'est pas stationnaire. Celui qui sera utilisé dans le cadre de cette étude est le test augmenté de Dickey-Fuller (ADF).

- Test de cointégration

La majorité des séries temporelles relatives à des variables économiques sont non stationnaires et les estimations fondées sur ces variables non stationnaires conduisent généralement à une régression fallacieuse. Ces variables peuvent être rendues stationnaires par différenciation après avoir déterminés leurs ordres d'intégration. Toutefois, cette méthode a pour inconvénient la perte de l'information à long terme. La méthode de cointégration permet de contourner ce problème, puisque la régression en niveau sera possible si les variables sont cointégrées et elle permet donc de tester l'existence d'une relation de long terme. Il existe plusieurs approches pour tester cette relation de long terme, entre autres :

- ◇ la méthode en deux étapes d'Engle-Granger (1987) ;
- ◇ la méthode de Johansen (1988) ;
- ◇ et l'approche "Bound Testing Approach" (Pesaran et Shin (1999) ; et Pesaran, Shin et Smith (1996, 2001)).

La présente étude recourt à l'approche de cointégration basée sur les modèles autorégressifs à retards échelonnés (ARDL : Auto Regressive Distributed Lag) développée par Pesaran et al. (2001) car elle est récente. De plus, elle permet de pallier les limites des approches de cointégration traditionnelles (Engle et Granger (1987), Johansen (1988)) à savoir la nécessité de disposer de séries intégrées du même ordre  $I(0)$  ou  $I(1)$  et manquent de puissance face à des échantillons de petite taille en l'occurrence moins de 80 observations (Demba et Hamat, 2013).

- ◇ **Modèle Auto Régressif à Décalage Temporelle (ARDL) de Pesaran et al. (2001)**

Pour mettre en évidence les relations entre la demande de l'essence, le prix de l'essence, la consommation réelle mensuelle (ou revenu) et le nombre de véhicules en circulation, certaines études privilégient la modélisation VAR. Cependant, la mise en œuvre de cette méthode exige que les séries soient

intégrées d'un même ordre ; ce qui n'est pas vérifié dans la plupart des séries économiques. En 2001, Pesaran et al. ont défini l'approche Auto Régressive Distributed Lag (ARDL) en prenant en compte les insuffisances du modèle VAR. Cette approche a été utilisée dans de nombreuses études (Bayoko, 2012 ; Wong et Hook, 2014 ; Hechmy, 2016). Nous utiliserons ce modèle dans le cadre de notre étude compte tenu de nos données et hypothèses de recherche. Un ARDL est une régression de moindres carrés contenant des retards des variables dépendante et explicatives. Les modèles ARDL sont habituellement spécifiés avec la notation  $ARDL(p, q_1, \dots, q_k)$ , où  $p$  est le nombre de retards de la variable dépendante,  $q_1$  est le nombre de retards de la première variable explicative, et  $q_k$  est le nombre de retards de la  $k$ -ième variable explicative. Notre modèle ARDL se présente alors comme suit :

$$\ln(Q_t) = \ln(A) + \sum_{i=1}^p \delta_i \ln(Q_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_1} \alpha_i \ln(P_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_2} \beta_i \ln(R_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_3} \gamma_i \ln(IVP_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_4} \theta_i \ln(IM_{t-i}) + \varepsilon_t \quad (4)$$

où

- \*  $Q_t$  (resp.  $Q_{t-i}$ ) désigne la quantité demandée (resp. son retard) ;
- \*  $P_t$  (resp.  $P_{t-i}$ ) désigne le prix de l'essence officiel (resp. son retard) ;
- \*  $R_t$  (resp.  $R_{t-i}$ ) le revenu des ménages comme variable proxy du PIB par tête (resp. son retard) ;
- \*  $IVP_t$  ( resp  $IVP_{t-i}$ ) désigne le nombre de véhicules à 4 roues en circulation (resp. son retard) ;
- \*  $IM_t$  (resp.  $IM_{t-i}$ ) désigne le nombre de véhicules à deux roues en circulation (resp. son retard) ;
- \*  $\varepsilon_t$  désigne le terme d'erreur.

#### ◇ L'approche de test aux bornes ou test de cointégration de Pesaran et al. (2001)

Pour tester l'existence ou non de la cointégration entre séries, la littérature économétrique fournit plusieurs tests ou approches dont le test de Engel et Granger (1987), ceux de Johansen (1988) et Johansen et Juselius (1990), et celui de Pesaran et al. (1996), Pesaran et Shin (1995) et Pesaran et al. (2001). Le test de cointégration de Engle et Granger (1987) n'aide à vérifier la cointégration qu'entre deux séries intégrées de même ordre (soit ordre d'intégration = 1), il est donc adapté au cas bivarié et s'avère ainsi moins efficace pour des cas multivariés (Pesaran et al., 1987). Le test de cointégration de Johansen (1988) permet de vérifier plutôt la cointégration sur plus de deux séries, il a été conçu pour des cas multivariés. Toutefois, bien que le test de Johansen – fondé sur une modélisation vectorielle autorégressive à correction d'erreur (VECM) – constitue un remède aux limites du test de Engle et Granger pour le cas multivarié, il exige aussi que toutes les séries ou variables soient intégrées de même ordre, ce qui n'est pas toujours le cas en pratique. Alors, lorsqu'on dispose de plusieurs variables intégrées d'ordres différents ( $I(0)$ ,  $I(1)$ ), l'on peut recourir au test de cointégration de Pesaran et al. (2001) appelé « test de cointégration aux bornes » ou « bounds test to cointegration », développé au départ par Pesaran et Shin (1999). Si l'on recourt au test de cointégration de Pesaran pour vérifier l'existence d'une ou plusieurs relations de cointégration entre les variables dans un modèle ARDL, l'on dira que l'on recourt à l'approche « ARDL approach to cointegrating » ou que l'on applique le test de cointégration par les retards échelonnés. Le modèle qui sert de base au test de cointégration

par les retards échelonnés (test de Pesaran et al. (2001)) est la spécification ARDL cointégrée suivante (elle prend la forme d'un modèle à correction d'erreur ou un VECM), lorsqu'on étudie la dynamique entre plusieurs séries :

$$\Delta \ln(Q_t) = \alpha_0 + \gamma_1 \ln(Q_{t-1}) + \gamma_2 \ln(P_{t-1}) + \gamma_3 \ln(R_{t-1}) + \gamma_4 \ln(IVP_{t-1}) + \gamma_5 \ln(IM_{t-1}) + \sum_{i=1}^{p-1} \delta_i \Delta \ln(Q_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_1-1} \alpha_i \Delta \ln(P_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_2-1} \beta_i \Delta \ln(R_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_3-1} \lambda_i \Delta \ln(IVP_{t-i}) + \sum_{i=0}^{q_4-1} \theta_i \Delta \ln(IM_{t-i}) + \varepsilon_t \quad (5)$$

Où  $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \gamma_4$  et  $\gamma_5$  sont les multiplicateurs de long terme, les paramètres  $\delta_i, \alpha_i, \beta_i, \lambda_i$  et  $\theta_i$  sont les coefficients de la dynamique de court terme,  $p, q_1, q_2, q_3$  et  $q_4$  sont les ordres du modèle ARDL et  $\varepsilon_t$  est un bruit blanc non autocorrélé avec  $\Delta \ln(P_t), \Delta \ln(R_t), \Delta \ln(IVP_t)$  et  $\Delta \ln(IM_t)$  et avec les valeurs retardées de  $\Delta \ln(Q_t), \Delta \ln(P_t), \Delta \ln(R_t), \Delta \ln(IVP_t)$  et  $\Delta \ln(IM_t)$ .

