



المندوبية السامية للتخطيط  
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC  
\*\_\*\_\*\_\*\_\*  
HAUT COMMISSARIAT AU PLAN  
\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*\_\*  
INSTITUT NATIONAL  
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE APPLIQUEE



**INSEA**

## Projet de Fin d'Etudes

\*\*\*\*\*

### Détermination des mésalignements du taux de change : Cas du Maroc

Préparé par : **Mme Basma SABAR**  
**M. Ilyass BELHOUARI**

Sous la direction de : **M. Abdellali FADLALLAH (INSEA)**  
**M. Nacer BENALLOU (Attijariwafa Bank)**

*Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du*

## Diplôme d'Ingénieur d'Etat

**Filières : Actuariat-Finance**  
**Statistique-Economie appliquée**

*Devant le jury composé de :*

- **M. En-Nacer EL KADIRI (INSEA)**
- **M. Abdellali FADLALLAH (INSEA)**
- **M. Nacer BENALLOU (Attijariwafa Bank)**

**Juin 2018 / PFE N° 20**

# Dédicace

*Á mes très chers parents,*

Pour votre amour démesuré et soutien inconditionnel, pour votre patience et vos sacrifices. J'espère être à la hauteur de l'image que vous faites de moi.

*Á mon frère,*

Pour ces chansons que l'on joue ensemble, pour le Kubrick que tu deviens quand je suis là. Je vis pour ces petits moments de bonheur.

*Á Zouhaïr,*

Pour la complicité et l'entente qui nous unissent . . . Et les papillons.

*Á Sara et Houna,*

En témoignage de mon grand amour et affection.

*Á Ilyass,*

Sans toi, ce travail n'aurait pas eu lieu, littéralement.

# Dédicace

*Je dédie ce projet de fin d'études à mes parents pour leur amour inestimable, leur soutien, leurs encouragements leurs sacrifices incontournables et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer. A mon frère et ma sœur Younes et Yasmine pour leurs amour, et leurs présence malgré la distance qui nous sépare. A ma famille ainsi que mes amis Inco, Akechar, Zizi, Ghaneme, Hatimy, Akazi, Spopo, Abidjan, Farouk, Skawkaw, Sahli, Zeri9a et Ouji.*

*A mon binôme Caniche, qui sans elle ce travail n'aurait pas vu le jour.*

# Remerciements

Il nous est agréable de nous acquitter d'une dette de reconnaissance auprès de toutes les personnes dont l'intervention au cours de ce projet a favorisé son aboutissement.

Ainsi nous tenons à remercier le professeur *M. FADLALLAH Abdellali* pour son encadrement, ses conseils judicieux, et pour toutes les connaissances qu'il nous a transmises.

Nous ne manquerions également d'exprimer nos remerciements à nos encadrants de stage à toute l'équipe de la salle de marché de Attijariwafa Bank pour leur contribution dans ce travail, et surtout à notre encadrant *M. Nacer BENALLOU* pour son accueil, sa confiance, son aide et ses conseils précieux.

Nous remercions également *M. En-Nacer EL KADIRI* qui nous a honoré en acceptant de juger notre travail.

Nos vifs remerciements vont finalement à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.



# Résumé

---

Le contexte économique actuel, caractérisé par une insertion accrue dans les échanges mondiaux accompagnée par l'adoption de régimes de change plus flottants justifie le regain d'intérêt porté à l'étude de la dynamique du taux de change au Maroc. Le niveau des mésalignements du taux de change constitue l'un des principaux facteurs de l'équilibre macroéconomique, dans la mesure où il détermine non seulement la stabilité macroéconomique, mais également l'intégration d'une économie dans les marchés internationaux. Dès lors, l'évaluation de la politique des taux de change est tributaire d'une examination du TCR par rapport à son niveau d'équilibre.

L'objet de cette étude est d'évaluer empiriquement la dynamique du taux de change d'équilibre par le biais de deux approches : l'approche macroéconomique de la méthode CGER développée par les experts du FMI et l'approche comportementale du taux de change d'équilibre (approche BEER).

D'après les résultats de cette étude, nous remarquons une sous-évaluation du dirham au cours de la période entre 1992 et 2000, suivie par une période de surévaluation entre les années 2001 et 2016.

**Mots clés :** Taux de change réel d'équilibre, mésalignement, approche macroéconomique, approche comportementale du TCER, balance commerciale, modèle VECM, FEER, BEER.

---

# Abstract

The current economic context, characterized by an increased integration into world trade accompanied by the adoption of more floating exchange rate regimes, justifies renewed interest in the study of the dynamics of the exchange rate in Morocco. The level of exchange rate misalignments is one of the main factors in macroeconomic balance, in that it determines not only macroeconomic stability, but also the integration of an economy into international markets. Therefore, the assessment of the exchange rate policy depends on an examination of the ERE in relation to its equilibrium level.