Après estimation du modèle ARDL, on procède aux différents tests de validation du modèle retenu. Ensuite, nous ferons le test de cointégration en utilisant la statistique de Fisher :

#### Hypothèses :

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma_4 = \gamma_5 = 0 \text{ (Absence de cointégration)}$$

$$H_1 : \gamma_1 \neq 0 \text{ ou } \gamma_2 \neq 0 \text{ ou } \gamma_3 \neq 0 \text{ ou } \gamma_4 \neq 0 \text{ ou } \gamma_5 \neq 0 \text{ (Présence de cointégration)}$$

Pesaran et al. (2001) montrent que la statistique calculée ne suit pas une loi standard. Ils ont simulé deux ensembles de valeurs critiques pour cette statistique, avec plusieurs cas (selon qu'on introduit une constante et/ou une tendance) et différents seuils. Le premier ensemble correspond au cas où toutes les variables du modèle sont stationnaires c'est-à-dire  $I(0)$  et représente la borne inférieure ; le second ensemble correspond au cas où toutes les variables sont intégrées d'ordre un ( $I(1)$ ) et représente la borne supérieure. Pour conclure le test, on compare la statistique de Fisher aux deux bornes :

Si Fisher calculé > borne supérieure : Cointégration existe

Si Fisher calculé < borne inférieure : Cointégration n'existe pas

Si borne inférieure < Fisher calculé < borne supérieure : Pas de conclusion.

#### • Estimation du modèle

Une fois les tests préliminaires effectués, on peut procéder aux estimations en se servant du modèle adapté, qui peut être un modèle vectoriel autorégressif (VAR), un modèle à correction d'erreur (MCE), un modèle vectoriel à correction d'erreur (VECM), ou un MCO. En cas d'absence de cointégration comme dans notre étude, nous estimerons un modèle vectoriel autorégressif (VAR).

#### • Tests de validation du modèle

Les résultats obtenus à la suite des estimations ne peuvent toutefois pas être interprétés avant d'avoir subi certains tests, qui jugent de leur validité d'un point de vue statistique. Ce sont des tests de validation. Ils portent d'une part, sur la significativité du modèle estimé et d'autre part, sur les propriétés des résidus du modèle. Ces tests sont réalisés au seuil de 5% avec le logiciel R version 3.5.3.

◇ **Test de normalité de Jarque-Bera**

Les hypothèses sont les suivantes :

$$H_0 : \text{Normalité des erreurs}$$

$$H_1 : \text{Non normalité des erreurs}$$

**Règle de décision** : lorsque la  $p$ -value est inférieure à 5%, on conclut qu'il n'y a pas assez d'évidence statistique pour accepter l'hypothèse nulle de normalité des erreurs.

◇ **Le test d'autocorrélation de Breusch-Godfrey**

Etant donné que nous avons une variable dépendante décalée en tant que variable explicative, nous testerons l'autocorrélation d'ordre supérieur 1 avec le test du multiplicateur de Lagrange LM. Les hypothèses sont les suivantes :

$$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = 0 \text{ (Absence d'autocorrélation)}$$

$$H_1 : \rho_1 \neq 0 \text{ ou } \rho_2 \neq 0 \text{ (Présence d'autocorrélation)}$$

**Règle de décision** : lorsque la  $p$ -value est inférieure à 5%, on conclut qu'il n'y a pas assez d'évidence statistique pour accepter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation des erreurs.

◇ **Le test d'homoscédasticité de Breusch-Pagan-Godfrey**

Ce test cherche à déterminer la nature de la variance du terme d'erreur. Si la variance est une constante, alors on parle d'homoscédasticité; en revanche si elle varie on parle d'hétéroscédasticité. Les hypothèses sont les suivantes :

$$H_0 : \text{Homoscédasticité}$$

$$H_1 : \text{Hétéroscédasticité}$$

**Règle de décision** : lorsque la  $p$ -value est inférieure à 5%, on conclut qu'il n'y a pas assez d'évidence statistique pour accepter l'hypothèse nulle d'homoscédasticité des erreurs.

◇ **Le test de Student (test de significativité individuelle des variables)**

Les hypothèses sont les suivantes :

$$H_0 : \alpha_i = 0 \text{ avec } i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$H_1 : \alpha_i \neq 0 \text{ avec } i = 1, 2, 3, 4, 5$$

**Règle de décision** : lorsque la probabilité de la statistique du test de Student est inférieure à 5%, on conclut qu'il n'y a pas assez d'évidence statistique pour accepter l'hypothèse nulle ( $H_0$ ).

◇ **Le test de Fisher (test de significativité globale du modèle)**

Ce test fait partie des sorties automatiques fournies par le logiciel R version 3.5.3. Les hypothèses du test sont :

$$H_0 : \beta_i = 0 \text{ avec } i = 1, 2, 3, 4, 5$$

$$H_1 : \text{au moins un des } \beta_i \neq 0 \text{ avec } i = 1, 2, 3, 4, 5$$



**Règle de décision** : lorsque la probabilité de la statistique du test de Fisher est inférieure à 5%, on conclut qu'il n'y a pas assez d'évidence statistique pour accepter l'hypothèse nulle ( $H_0$ ).

◇ **Le test de stabilité (Cusum test)**

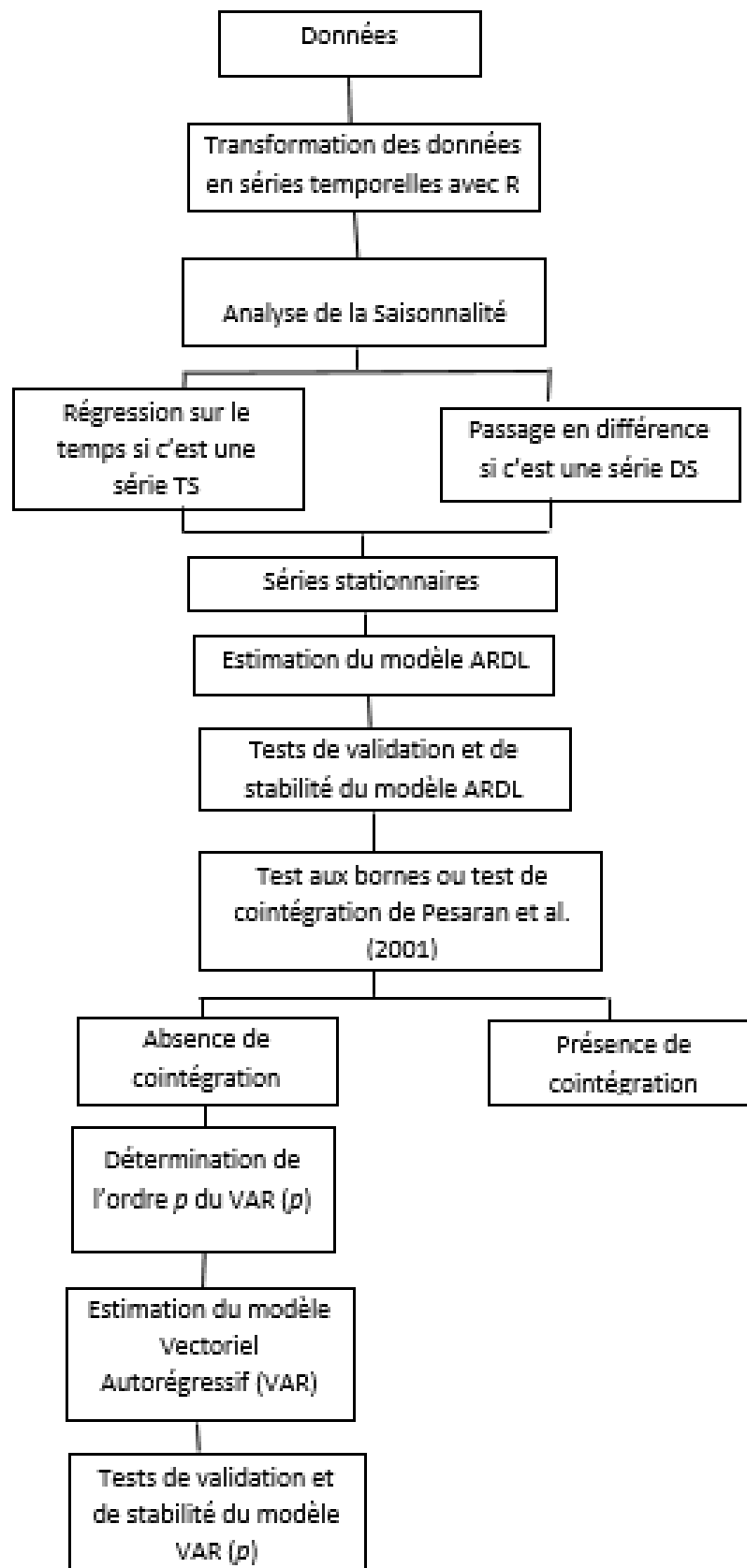
A partir du résidu récursif  $W_t$ , on calcule la statistique CUSUM :

$$W_t = \frac{n-K}{SCR} \sum_{j=K+2}^t w_j \quad (6)$$

Avec  $t = K + 2, \dots, n$  ( $K = k + 1$  est le nombre total de paramètres estimés du modèle),  $w_j$  le résidu récursif au temps  $j$  et  $SCR$  la somme des carrés des résidus calculée à partir du modèle à  $n$  observations. Si les coefficients sont stables au cours du temps, alors les résidus récursifs doivent rester dans l'intervalle défini par les deux droites :  $\left[ K, \pm \alpha \sqrt{(n-K)} \right]$  et  $\left[ n, \pm 3\alpha \sqrt{(n-K)} \right]$  avec  $\alpha = 1.48$ ;  $-0.948$  et  $0.850$  respectivement pour des seuils de confiance de 1%, 5% et 10%. Dans le cas contraire le modèle est réputé non stable.