The purpose of this study is to empirically evolve equilibrium exchange rate dynamics throughout two approaches : the macroeconomic approach of the CGER method developed by IMF experts and the Behavioral Equilibrium Exchange Rate approach (BEER).

According to the results of this study, we note an undervaluation of the dirham during the period between 1992 and 2000, followed by a period of overvaluation between the years 2001 and 2016.



# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>1</b>
<b>I Chapitre préliminaire</b>	<b>3</b>
I.1 Les déterminants du choix d'un régime de change optimal . . . . .	4
I.1.1 Les régimes de change flexibles . . . . .	4
I.1.2 Les régimes de change fixes . . . . .	5
I.1.3 Comparaison entre le régime de change fixe et flexible . . . . .	6
I.2 Evolution historique de la politique de change au Maroc . . . . .	7
I.3 Analyse de la dynamique du taux de change au Maroc . . . . .	10
I.3.1 Définitions et calcul du taux de change . . . . .	11
I.3.2 Evolution du taux de change effectif réel . . . . .	12
<b>II Approche d'équilibre macroéconomique</b>	<b>15</b>
II.1 Définitions . . . . .	15
II.2 Synthèse de la littérature théorique et empirique . . . . .	18
II.2.1 Synthèse de la littérature théorique . . . . .	18
II.2.2 Synthèse de la littérature empirique . . . . .	21
II.3 Cadre méthodologique . . . . .	22
II.3.1 Estimation du solde du compte courant norme . . . . .	23
II.3.2 Aspects théoriques de la régression panel . . . . .	25
II.3.3 Estimation du solde du compte courant sous-jacent . . . . .	31
II.4 Application de l'approche macro-économique et analyse des résultats . . . . .	34

---

II.5 Conclusion . . . . .	40
<b>III Approche comportementale du Taux de Change Réel d'Equilibre</b>	<b>43</b>
III.1 Synthèse de la littérature empirique et théorique de l'approche comportementale du taux de change d'équilibre . . . . .	44
III.1.1 Théorie de la PPA . . . . .	44
III.1.2 Théorie du modèle vectoriel à correction d'erreurs . . . . .	49
III.2 Application Empirique . . . . .	52
III.2.1 Description des variables . . . . .	52
III.2.2 Stationnarité des variables . . . . .	57
III.2.3 Détermination du nombre de retard . . . . .	57
III.2.4 Test de cointégration par la méthode de Johansen . . . . .	57
III.2.5 Estimation du modèle VECM . . . . .	58
III.3 Conclusion . . . . .	64
<b>Conclusion</b>	<b>65</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>67</b>
<b>Annexe I : Sorties de l'approche macro-économique</b>	<b>69</b>
<b>Annexe II : Sorties de l'approche comportementale du taux de change</b>	<b>75</b>

# Table des figures

I.1	Le taux de change effectif réel . . . . .	12
II.1	Taux de change d'équilibre fondamental . . . . .	18
II.2	Procédure Générale de Tests d'Homogénéité . . . . .	26
II.3	Résultats du test de Jarque-Bera . . . . .	38
II.4	Resprésentation des mésalignements . . . . .	40
II.5	Comparaison entre TCERE et TCER . . . . .	40
III.1	Le TCER Marocain entre 1999 et 2016 . . . . .	53
III.2	La balance commerciale . . . . .	54
III.3	La dette extérieure . . . . .	54
III.4	La dépense publique . . . . .	55
III.5	PIB . . . . .	56
III.6	Le taux de couverture . . . . .	56
III.7	Comparaison entre le VECM et la base de données . . . . .	61
III.8	Résultats du test de Jarque-Bera . . . . .	62
III.9	Résultats du test de Breusch-Godfrey . . . . .	62
III.10	Résultats du test de Breusch-Pagan . . . . .	63
III.11	Représentation du mésalignement . . . . .	64
III.12	Sortie pooled . . . . .	69
III.13	Sortie effets fixes . . . . .	70
III.14	Sortie effets aléatoires . . . . .	71
III.15	Sortie test de spécification des effets individuels . . . . .	72
III.16	Sortie test de Hausman . . . . .	72

III.17	Sortie effets fixes de chaque pays . . . . .	73
III.18	Sortie test de Jarque-Bera . . . . .	73
III.19	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Balance commerciale . . . . .	75
III.20	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Balance commerciale . . . . .	75
III.21	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dette extérieure . . . . .	76
III.22	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dette extérieure . . . . .	76
III.23	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dépenses publiques . . . . .	76
III.24	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dépenses publiques . . . . .	77
III.25	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : PIB . . . . .	77
III.26	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : PIB . . . . .	77
III.27	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : TCER . . . . .	78
III.28	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : TCER . . . . .	78
III.29	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Taux de couverture . . . . .	78
III.30	Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Taux de couverture . . . . .	79
III.31	Sortie nombre de retards . . . . .	79
III.32	Sortie test de cointégration par la méthode Johansen . . . . .	80
III.33	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	81
III.34	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	82
III.35	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	83
III.36	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	84
III.37	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	85
III.38	Sortie de l'estimation du modèle VECM . . . . .	86
III.39	Sortie estimation de l'équation du modèle . . . . .	87
III.40	Sortie estimation de l'équation du modèle . . . . .	88
III.41	Sortie estimation de l'équation du modèle . . . . .	88
III.42	Sortie du test de normalité des résidus . . . . .	88
III.43	Sortie du test d'autocorrélation des résidus . . . . .	89
III.44	Sortie du test d'homoscédasticité . . . . .	89
III.45	Sortie du filtre de Hodrick-Prescott . . . . .	89
III.46	Sortie du filtre de Hodrick-Prescott . . . . .	90
III.47	Sortie du filtre de Hodrick-Prescott . . . . .	90

---

III.48Sortie du filtre de Hodrick-Prescott . . . . .	91
III.49Sortie du filtre de Hodrick-Prescott . . . . .	91



# Liste des tableaux

I.1	Avantages et inconvénients des deux régimes de change . . . . .	7
I.2	Poids des devises du panier du MAD pour les années 1973 et 1980 . . . . .	8
II.1	Estimation des élasticités prix des exportations et importations . . . . .	34
II.2	Coefficients de l'estimation pooled . . . . .	35
II.3	Coefficients de l'estimation à effets fixes . . . . .	35
II.4	Coefficients de l'estimation à effets aléatoires . . . . .	36
II.5	Effet fixe pour le Maroc . . . . .	37
II.6	Résultats de calcul du TCR . . . . .	39
III.1	Résultats des tests sur la stationnarité . . . . .	57
III.2	Critères de détermination du retard optimal . . . . .	58
III.3	Résultats du test de Johansen . . . . .	58
III.4	Correlation entre TCERF et TCER . . . . .	61



# Liste des sigles et acronymes

<b>TCER</b>	<i>Taux de change effectif réel</i>
<b>VECM</b>	<i>Vector error correction model</i>
<b>BEER</b>	<i>Behavioral equilibrium exchange rate</i>
<b>CGER</b>	<i>The Consultative Group on Exchange Rate Issues</i>
<b>VAR</b>	<i>Vector auto-regressive</i>
<b>PPA</b>	<i>Parité de Pouvoir d'Achat</i>
<b>PIB</b>	<i>Produit Intérieur Brut</i>
<b>RNB</b>	<i>Revenu National Brut</i>
<b>FMI</b>	<i>Fond monétaire international</i>
<b>BAM</b>	<i>Bank Al-Maghrib</i>
<b>NFA</b>	<i>Position des avoirs extérieurs nette</i>
<b>CA</b>	<i>Current account</i>
<b>KA</b>	<i>Capital account</i>
<b>MB</b>	<i>Macroeconomic Balance</i>



# Introduction

Le niveau des mésalignements est un sujet particulièrement pesant dans la réflexion des acteurs économiques. Le suivi de l'évolution du taux de change est d'une importance majeure pour les autorités monétaires des pays, et plus particulièrement les pays en développement tels que le Maroc, dans la mesure où le niveau du taux de change est étroitement lié aux variables macro-économiques. Toutefois, une identification consensuelle de celui-ci n'a pas encore été établie.

Tout écart du taux de change par rapport à son niveau d'équilibre peut impacter significativement la situation économique globale d'un pays. En effet, les mésalignements portent plusieurs problèmes, notamment l'incertitude vis-à-vis de la rentabilité de l'investissement dans le secteur des biens échangeables ainsi que la difficulté de gestion des finances publiques, de la dette extérieure et des réserves de change.

Ces difficultés ont ainsi poussé les notifications des pays-membres au FMI à essayer de développer des normes d'évaluation dans la perspective d'analyser le niveau de mésalignement optimal, son évolution et ses impacts sur la croissance économique. Les conclusions à ces études diffèrent et se contredisent même dans quelques cas. Cependant, quelle que soit l'approche, le niveau du taux de change réel n'est pas sans conséquences sur la position extérieure et la soutenabilité de la balance des paiements.