## 2.4.5. Limites de l'étude

Cette étude n'a pas la prétention d'aborder tous les aspects du problème de la demande de l'essence dans les stations-services de la SONACOP. La théorie économique nous renseigne sur l'existence de plusieurs variables collectées sur une longue période pouvant influencer la demande et certaines ont été mises en évidence. La principale limite de notre étude est le fait que nous n'ayons pas pris en compte les données de l'informel puisqu'il n'existe pas à notre connaissance une base de données sur ce secteur. En effet, au cas où une base de données sur ce secteur existerait, sa prise en compte pourrait élever le  $R^2$  du modèle et ainsi, nous permettre de faire une prévision.



# CHAPITRE 3

## Présentation et interprétation des résultats

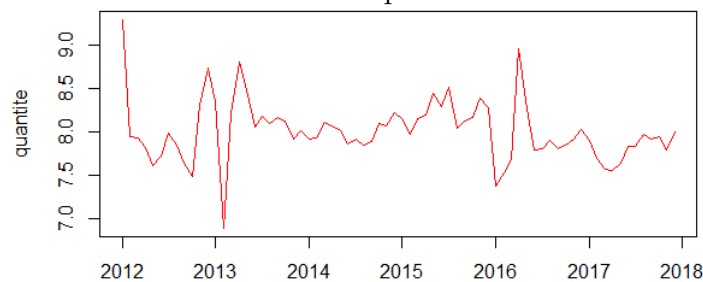
*Le présent chapitre expose les résultats obtenus après le traitement des données et leurs interprétations. Deux types d'analyse ont été réalisées : une analyse descriptive et une analyse économétrique. Ce chapitre présente également les recommandations qui découlent de la présente étude.*

### 3.1. Analyse descriptive de la population de l'étude

#### 3.1.1. Evolution de la quantité d'essence demandée

L'analyse de ce graphique révèle que la variable quantité demandée ( $Q$ ) a connu globalement une variabilité entre janvier 2012 et décembre 2017. Son évolution alterne baisse et hausse. En effet, la tendance très instable au cours du temps se maintient malgré les pics et les déclinés répétés. Cependant, elle a connu un déclin important en février 2012 et mars 2013, cela expliquerait la baisse de la quantité demandée d'essence pendant ces périodes. En outre, la demande a connu sa plus forte progression en début d'année 2012, ce qui s'explique par les différentes politiques mises en œuvres pendant cette période pour lutter contre le secteur informel de ce marché afin de favoriser la demande au secteur formel, avant de brutalement baisser jusqu'en février de la même année. Cette période de baisse correspond à l'abandon de cette politique suite aux différentes crises sociales observées pendant la mise en application de ladite réforme.

FIGURE 1 – Evolution de la quantité d'essence demandée

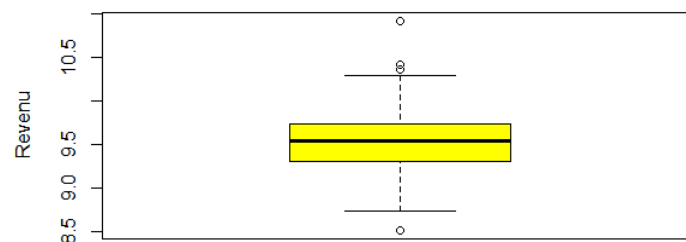


Source : Auteurs, 2019

#### 3.1.2. Résumé statistique du Revenu des ménages

Sur la figure 2, le revenu médian des ménages est égal à 9,54%. Cette valeur est encadrée par le premier quartile et le troisième quartile respectivement 9,32% et 9,72%. Par ailleurs, trois valeurs atypiques se situent au-delà de la frontière hausse (9,72%), et une valeur atypique se situe en dessous de la frontière basse (9,32%).

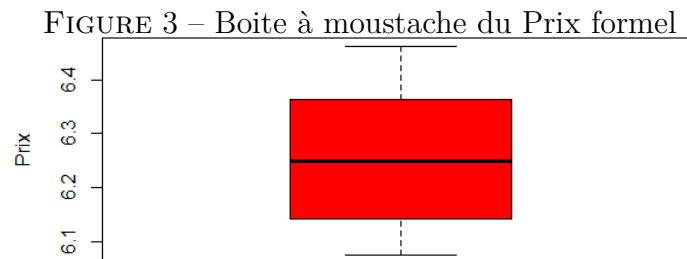
FIGURE 2 – Boite à moustache du Revenu des ménages



Source : Auteurs, 2019

### 3.1.3. Résumé statistique du Prix formel

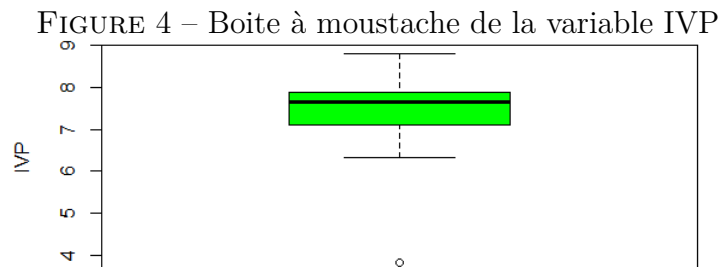
Sur la figure 3, le prix formel médian est égal à 6,24%. Cette valeur est encadrée par le premier quartile et le troisième quartile respectivement 6,14% et 6,36%.



Source : Auteurs, 2019

### 3.1.4. Résumé statistique des véhicules particuliers (IVP) en circulation

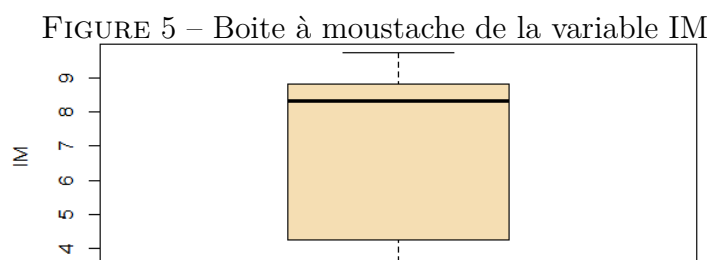
De la figure 4, le nombre médian de véhicules particuliers en circulation est égal à 7,65%. Cette valeur est encadrée par le premier quartile et le troisième quartile respectivement 7,10% et 7,88%. Par ailleurs, on note la présence d'une seule valeur atypique située en dessous de la frontière basse (7,10%).



Source : Auteurs, 2019

### 3.1.5. Résumé statistique des véhicules à deux roues en circulation (IM)

De l'analyse de la figure 5, le nombre médian de véhicules à deux roues en circulation est égal à 8,30%. Cette valeur est encadrée par le premier quartile et le troisième quartile respectivement 4,27% et 8,81%.