Deux faits économiques majeurs fondent l'intérêt porté à l'étude de la dynamique du taux de change au Maroc. Premièrement, on a remarqué que ce nouveau contexte économique, caractérisé par une intégration accrue dans les marchés internationaux ainsi que l'adoption d'un régime de plus en plus flottant a élargi la bande de fluctuations du taux de change et l'a rendu susceptible aux déséquilibres. Deuxièmement, une distorsion persistante et récurrente du taux de change réel est considérée comme étant à l'origine de crises économiques et de performances économiques médiocres.

Ainsi, la détermination des facteurs qui animent la volatilité du taux de change réel et les déterminants d'un taux de change réel de référence est particulièrement intéressante au Maroc, et attire fortement l'attention des politiciens, des autorités économiques et des économistes. En effet, certaines études ont montré que le taux observé du dirham correspond à un équilibre qui dépend principalement des fondamentaux macro-économiques de l'économie et des anticipations sur les fondamentaux futurs. D'autres ont relié le TCR

à la compétitivité et l'ont interprété comme indicateur de celle-ci.

L'objet de ce travail est d'évaluer de manière empirique la dynamique du taux de change d'équilibre par deux méthodes de détermination des mésalignement développées par le FMI, à savoir : l'approche macro-économique selon laquelle le taux d'équilibre est celui qui égalise le compte courant sous-jacent à un compte courant norme et l'approche du taux de change d'équilibre qui détermine le taux en fonction des variables macro-économiques fondamentales.

Nous présenterons dans un chapitre préliminaire des notions générales sur le régime de change, et plus particulièrement les déterminants du choix d'un régime de change optimal, nous discuterons également la dynamique du taux de change au Maroc ; ensuite, nous entamerons l'approche macro-économique en commençant par définir les différentes notions relatives à cette méthode, pour poursuivre avec une synthèse de la littérature théorique et les travaux empiriques, et finir avec une application pour la détermination de la valeur fondamentale du dirham marocain par cette approche ; la dernière partie de ce travail concernera l'approche du TCER, nous procéderons de la même manière que pour le chapitre précédant en commençant par introduire la théorie de la PPA ainsi que le modèle VECM, pour aboutir enfin à l'estimation du modèle et la détermination du mésalignement.

# Chapitre I

## Chapitre préliminaire

La fin des accords de Bretton-Woods a été marquée par une ruée vers la flexibilité. En effet, la succession des crises qui se sont déclenchées lors des années 90 a fait ressortir la vulnérabilité des systèmes intermédiaires jugés trop fragiles face aux crises. Dans cette perspective, l'évidence empirique montre qu'il est difficile de maintenir un régime de change fixe à long terme dans un contexte de libéralisation des flux de capitaux. Ces régimes de fixité ont été jugés comme étant insoutenables et générateurs de crises.

Dans ce sens, certains pays émergents et en développement ont été forcés à passer vers un régime de change flexible. Pour d'autres pays, le chemin vers la flexibilité a été beaucoup plus serein et la transition vers des régimes plus flexibles était en grande partie déterminée par le degré d'ouverture économique et financier. Au Maroc, le régime de change mis en place par les autorités monétaires a permis le maintien d'un cadre de stabilité macroéconomique. Toutefois, le Maroc s'est engagé, depuis le début des années 80, dans un large processus de libéralisation de son économie qui a touché quasiment tous les secteurs.

Par conséquent, l'économie marocaine est de plus en plus exposée à des chocs exogènes externes et à cause de la pression grandissante sur les réserves de change, il est nécessaire d'augmenter la capacité d'ajustement et d'absorption des chocs. Cette politique offre aussi l'avantage de limiter la volatilité des taux de change avec ses effets perturbateurs sur les flux commerciaux et les flux d'investissements directs. En revanche, une mauvaise utilisation de cette politique peut conduire à des conséquences beaucoup plus redoutables si elle se traduit au bout du compte par une forte surévaluation du dirham. Il ressort de la littérature économique que la politique économique est généralement sensible aux effets des volatilités, tandis que l'influence d'une plus ou moins forte volatilité est plus difficile à mettre en évidence.

Ainsi, à partir de 2018, le Maroc a entamé le processus de flexibilisation du Dirham. Le FMI affirme à ce titre que « De pair avec les réformes structurelles, ce régime pourrait aider le Maroc à relever les défis de la compétitivité et vraisemblablement contribuer à

doper la croissance à moyen terme ». Dans ce chapitre préliminaire, nous allons décrire les déterminants de l'adoption d'un régime de change, l'évolution de la politique de change au Maroc, ainsi que l'évolution du taux de change effectif réel.