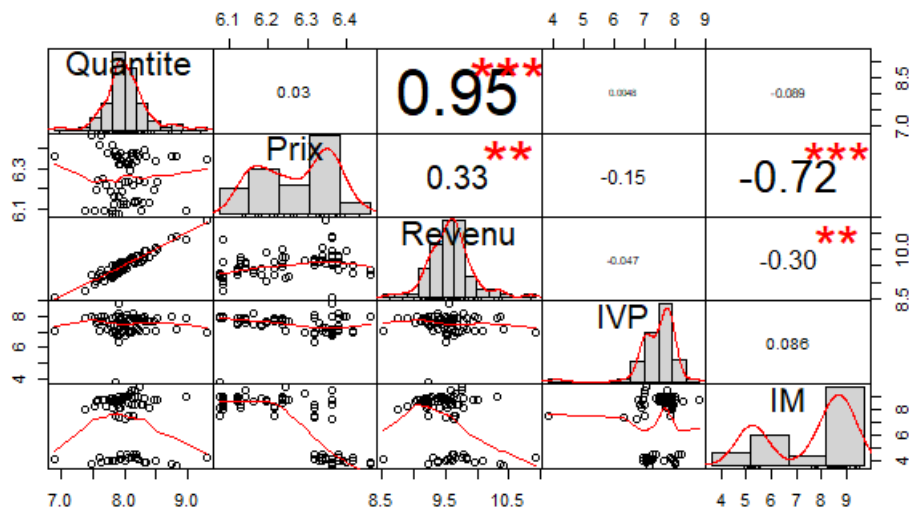


Source : Auteurs, 2019

### 3.1.6. Matrice de corrélation de Spearman entre les différentes variables

De l'analyse de la figure 6, on note qu'il y a une liaison positive entre la quantité de l'essence officielle demandée, le prix de l'essence officiel, le revenu des ménages et le nombre de véhicules particuliers en circulation. Tandis qu'on note une liaison négative entre la quantité de l'essence officielle demandée et le nombre de véhicules à deux roues en circulation. Autrement dit, toute augmentation du prix de l'essence officielle entraîne à court terme une faible augmentation de la quantité de l'essence officielle demandée. La diminution de la quantité demandée sera effective à long terme car à cet instant, les agents de l'état, qui en majorité sont ceux qui s'approvisionnent auprès des stations-services de la SONACOP sur tickets valeurs, iront s'approvisionner au niveau du marché parallèle, ce qui entraînera une diminution de la demande lorsque le prix augmente. Par contre, toute augmentation du revenu des ménages entraîne une forte augmentation de la demande de l'essence. De plus, toute augmentation du nombre de véhicules particuliers en circulation entraîne une augmentation de la demande de l'essence. De même toute augmentation du nombre de véhicules à deux roues en circulation entraîne une diminution à long terme de la demande de l'essence officielle. Cette diminution s'explique par la préférence du consommateur du marché informel suite aux variations des prix pratiqués sur ces deux marchés (Kiki et al., 2016).

FIGURE 6 – Représentation graphique de la liaison entre les variables



Source : Auteurs, 2019

## 3.2. Modélisation économétrique

### ◊ Analyse de la saisonnalité

L'analyse de la saisonnalité a été réalisée dans la présente étude au seuil de 5% avec le logiciel R version 3.5.3. Des sorties, nous retenons ce qui suit :

**Tableau 3** : Résultats du test de saisonnalité sur les variables de l'étude

Variables	t-Statistique	P-value	Conclusion
lnQ	1,28	0,2601	Absence de saisonnalité
lnR	4,06	0,0001	Présence de saisonnalité
lnP	0,68	0,7560	Absence de saisonnalité
lnIVP	0,64	0,7833	Absence de saisonnalité
lnIM	0,92	0,5288	Absence de saisonnalité

Source : Auteurs, 2019

La lecture de ce tableau montre que les variables lnQ, lnP, lnIVP et lnIM ne présentent pas de saisonnalité. Seule la variable lnR présente de saisonnalité. Pour la désaisonnaliser, nous précéderons à la décomposition de la série lnR puis nous récupérerons la partie saisonnalité que nous enlèverons par la suite de la série. En annexe 1 seront présentés les différents résultats de la désaisonnalisation.

### ◊ Analyse de la stationnarité

A l'aide du test de Dickey-Fuller Augmenté (ADF), l'analyse de la stationnarité a été réalisée dans la présente étude au seuil de 5% sous le logiciel R version 3.5.3. Des sorties, nous retenons ce qui suit :

**Tableau 4** : Résultats du test de stationnarité sur les variables de l'étude

Variables	En niveau		En différence		Conclusion
	ADF calculé	Valeur critique	ADF calculé	Valeur critique	
lnQ	-2,83	-2,89	-10,71	-1,95	I(1)
lnR	-3,49	-3,45	-6,18	-3,45	I(0)
lnP	-2,71	-3,45	-4,89	-1,95	I(1)
lnIVP	-5,21	-2,89	-7,31	-3,45	I(0)
lnIM	0,88	-1,95	-6,99	-1,95	I(1)

Source : Auteurs, 2019

D'après le tableau ci-dessus, nous constatons que la valeur de la statistique de ADF des variables lnQ, lnP et lnIM en niveau est inférieure (en valeur absolue) à la valeur critique associée au test au seuil de 5%, ce qui traduit la présence de racine unitaire à niveau. Par contre, la statistique de ADF de ces mêmes valeurs en différence première est supérieure à la valeur critique du test, ce qui traduit l'absence de racine unitaire. Concernant la variable lnR, on constate qu'elle est un processus TS (Trend Stationary) ce qui nous amène à régresser la série sur sa tendance puis à récupérer le résidu issu de cette régression sur lequel nous procéderons au test de ADF (voir resp. Annexe 3 et Annexe 5). Par ailleurs, la variable lnIVP est stationnaire à niveau car la valeur de la statistique du test de ADF est supérieure à niveau en valeur absolue à la valeur critique associée au test au seuil de 5%.

## ◇ Estimation du modèle

### Spécification du modèle

Dans le cadre de l'application de la méthodologie ARDL, il convient d'estimer un modèle ARDL ( $p, q$ ) qui servira, ultérieurement de base pour la conduite du test de limites (bounds test) qui, à son tour, confirmera ou infirmera la présence d'une relation de cointégration ou non. Se basant sur les critères de sélection du retard optimal, le modèle ARDL a été estimé avec un maximum de 10 retards pour toutes les variables ce qui nous a permis de retenir 1 retard. Cependant, sur un nombre de 32 modèles évalués par l'option sélection automatique, le modèle ARDL (2,2) est présenté comme étant meilleur au modèle ARDL (1, 1) et ceci pour les principaux critères de sélection et de validation du modèle tels que AIC, HQ, SC et  $R^2$  ajusté (Voir resp. Annexe 9 et Annexe 10-A) . La spécification retenue est la suivante :

**Tableau 5** : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 1

	$\ln Q_t$	
	Coefficients	T-Statistic
$\ln Q_{t-1}$	<b>0,9866164***</b>	6,546
$\ln Q_{t-2}$	<b>-0,4387675**</b>	-2,972
$\ln P_t$	<b>-0,9556683***</b>	-22,460
$\ln P_{t-1}$	<b>0,9715392***</b>	6,261
$\ln P_{t-2}$	<b>-0,4579487**</b>	-3,106
$\ln R_t$	<b>1,0086162***</b>	194,540
$\ln R_{t-1}$	<b>-0,9883610***</b>	-6,496
$\ln R_{t-2}$	<b>0,4369842**</b>	2,936
$\ln IVP_t$	0,0005518	0,231
$\ln IVP_{t-1}$	0,0005372	0,213
$\ln IVP_{t-2}$	0,0014436	0,569
$\ln IM_t$	0,0040703	1,444
$\ln IM_{t-1}$	-0,0070291	-1,740
$\ln IM_{t-2}$	0,0030389	1,041
<b>C</b>	<b>2,0048614**</b>	3,238
<b>R<sup>2</sup> ajusté</b>	0,9986	
<b>F-statistic</b>	3565	
<b>p-value</b>	< 2,2e <sup>-16</sup>	

Source : Auteurs, 2019

\*\*\* et \*\* indiquent que les variables sont significatives aux seuils de 1% et 5% respectivement.

Du tableau 5, il ressort que les variables  $\ln IVP$  et  $\ln IM$  ne pas significatives. Elles seront donc retirées du modèle. L'approche ARDL sera donc reprise avec le modèle 2 (contenant uniquement les variables  $\ln Q$ ,  $\ln R$  et  $\ln P$ ) défini préalablement dans la spécification du modèle au chapitre 2.



**Tableau 6** : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 2

	$\ln Q_t$	
	Coefficients	T-Statistic
$\ln Q_{t-1}$	<b>0,959029***</b>	6,686
$\ln Q_{t-2}$	<b>-0,412395**</b>	-2,915
$\ln P_t$	<b>-0,950208***</b>	-24,483
$\ln P_{t-1}$	<b>0,934435***</b>	6,354
$\ln P_{t-2}$	<b>-0,430043**</b>	-3,054
$\ln R_t$	<b>1,008105***</b>	200,579
$\ln R_{t-1}$	<b>-0,960761***</b>	-6,637
$\ln R_{t-2}$	<b>0,411024**</b>	2,882
C	<b>2,046838**</b>	3,603
$R^2$ ajusté	0,9987	
F-statistic	6471	
p-value	$< 2,2e^{-16}$	

Source : Auteurs, 2019

\*\*\* et \*\* indiquent que les variables sont significatives aux seuils de 1% et 5% respectivement.

### Tests de validation du modèle ARDL (2,2)

Après identification du meilleur modèle, nous avons procédé aux différents tests de validation de ce modèle (Voir annexe 10-B). Il en ressort que tous les coefficients sont significatifs au seuil de 5%. La statistique F montre que le modèle est globalement significatif. Le modèle ARDL (2,2) explique à 99% la demande de l'essence au niveau de la SONACOP. D'après les tests de diagnostic, les constructions des estimateurs non biaisés sont satisfaites. En effet, les tests des résidus prouvent que ces derniers suivent une loi normale (test de Jarque-Bera sur un petit échantillon), qu'ils sont homoscédastiques (test de Breusch-Pagan), et qu'ils ne sont pas autocorrélés (test de Breusch-Godfrey). Le test de stabilité permet de voir que le modèle 2 est stable.

#### ◇ Test de cointégration

Après la validation du modèle 2, nous procédons au test de cointégration basé sur l'approche ARDL.

**Tableau 7** : Test de cointégration

Modèle	F-Statistique	Valeur critique		Conclusion
		Inférieure	Supérieure	
<b>Modèle 2</b>	2,449796	3,79	4,85	Absence de cointégration

Source : Auteurs, 2019

De ce tableau, il en ressort que la valeur calculée de la statistique F du modèle est inférieure aux limites inférieures des valeurs critiques issue de la table de Nayanar (2005) (Voir Annexe 11). Par

conséquent, il y a absence de cointégration. Ainsi, il existe une relation de court terme entre la quantité de l'essence demandée, le prix officiel et le revenu des ménages. Autrement dit, dans la suite, nous estimerons un modèle vectoriel autorégressif (VAR).

### ◇ Estimation du VAR(1)

Le tableau suivant présente les résultats de l'estimation.

**Tableau 8** : Estimation VAR(1) du modèle 2

		D(lnQ <sub>t</sub> )	
		Coefficients	T-Statistic
D(lnQ <sub>t-1</sub> )		<b>0,307922**</b>	2,899
D(lnP <sub>t-1</sub> )		-0,704013	-0,750
lnR <sub>t-1</sub>		<b>-0,945358***</b>	-6,831
C		<b>9,253375***</b>	6,815
Trend		<b>-0,006545**</b>	-3,269
R <sup>2</sup>	0,4293		
R <sup>2</sup> ajusté	0,3942		
F-statistic	12,22		
p-value	1,812e <sup>-7</sup>		

Source : Auteurs, 2019

\*\*\* et \*\* indiquent que les variables sont significatives aux seuils de 1% et 5% respectivement.

### ◇ Tests de validation de l'estimation VAR(1)

Les tests de diagnostics confortent le choix des spécifications et de la méthode d'estimation. Le modèle à court terme est globalement significatif et stable. De même, les résidus sont non autocorrélés, homoscédastiques et ont une distribution normale (Voir annexe 14).

## 3.3. Synthèse des résultats

### 3.3.1. Interprétation des résultats

**Modèle 2** : Élasticité-prix entre la quantité de l'essence demandée et le prix officiel pratiqué.

Du modèle, sur le court terme, la quantité de l'essence demandée entretient une relation négative avec le prix pratiqué sur le marché formel. On note que la demande de l'essence est très sensible aux variations du prix.

A Court Terme :  $\varepsilon_P^Q = -0,704013$  : une augmentation de 10% du prix entraîne une diminution de la quantité de l'essence demandée de 7%. La demande réagit aux variations du prix.

**Modèle 2** : Élasticité-revenu entre la quantité de l'essence demandée et le revenu des ménages.

Du modèle, sur le court terme, la quantité de l'essence demandée entretient une relation négative avec le revenu des ménages. On note que la demande est insensible aux variations du revenu des ménages. A Court Terme :  $\varepsilon_R^Q = -0,945358$  : une augmentation du revenu des ménages de 10% entraîne une diminution de la quantité de l'essence demandée de 9,4%. Autrement dit, à court terme les stations-services de la SONACOP enregistrent une faible demande de l'essence de la part des ménages même si les revenus de ces derniers augmentent. Cet état de chose s'explique par le fait que les ménages préfèrent s'approvisionner sur le marché parallèle suite à la disparité des prix pratiqués sur le marché formel et informel de la vente de l'essence. De plus, l'indisponibilité permanente ou presque de ce liquide précieux dans les stations-services de la SONACOP amène les ménages à s'approvisionner sur le marché parallèle ou chez les concurrents même si les revenus de ces derniers augmentent.

### 3.3.2. Vérification des hypothèses

Cette étude nous a permis de mettre en évidence les différentes relations entre la quantité de l'essence demandée, le prix pratiqué sur le marché formel et le revenu des ménages. Ainsi, le tableau suivant présente la validation de nos hypothèses.

**Tableau 9** : Validité des hypothèses

Hypothèses	Décisions
$H_1$ : Le prix de l'essence formel, le revenu, le nombre de motos immatriculées en circulation et le nombre de véhicules immatriculés en circulations sont des facteurs déterminants la demande d'essence officielle au niveau de la SONACOP	Rejetée
$H_2$ : Le prix de l'essence formel influe la préférence du consommateur à opter pour ce marché	Acceptée
$H_3$ : Le revenu des ménages influe l'approvisionnement du consommateur au niveau de la SONACOP	Rejetée

Source : Auteurs, 2019

## 3.4. Recommandations

Au regard des résultats obtenus, la survie de la SONACOP à travers l'évolution de la demande de l'essence dans ces stations-services sera considérablement entravée en raison de la non augmentation de la demande de l'essence au niveau des ménages. Pour cela, il faudrait que :

- ⇒ les autorités du pays pensent à subventionner la SONACOP ;
- ⇒ les décideurs revoient leur politique de définition des prix au niveau du marché formel afin de ramener à la baisse les prix pratiqués sur ledit marché ;
- ⇒ permettre aux ménages d'aller s'approvisionner au niveau des stations-services de la SONACOP ;

## Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique

---

- ⇒ mettre en place une vraie politique de lutte contre l'essence de contrebande afin de permettre à la SONACOP de reprendre le monopole de ce secteur ;
- ⇒ définir une vraie politique de lutte contre la corruption, le détournement afin que l'argent de la SONACOP soit réinvesti dans la SONACOP ;
- ⇒ une augmentation des stations-services sur tout le territoire afin de permettre à la population de s'approvisionner auprès de ces stations-services ;
- ⇒ assurer la disponibilité permanente des carburants dans les stations-services de la SONACOP afin de changer la mentalité des ménages qui se disent que « L'essence n'est jamais disponible dans les stations-services, ce qui les amènent quel que soit leur revenu à opter pour le secteur informel ».