## I.1 Les déterminants du choix d'un régime de change optimal

Le régime de change est constitué de l'ensemble des règles conditionnant l'intervention des autorités monétaires sur le marché des changes. Le choix d'un régime de change optimal est celui qui permet de favoriser une meilleure stabilité économique en réduisant les fluctuations de productions et de l'inflation.

Donc il est important de bien choisir le régime de change approprié à l'économie du pays. De plus, Il n'existe pas un seul régime de change optimal à tous les pays mais un régime optimal adéquat à chaque pays. Par conséquent, il est nécessaire de connaître les facteurs qui influencent le choix du régime. Dans cette partie nous allons définir les déterminants du régime de change optimal et faire une comparaison entre les régimes de change fixes et flexibles.

### I.1.1 Les régimes de change flexibles

Le traçage d'une ligne de démarcation entre les deux types de régimes de change extrêmes s'avère difficile. Mais si nous nous basons sur les différents systèmes de change existants, on peut dégager quelques critères qui permettent d'évaluer le degré de flexibilité. Il est nécessaire de commencer par décrire les critères qui jugent s'il s'agit d'un régime fixe ou flexible et de clarifier quelques termes techniques de base :

- **Monnaie de référence** : prenons par exemple le cas d'un pays qui décide de rattacher sa monnaie à l'Euro. Il détermine sur la base des considérations généralement économiques, la parité bilatérale vis à vis de la référence (Euro).
- **Taux de marché ou taux courant** : c'est le taux de change nominal par le biais duquel sont effectuées les transactions. Ce qui importe à dire à ce niveau, c'est que la détermination des taux de change courants est influencée par les ventes et les achats de tout excédant spontané d'offre ou de demande de l'Euro. De même, la fluctuation de l'Euro par rapport au dollar affecte l'évolution du taux de change de marché.
- **Bande de variation** : l'effet des petites fluctuations autour de la parité de référence rend le recours à une bande de variation plus intéressant. La parité de référence devient la parité centrale de la bande. Le degré d'intervention des autorités monétaires dépend de la largeur de la bande. En effet, dès que le taux flexible s'approche des

limites de la bande, les autorités interviennent pour maintenir le taux de référence.

- **Indicateur du taux de change réel** : cet indicateur du taux de change réel est construit à partir des rapports des prix à la consommation. Les autorités ajusteront régulièrement le taux de marché au rythme de la variation du différentiel d'inflation avec le dollar (\$), le rattachement peut être monétaire ou bien réel.

En se basant sur les discussions précédentes, un système fixe est rattaché nominalement s'il répond aux conditions suivantes :

- La parité "fixe" suppose un engagement solide et de façon crédible pour soutenir la fixité du taux de change.
- Le recours à la modification de la parité de référence doit être rare, il ne doit être fait que pour des raisons de changement structurel.
- La fluctuation du taux de marché doit être faible et se fait autour d'un taux central.

De l'autre côté, un système sera dit flexible si :

- Une large bande de variation est nécessaire pour que le rattachement de la monnaie domestique de type nominal soit considéré comme flexible.
- Les interventions des autorités monétaires et leurs fréquences doivent être imprévisibles.
- Les agents économiques ne disposent d'aucune référence nominale stable.
- Le taux de marché doit être déterminé par la libre force de l'offre et de la demande.

### I.1.2 Les régimes de change fixes

La fixité du taux de change se fait en se référant à des critères spécifiques, à un niveau de référence donné et par rapport à une monnaie donnée ou bien par rapport à une moyenne pondérée d'un panier des monnaies. Pour le maintenir à son niveau de référence les autorités monétaires interviennent sur le marché des changes à travers les banques centrales ou bien en agissant sur les taux d'intérêt, tout en suivant les variations de leurs monnaies par rapport aux monnaies fortes.

Par ailleurs, si pour les régimes ancrés par rapport à une seule monnaie on se réfère à la fluctuation de la monnaie de référence, pour le cas où l'ancrage serait pluri-monétaire, le recours à un indicateur en vue de déterminer l'effet de la fluctuation des différentes monnaies sur le taux de référence moyenne est nécessaire. Cet indicateur est le taux de change effectif nominal.

Dans le cas où il existerait une bande de variation autour du taux central de la bande, la banque centrale n'intervient que si le taux de change risque de sortir de cette bande de variation. En fixant le taux de change par rapport à une seule monnaie cela garantit la stabilité vis à vis de cette référence, tout en flottant contre les autres monnaies. De même, le rattachement par rapport à un panier des monnaies laisse cette monnaie fluctuer et les

cours bilatéraux varier.