## CONCLUSION

La commercialisation de l'essence en quantité et en qualité suffisante au Bénin, constitue indéniablement, un facteur déterminant de développement économique et social, de sécurité pour la population et pour l'environnement. Dans un contexte où le secteur informel dicte continuellement sa loi, l'on se demande quels sont les facteurs qui influencent la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP ? et comment cette demande est-elle influencée par le prix ? . Ainsi, la présente étude a pour objectif principal d'analyser les principaux facteurs qui expliquent la demande de l'essence dans le secteur formel principalement dans les stations-services de la SONACOP. Pour y parvenir, trois objectifs ont été fixés. Le premier vise à déterminer les principaux facteurs de la demande de l'essence dans le secteur formel. Le second cherche à mesurer l'élasticité-prix de la demande d'essence à court terme dans le secteur formel. Et le troisième, quant à lui, cherche à mesurer l'élasticité-revenu de la demande d'essence à court terme dans le secteur formel. Pour atteindre ces objectifs, trois hypothèses ont été formulées. La première stipulait que le prix de l'essence formel, le revenu mensuel des ménages, le nombre de motos immatriculées en circulation et le nombre de véhicules immatriculés en circulation sont des facteurs déterminants la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP. La seconde stipulait que le prix de l'essence formel influait la préférence du consommateur à opter pour ce marché. Et enfin, la troisième stipulait que le revenu des ménages influait l'approvisionnement du consommateur au niveau de la SONACOP.

Dans cette étude, nous utilisons les données macroéconomiques sur les quantités d'essence au niveau de l'ensemble du pays et nous les mettons en relations avec différentes variables sensées avoir d'impact sur leur consommation. Nous avons récolté sur une base mensuelle, des données sur une courte période allant de 2012 à 2017 . Pour traiter ces séries temporelles, nous faisons appel à la littérature la plus récente dans le domaine de la demande d'essence qui utilise les techniques économiques de cointégration. L'approche ARDL bounds testing de Pesaran et al. (2001) que nous utilisons permet d'établir une relation de court terme. Ainsi, dans notre étude nous n'avons pas pu prendre en considération plusieurs variables liées à l'informel susceptibles d'expliquer la demande d'essence dans le secteur formel principalement au niveau de la SONACOP et de prédire avec conviction la demande d'essence.

Les Principaux résultats de notre étude sont les suivants : au Bénin, la consommation d'essence est très sensible aux variations du prix. Plus précisément, l'élasticité-prix de la demande d'essence est d'environ -0,70 à court terme, ce qui signifie qu'une augmentation du prix de l'essence de 10% diminue sa quantité demandée d'environ 7%. La demande d'essence réagit bien évidemment aussi aux variations du revenu. Ainsi, l'élasticité-revenu de court terme est de -0,94%, ce qui signifie qu'une augmentation du revenu des ménages de 10% entraîne une diminution de la demande de 9,4%. A court terme, la demande est insensible aux variations du revenu. Ces résultats nous ont permis de formuler des recommandations pour faire du secteur des hydrocarbures du Bénin un véritable levier de développement économique, social et environnemental à l'image des pays voisins. Ils nous permettent aussi de formuler des recommandations pouvant aider les dirigeants de ce secteur à orienter de façon objective leur politique afin de reprendre le monopole du marché de l'essence.

Cependant, compte tenue de la place qu'occupe le secteur des hydrocarbures dans la lutte contre l'informel, ne serait-il pas intéressant et opportun d'étudier prochainement la consommation de l'essence sur le plan national dans les secteurs formel et informel ?

## Références bibliographiques

- [1] Atchadé, M.N. et Eliseeva, I.I. (2017). *Statistique. Analyse Statistique : mise en œuvre dans le programme R*. ISBN-978-5-4391-028-6, 80p.
- [2] Barazin et al., (2009). *Elasticité prix de la demande d'essence en suisse*. Genève : Haute Ecole de Gestion de Genève (HEG).
- [3] Bellec et al., 2012. *Les prix, les marges et la consommation des carburants*. Rapport N° 2012/-22/CGEJET/SG.
- [4] Blain, J-C et Jiang, F. (1995). *Etude empirique des élasticités-prix des consommations de carburants*. France : Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et du Tourisme.
- [5] Calvet, L. et Marical, F. (2011). *Consommation de carburant : effets des prix à court et à long terme par type de population*. Economie et Statistique N° 446, 2011.
- [6] Centre de données et d'analyse sur les transports au Canada (2011). *La demande d'essence au Canada : Analyse de la stabilité de l'élasticité-prix et revenu dans le temps*. GREEN-CDAT, Université Laval.
- [7] Chassin, Y., Belzile, G. et Moreau, A. (2014). *Peut-on se débarrasser du pétrole ? les couts d'une transition énergétique accélérée*.
- [8] Demba, SY. et Hamat, SY. (2013). *Les causes du déficit structurel du compte courant du Sénégal*.
- [9] Déguénon Fifonsi, C., J., GB. (2010). *Contribution à l'amélioration de la politique de distribution des produits pétroliers de l'opérateur CHEVRON au Bénin*. Mémoire de Maîtrise, Université d'Abomey Calavi, FASEG.
- [10] Dupont, J-S., et Girard, S. (2008). *Hausse du prix des hydrocarbures impact sur les équilibres financiers du Québec*. Rapport volume 2, numéro 1. Québec : Direction de l'analyse et de la prévision des revenus autonomes.
- [11] Hechmy, B. (2016). *Cointégration entre corruption et croissance économique à travers de canal de l'investissement : Evidence empirique et moyennant l'approche "ARDL bound testing" dans le cas de la Tunisie*.
- [12] Hughes, J., E., Knittel, R., C., et Sperling, D. (2008). *Evidence of a shift in the short-run elasticity of the gasoline demand*. The energy journal, Vol. 29, No 1.
- [13] Kesse, S., A., G. (2010). *Analyse de la demande d'essence au Bénin : Effet des prix à court et à long termes*. Mémoire de Maîtrise, Université d'Abomey Calavi, ENEAM.
- [14] Kiki, V., J-M., Medenon, A., et Doussou-Cadja, R., S., C. (2016). *Modélisation du comportement du consommateur d'essence au Bénin*.
- [15] Kibal Kuma, J. (2018). *Modélisation ARDL, Test de cointégration aux bornes et Approche de Toda-Yamamoto : Eléments de théorie et pratiques sur logiciel*.
- [16] Kupper, C. et Oko Mvondo, M. (2014). *Géopolitique du pétrole dans la CEEAC : l'enjeu des nouvelles politiques des hydrocarbures*.

- [17] LARES (2011). *Etude du marché des produits pétroliers au Bénin*.
- [18] Lin, C-Y., L., et Zeng, J. (2009). *The elasticity of demand for gasoline in China*.
- [19] Masseron, J. (1975). *L'économie des hydrocarbures*.
- [20] Morillon, V. et Afouda, S., A. (2005). *Trafic illicite des produits pétroliers entre le Bénin et le Nigéria : Vice ou vertu pour l'économie béninoise ?*. LARES
- [21] MIC (2006). *Enquête du Ministère de l'Industrie et du Commerce*.
- [22] Ndiaye, B. et Badji, Y., J. (2008). *Les déterminants de l'inflation au Sénégal : Approche par les fonctions de consommation*. Rapport : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie.
- [23] OCS, (2014). *Commercialisation de l'essence dans le secteur informel au Bénin : Analyse et enjeux*. Rapport sur le profil social national.
- [24] Polemis, L., M. (2006). *Empirical assessment of the determinants of the road energy demand in Greece*.
- [25] Sapnken, E., F. et al. (2018). *Modeling and forecasting gasoline consumption in cameroon using linear regression models*.
- [26] Sebastiano, M. et Dawit, Z. (2006). *A Semiparametric Analysis of Gasoline Demand in the US : Reexamining The Impact of Price*.
- [27] Seydina, O., S. (2011). *Estimating the demand for gasoline in developing countries : Sénégal*. West Virginia university.
- [28] Wadud, Z., Noland, R. et Graham, D., J. (2011). *A cointegration analysis of gasoline demand in United States*.
- [29] Weiwei, L. (2011). *Modelling Gasoline Demand in the United States : A flexible semiparametric approach*.
- [30] Zekpa, L. et DOSSOU, A. (1989). *Impact du contre-choc pétrolier au Nigéria sur l'économie béninoise*.



# ANNEXES

*Cette dernière partie regroupe les sorties brutes de logiciels et des compléments.*

**Annexe 1** : Test de saisonnalité sur chaque variable

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 1.28

P-value: 0.2601145

Saisonnalité de  $\ln Q$

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 1.37

P-value: 0.209418

Saisonnalité de  $\ln R$

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 4.06

P-value: 0.0001939307

Saisonnalité du résidu de  $\ln R$

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 0.68

P-value: 0.7560832

Saisonnalité de  $\ln P$

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 0.64

P-value: 0.7833201

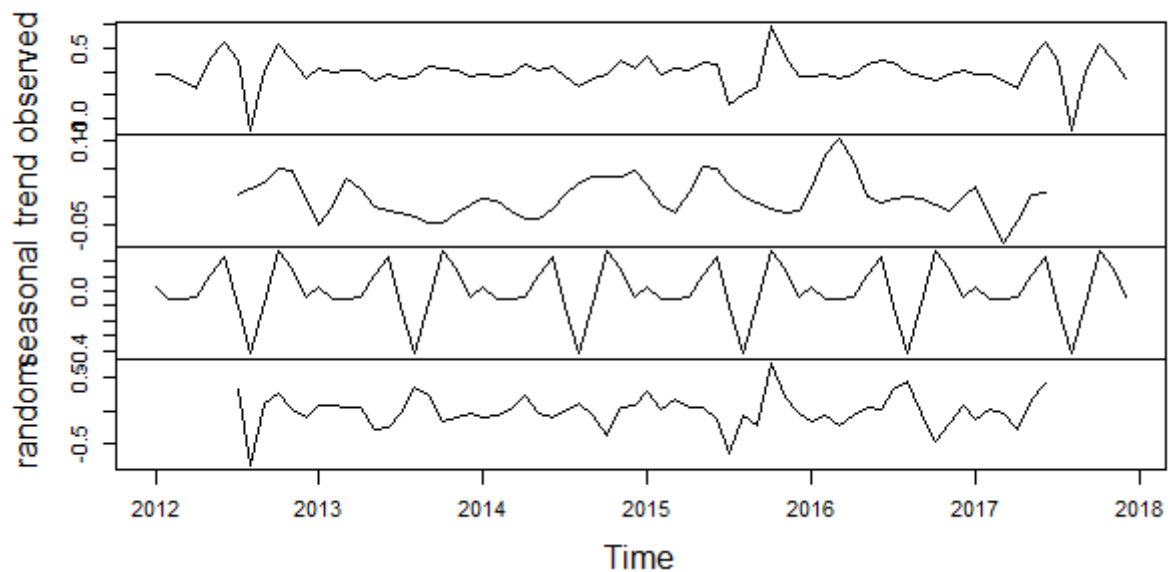
Saisonnalité de  $\ln IVP$

Test used: SeasonalDummies

Test statistic: 0.92

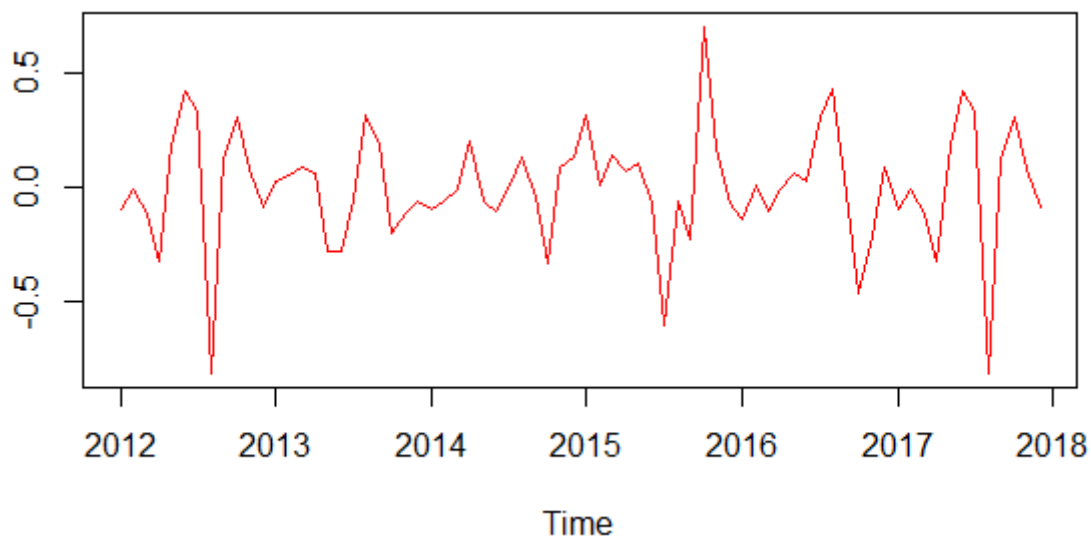
P-value: 0.5288

Saisonnalité de  $\ln IM$



**Annexe 2** : Décomposition de la série résidu du revenu

**Annexe 3** : Résidus du revenu désaisonnalisés



**Annexe 4** : Test de ADF de la série  $D(\ln Q)$

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression none

call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.95428 -0.14224 -0.00034  0.12311  0.94824

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
z.lag.1        -2.4573     0.2293  -10.718 1.17e-15 ***
z.diff.lag1     1.0496     0.1612   6.512 1.59e-08 ***
z.diff.lag2     0.5233     0.1089   4.804 1.05e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.3041 on 61 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7421,    Adjusted R-squared:  0.7294
F-statistic: 58.5 on 3 and 61 DF,  p-value: < 2.2e-16

value of test-statistic is: -10.7183

Critical values for test statistics:
    1pct    5pct   10pct
tau1  -2.6  -1.95  -1.61
```

**Annexe 5** : Test de ADF sur le résidu de la série lnR

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####  
  
Test regression none  
  
Call:  
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)  
  
Residuals:  
      Min       1Q   Median       3Q      Max   
-0.57517 -0.11875  0.02061  0.12791  0.48924  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)      
z.lag.1        -1.7627     0.2162  -8.154 2.14e-11 ***  
z.diff.lag1     0.6611     0.1544   4.283 6.53e-05 ***  
z.diff.lag2     0.2999     0.1168   2.567  0.0127 *    
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
Residual standard error: 0.2315 on 62 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.6218,    Adjusted R-squared:  0.6035  
F-statistic: 33.98 on 3 and 62 DF,  p-value: 4.114e-13  
  
Value of test-statistic is: -8.1543  
  
Critical values for test statistics:  
      1pct   5pct  10pct  
tau1 -2.6 -1.95 -1.61
```

**Annexe 6** : Test de ADF de la série D(lnP)

```
#####  
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #  
#####  
  
Test regression none  
  
Call:  
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)  
  
Residuals:  
      Min       1Q   Median       3Q      Max   
-0.08556 -0.01266  0.00000  0.01001  0.08535  
  
Coefficients:  
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)      
z.lag.1        -0.97186     0.19851  -4.896 7.52e-06 ***  
z.diff.lag1     0.04856     0.16874   0.288  0.7745  
z.diff.lag2     0.22960     0.12280   1.870  0.0663 .    
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1  
  
Residual standard error: 0.03721 on 61 degrees of freedom  
Multiple R-squared:  0.5212,    Adjusted R-squared:  0.4976  
F-statistic: 22.13 on 3 and 61 DF,  p-value: 8.138e-10  
  
Value of test-statistic is: -4.8957  
  
Critical values for test statistics:  
      1pct   5pct  10pct  
tau1 -2.6 -1.95 -1.61
```

### Annexe 7 : Test de ADF de la série lnIVP

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression drift

Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + z.diff.lag)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.7348 -0.3901  0.1457  0.3492  1.3555

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   6.77987    1.30269   5.205 2.33e-06 ***
z.lag.1       -0.90128    0.17281  -5.215 2.24e-06 ***
z.diff.lag    -0.02762    0.12672  -0.218   0.828
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.6588 on 62 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4639,    Adjusted R-squared:  0.4466
F-statistic: 26.83 on 2 and 62 DF,  p-value: 4.036e-09

Value of test-statistic is: -5.2154 13.6001

Critical values for test statistics:
      1pct  5pct 10pct
tau2  -3.51 -2.89 -2.58
phi1   6.70  4.71  3.86
```

### Annexe 8 : Test de ADF de la série D(lnIM)

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression none

Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 - 1 + z.diff.lag)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.95252 -0.22384  0.07539  0.28395  2.84849

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
z.lag.1       -1.1652    0.1666  -6.993 2.21e-09 ***
z.diff.lag     0.2615    0.1226   2.133  0.0369 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.5552 on 62 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.4986,    Adjusted R-squared:  0.4824
F-statistic: 30.83 on 2 and 62 DF,  p-value: 5.078e-10

Value of test-statistic is: -6.9934

Critical values for test statistics:
      1pct  5pct 10pct
tau1  -2.6 -1.95 -1.61
```