### I.1.3 Comparaison entre le régime de change fixe et flexible

Le régime de change fixe présente plusieurs avantages. Il confère une certaine confiance dans la devise du pays dans la mesure où celle-ci est rattachée à une devise déterminée ou à un panier de devises. Le régime de change fixe va souvent de pair avec de meilleurs résultats en matière d'inflation, notamment, dans les pays en développement ou dans les pays émergents. La crédibilité de l'engagement pris par la banque centrale de défendre la parité de sa monnaie est donc essentielle. Le régime de change fixe favorise également la croissance de la production et l'intégration économique du pays.

Néanmoins, ce régime freine l'ajustement extérieur (exemple récent des pays émergents d'Europe), limite le recours aux politiques macroéconomiques et accroît la vulnérabilité aux crises. Le taux de change fixe est ainsi parfois maintenu à des niveaux incompatibles avec la situation économique d'un pays. Parmi les inconvénients d'un système de change fixe, on notera enfin le fait que les politiques monétaires des pays sont moins libres et que les réserves internationales de devises du pays doivent très souvent être conséquentes pour défendre la parité de la monnaie.

En contrepartie le régime de change flexible permet un ajustement plus rapide aux chocs externes puisque l'ajustement du taux de change de la devise est constant. Ainsi, la politique monétaire menée par la banque centrale et budgétaire définie par les autorités du pays, peuvent être plus flexibles et s'ajuster au travers les variations du taux de change de la devise du pays.

La banque centrale a normalement un besoin moindre de détention de réserves importantes de devises pour défendre le cours de la monnaie. Ainsi, on peut se référer au modèle de Mundell-Fleming qui a servi comme un premier cadre d'interprétation pour souligner les avantages respectifs de tel ou tel régime en fonction de l'assignation des instruments de la politique économique. Ce modèle de Mundell-Fleming, qui est un modèle Keynésien de demande où les prix sont constants, suggère que le choix du système de change à une influence sur l'efficacité des politiques de stabilisation et par conséquent une influence sur les variables économiques de base. Ainsi, dans le cadre d'un régime de change fixe, en prenant les deux cas où il y a une forte ou une faible mobilité des capitaux, une politique monétaire expansive n'a aucun effet sur le niveau de la production à long terme. Son effet de court terme est transitoire.

Les principaux inconvénients du système de change flottant sont que les cours de change enregistrent une volatilité plus grande et cela peut donc avoir une influence négative notamment pour les entreprises et le commerce international. Un régime de change flexible peut ainsi être inflationniste dans la mesure où il entraîne moins de contraintes dans les politiques monétaires des pays. Les fluctuations dues aux mouvements de capitaux à court

terme peuvent être importantes. La devise du pays peut aussi inspirer une moins grande confiance qu'une devise à taux de change fixe .

TABLE I.1 – Avantages et inconvénients des deux régimes de change

	Régime de change fixe	Régime de change flexible
<b>Avantages</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Confère une confiance en la devise du pays.</li> <li>- Permet d'avoir le contrôle sur sa monnaie.</li> <li>- Facilite la lutte contre l'inflation.</li> <li>- Limite les risques de change.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralise l'impact des chocs externes.</li> <li>- Politique monétaire plus flexible</li> <li>- Le taux de change reflète le niveau de confiance réel des investisseurs envers la monnaie.</li> </ul>
<b>Inconvénients</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pression sur les réserves de change.</li> <li>- Dépendance envers la politique monétaire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Source d'inflation importée.</li> <li>-Risque d'avoir un taux de change qui n'est pas en accord avec la politique économique souhaitée.</li> <li>-Volatilité plus élevée du taux de change</li> </ul>

## I.2 Evolution historique de la politique de change au Maroc

Dans cette partie, nous allons présenter l'évolution de la politique de change au Maroc ainsi que les motivations et les prérequis nécessaires pour passer à un régime de change flexible.

Le 17 octobre 1957, le dirham marocain vint remplacer le franc marocain, son prédécesseur créé sous le protectorat français. La nouvelle monnaie nationale devait redonner au Maroc toute son autonomie financière et économique. Elle était rattachée par une parité fixe au franc français (FF) car le Maroc avait plusieurs échanges commerciaux avec la France et à cause des liens historiques entre le Maroc et la France. En effet la part des échanges commerciaux du Maroc avec la France représentait 47% du total des échanges à cette période. Dès lors, le régime de change a connu des évolutions importantes pour accompagner la mutation de l'économie marocaine.