### Annexe 9 : Sélection du retard optimal du modèle ARDL

```
$selection
AIC(n)  HQ(n)  SC(n)  FPE(n)
    10     1     1     1
```

# Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique

---

## Annexe 10 : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 1

```
Dataset adjustment to the common sample of all regressors:
Original dataset from 2012(1) to 2017(12)
Adjusted dataset from 1 to 72

AutoRegressive Distributed Lag model

Time series regression with "ts" data:
Start = 3, End = 72

Call:
dynlm::dynlm(formula = formula(fm), data = data, subset = subset)

Coefficients:
(Intercept)      L(Q, 1)      L(Q, 2)      P      L(P, 1)      L(P, 2)
2.0048614      0.9866164     -0.4387675    -0.9556683    0.9715392     -0.4579487
R      L(R, 1)      L(R, 2)      IVP      L(IVP, 1)      L(IVP, 2)
1.0086162     -0.9883610      0.4369842     0.0005518     0.0005372      0.0014436
IM      L(IM, 1)      L(IM, 2)
0.0040703     -0.0070291      0.0030389
```

## Annexe 10-A : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 1

```
Time series regression with "ts" data:
Start = 3, End = 72

Call:
dynlm::dynlm(formula = formula(fm), data = data, subset = subset)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.022667 -0.005819 -0.001636  0.005455  0.046312

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.0048614   0.6190847   3.238  0.00204 **
L(Q, 1)       0.9866164   0.1507129   6.546  2.08e-08 ***
L(Q, 2)      -0.4387675   0.1476246  -2.972  0.00438 **
P            -0.9556683   0.0425507 -22.460 < 2e-16 ***
L(P, 1)       0.9715392   0.1551744   6.261  6.08e-08 ***
L(P, 2)      -0.4579487   0.1474620  -3.106  0.00300 **
R             1.0086162   0.0051846 194.540 < 2e-16 ***
L(R, 1)      -0.9883610   0.1521478  -6.496  2.52e-08 ***
L(R, 2)       0.4369842   0.1488125   2.936  0.00484 **
IVP           0.0005518   0.0023906   0.231  0.81830
L(IVP, 1)     0.0005372   0.0025222   0.213  0.83213
L(IVP, 2)     0.0014436   0.0025351   0.569  0.57136
IM            0.0040703   0.0028189   1.444  0.15443
L(IM, 1)     -0.0070291   0.0040401  -1.740  0.08748 .
L(IM, 2)      0.0030389   0.0029185   1.041  0.30231
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01215 on 55 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9989,    Adjusted R-squared:  0.9986
F-statistic: 3565 on 14 and 55 DF, p-value: < 2.2e-16
```

# Etude de la demande d'essence dans les stations-services de la SONACOP de 2012 à 2017 : approche économétrique

## Annexe 10-B : Résultats de l'application de l'approche ARDL (2,2) du modèle 2

```
Time series regression with "ts" data:
start = 2012(3), End = 2017(12)

call:
dynlm::dynlm(formula = formula(fm), data = data, subset = subset)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.024049 -0.006885 -0.000632  0.005498  0.047038

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.046838   0.568138   3.603 0.000634 ***
L(q, 1)       0.959029   0.143435   6.686 8.00e-09 ***
L(q, 2)      -0.412395   0.141464  -2.915 0.004966 **
r             1.008105   0.005026 200.579 < 2e-16 ***
L(r, 1)      -0.960761   0.144767  -6.637 9.72e-09 ***
L(r, 2)       0.411024   0.142641   2.882 0.005456 **
p            -0.950208   0.038810 -24.483 < 2e-16 ***
L(p, 1)       0.934435   0.147054   6.354 2.94e-08 ***
L(p, 2)      -0.430043   0.140822  -3.054 0.003347 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01193 on 61 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9988,    Adjusted R-squared:  0.9987
F-statistic: 6471 on 8 and 61 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

## Annexe 10-C : Résultats des tests de diagnostics de l'approche ARDL (2,2) du modèle 2

Jarque Bera Test

data: resid(mcol)  
X-squared = 51.402, df = 2, p-value = 6.89e-12

Breusch-Godfrey test for serial correlation of order up to 1

data: mcol  
LM test = 0.081963, df = 1, p-value = 0.7747

Test de normalité des erreurs de Jarque-Bera

Test d'autocorrélation des erreurs de Breusch-Godfrey

studentized Breusch-Pagan test

data: mcol  
BP = 8.5744, df = 8, p-value = 0.3795

Test d'hétéroscédasticité des erreurs de Breusch-Pagan

## Annexe 11 : Test de cointégration suivant l'approche ARDL

```
Bounds Test:
Q ~ +1 + L(Q, 1) + L(Q, 2) + P + L(P, 1) + L(P, 2) + R + L(R, 1) + L(R, 2)

PSS case 3 ( unrestricted intercert, no trend )
Regressors (K) 2

d(y_t) = alpha + pi (y_{t-1}, x_t)' + phi (d(y_t), d(x_t))' + epsilon_t
Null hypothesis (H0): No long-run relation exist, ie H0:pi=0

      I(0)    I(1)
10%   3.17   4.14
5%    3.79   4.85
2.5%  4.41   5.52
1%    5.15   6.36

wald test to compare the models:
d(Q) ~ +1+L(d(Q)) +d(P)+d(R)
d(Q) ~ +1+L(d(Q)) +L(Q,1)+P+R+d(P)+d(R)

F statistic  2.449796

Existence of a Long Term relation is rejected at 5% (even assuming all regressors I(0)
)
```

**Annexe 12** : Sélection du retard optimal du modèle VAR

```
Best AIC: lag= 1
Best BIC: lag= 1
Best HQ : lag= 1
~ |
```

**Annexe 13** : Estimation VAR(1) du modèle 2

```
VAR Estimation Results:
=====
Endogenous variables: diff.Q., diff.P., R
Deterministic variables: both
Sample size: 70
Log Likelihood: 327.111
Roots of the characteristic polynomial:
0.5455 0.5455 0.01405
Call:
VAR(y = modele1, p = 1, type = "both")

Estimation results for equation diff.Q.:
=====
diff.Q. = diff.Q..l1 + diff.P..l1 + R.l1 + const + trend

              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
diff.Q..l1    0.307922   0.106201   2.899  0.00509 **
diff.P..l1   -0.704013   0.939146  -0.750  0.45618
R.l1         -0.945358   0.138397  -6.831 3.45e-09 ***
const         9.253375   1.357708   6.815 3.67e-09 ***
trend        -0.006545   0.002002  -3.269  0.00173 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.295 on 65 degrees of freedom
Multiple R-Squared: 0.4293,    Adjusted R-squared: 0.3942
F-statistic: 12.22 on 4 and 65 DF,  p-value: 1.812e-07
```

**Annexe 14** : Résultats des tests de diagnostics de l'estimation VAR(1)

\$JB

JB-Test (multivariate)

data: Residuals of VAR object modele6  
Chi-squared = 49.93, df = 6, p-value = 4.856e-09

Breusch-Godfrey LM test

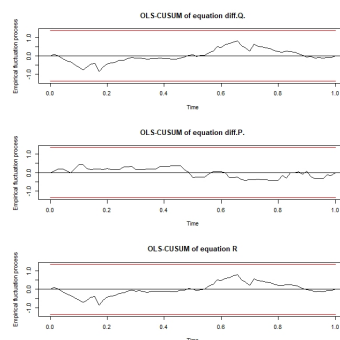
data: Residuals of VAR object modele6  
Chi-squared = 54.012, df = 45, p-value = 0.168

Test de normalité des erreurs de Jarque-Bera    Test d'autocorrélation des erreurs de Breusch-Godfrey

ARCH (multivariate)

data: Residuals of VAR object modele6  
Chi-squared = 185.67, df = 180, p-value = 0.3704

Test d'ARCH



Test de stabilité