### Période entre 1973 et 1980 :

Durant le début des années 70, l'évolution mondiale des politiques de change a connu une tendance relativement instable qui a conduit les autorités marocaines à prendre la stabilité de change comme étant un objectif principal pour maintenir la compétitivité extérieure. Historiquement, il était fixé par rapport au franc français, qui avait connu des instabilités durant le début des années 70, provoquant des déséquilibres de la valeur du dirham. En mai 1973, le lien avec le franc français a été rompu, les autorités ont choisi d'attacher le dirham marocain à un panier de 9 devises.

Au début de 1980, la pondération des monnaies qui composent le panier de référence a été modifiée de manière significative, pour mieux tenir compte du poids des partenaires commerciaux ainsi que des monnaies utilisées dans les règlements externes.

Le tableau suivant représente les poids des devises du panier du dirham marocain pour l'année 1973 et l'année 1980 :

TABLE I.2 – Poids des devises du panier du MAD pour les années 1973 et 1980

Monnaie	FF	USD	PE	LI	LS	DM	FS	FB	FH
1973	38%	15%	15%	8%	8%	7%	4%	3%	2%
1980	25%	32%	15%	5%	8%	7%	2%	4%	2%

### Période à partir de 1983 :

A partir de 1983, l'adoption d'un programme d'ajustement structurel a marqué le début d'une série de réformes entreprises par les pouvoirs publics pour moderniser et libéraliser l'économie afin de faire face aux exigences du nouvel environnement économique international, en mettant en place une politique de libéralisation économique et financière progressive et continue, dont le but est de remédier aux déséquilibres externes. Les principales mesures mises en place sont :

- *Instauration d'une politique de dévaluation :*

La politique de dévaluation avait pour but de renforcer la compétitivité des produits nationaux pour faire face à la concurrence extérieure et pour relancer la croissance économique. En 1990, le Maroc a dévalué sa monnaie de 10%.

- *Convertibilité partielle du dirham marocain :*

En 1933, le Maroc a instauré la convertibilité du dirham pour les opérations courantes, afin de dynamiser le marché de change et contribuer à l'accroissement des flux de capitaux étrangers. Dans ce sens, en 1996, il a mis en place un marché de changes. L'objectif étant de

permettre aux banquiers marocains d'améliorer considérablement les conditions d'exécution des ordres en devises de leur clientèle, développer les techniques de couverture à terme et promouvoir l'émergence d'un marché monétaire interne en devise par des opérations de prêts et d'emprunts interbancaires en monnaies étrangères.

En 2001, et avec l'apparition de l'euro, BAM va procéder à un ajustement de la composition du panier de devises en faveur de l'euro, afin de refléter l'ancrage par rapport à la zone Euro. Les pondérations des devises du panier de cotation ont été fixé à 80% pour l'euro et 20% pour le dollar US.

En avril 2015, BAM a réaménagé le panier de devises en augmentant la pondération du dollar au détriment de l'euro. Actuellement, le régime de change applicable est un régime de parité fixe avec un rattachement du dirham à un panier de devises qui se compose de 60% d'euro et 40% de dollar US, c'est-à-dire que la valeur du dirham contre les monnaies étrangères est déterminée sur la base des cours des devises constituant le panier pondérés de leurs poids. Mais il ne s'agit pas d'une fixité parfaite puisque la parité du dirham fluctue à l'intérieur d'une bande de +/- 2.5% de part et d'autre du taux central depuis son élargissement le 15 janvier 2018 par BAM.

#### **Passage à un régime plus flexible :**

Avant d'atteindre le flottement total du dirham, le système de change passera par plusieurs phases transitoires. Dans un premier temps, il s'agirait d'élargir les bandes de fluctuation du dirham et voir comment le marché réagit à ce changement. Dans un deuxième temps, et de façon progressive, la parité du dirham sera définie par les forces du marché; donc suppression de la fixité et de l'ancrage à un panier de devises; avec toutefois une intervention de l'Etat limitée. Enfin, et en dernière étape, le dirham serait librement convertible.

Cependant, pour le moment, aucun calendrier n'est établi. Le processus devrait s'étaler sur 15 ans. En effet, la durée de transition vers le flottement et la crédibilité des autorités dans la mise en œuvre de ce processus sont des facteurs indispensables à la réussite de ce processus.

Le régime de change liant le dirham à un panier de devises a joué un rôle important dans le maintien de la stabilité macroéconomique en permettant aux autorités de maintenir l'inflation autour d'une valeur qui ne dépasse pas 3%. Cependant, dans le cadre de l'ouverture accrue de l'économie marocaine et de sa transformation structurelle, un taux de change flexible offrirait des marges de manœuvre supplémentaires à la gestion macroéconomique.

#### **Motivation et prérequis de la réforme :**

La décision de réformer le régime de change au Maroc a plusieurs motivations notamment, l'amélioration de la compétitivité de l'économie marocaine, l'atténuation des déséquilibres extérieurs et des chocs exogènes, l'accompagnement du développement du secteur financier et la limitation des pressions sur les réserves de change.

Cependant, pour que le passage, d'un régime de change fixe à un régime de change flexible, se fasse dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'avoir comme prérequis :

- La solidité des fondamentaux macro-économiques : le cadre macro-économique actuel du Maroc, lui permet d'entamer la réforme du régime de change. En effet, après plusieurs réformes, le déficit du niveau du trésor, du niveau d'endettement public, des réserves de change et du niveau d'inflation, ont atteint un niveau soutenable.
- La solidité du système bancaire : les nombreuses réformes du système bancaire ont abouti à un système plus solide et stable. L'agence de notation internationale Standard Poor's a relevé la note du secteur bancaire marocain, le faisant passer du groupe 8 au 7 sur une échelle de 1 à 10, où 10 est la pire note et 1 la meilleure.
- Un niveau suffisant de réserves de change : Le calcul de l'indice ARA et de l'ARA ajustée permet d'évaluer le niveau des réserves de change. Ce ratio doit être égal ou supérieur à 100%. Pour le cas du Maroc, il est de 111%.
- l'adaptation du cadre politique monétaire au ciblage d'inflation : avant le passage à un taux de change flexible, le Maroc doit revoir sa politique monétaire plus qu'il ne sera plus capable de contrôler le taux de change, qui est un outil de ciblage de l'inflation.
- Une maîtrise des risques de change : dans un régime de change flexible, les transactions qui s'effectuent en devises étrangères sont exposées à un risque de pertes potentielles. Donc les entreprises doivent apprendre à se couvrir contre le risque de change.

### I.3 Analyse de la dynamique du taux de change au Maroc

L'analyse de la dynamique du taux de change peut se faire à travers plusieurs indices, notamment le taux de change effectif réel que nous allons définir et dont nous analyserons l'évolution dans ce paragraphe.

### I.3.1 Définitions et calcul du taux de change

De manière générale, le taux de change désigne le prix d'une monnaie (nationale) en une autre (devise). Il peut être appréhendé de plusieurs manières.

Le taux de change nominal est le prix d'une monnaie exprimée en une autre monnaie. C'est le nombre d'unités monétaires que l'on peut obtenir en échange d'une unité d'une autre monnaie. Le taux de change nominal ou courant, que constate le marché des changes, est coté de deux façons, au certain et à l'incertain.

Le taux de change au certain est le nombre d'unités de monnaie étrangère que l'on peut obtenir avec une unité de monnaie nationale. Le taux de change à l'incertain est le nombre d'unités de monnaie nationale qu'il faut fournir pour avoir une unité de monnaie étrangère.

La définition du taux de change nominal ne reflète pas les différences de pouvoir d'achat qui existent entre les monnaies. Pour cela, il faut calculer un taux de change réel qui permette de comparer les prix des biens entre deux pays.

Le taux de change réel (TCR) est le taux de change nominal entre deux monnaies déflaté des prix. Plusieurs calculs du TCR sont possibles. On peut le calculer sur la base des prix relatifs à la consommation, ou à partir des termes de l'échange internationaux, ou encore sur la base des termes de l'échange internes. Ainsi, nous avons les trois définitions suivantes du TCR :

$$TCR = \frac{p}{p^*} \quad (I.1)$$

Où  $p$  et  $p^*$  désignent respectivement l'indice des prix à la consommation national et étranger.

$$TCR = \frac{p_E}{p_E^*} \quad (I.2)$$

Où  $p_E$  et  $p_E^*$  désignent respectivement le prix des biens échangeables domestiques et étrangers.

$$TCR = \frac{p_E}{p_{NE}} \quad (I.3)$$

Où  $p_E$  et  $p_{NE}$  désignent respectivement le prix des biens échangeables et non échangeables.

Le Taux de change effectif nominal (TCEN) désigne le taux de change moyen d'une monnaie avec un ensemble de devises. En effet, au cours d'une même période, une monnaie

peut s'apprécier par rapport à certaines devises et se déprécier par rapport à d'autres. En outre, pour un pays, les différentes devises n'ont pas la même importance.

Ainsi, le taux de change effectif est une moyenne pondérée (par le poids de chaque pays dans le commerce extérieur du pays concerné) des taux de change bilatéraux. On peut également calculer un taux de change effectif réel (TCER) comme une moyenne pondérée des TCR bilatéraux.

### I.3.2 Evolution du taux de change effectif réel

La figure I.1 représente l'évolution du taux de change effectif réel du dirham marocain durant la période qui s'étale de 1990 à 2017.

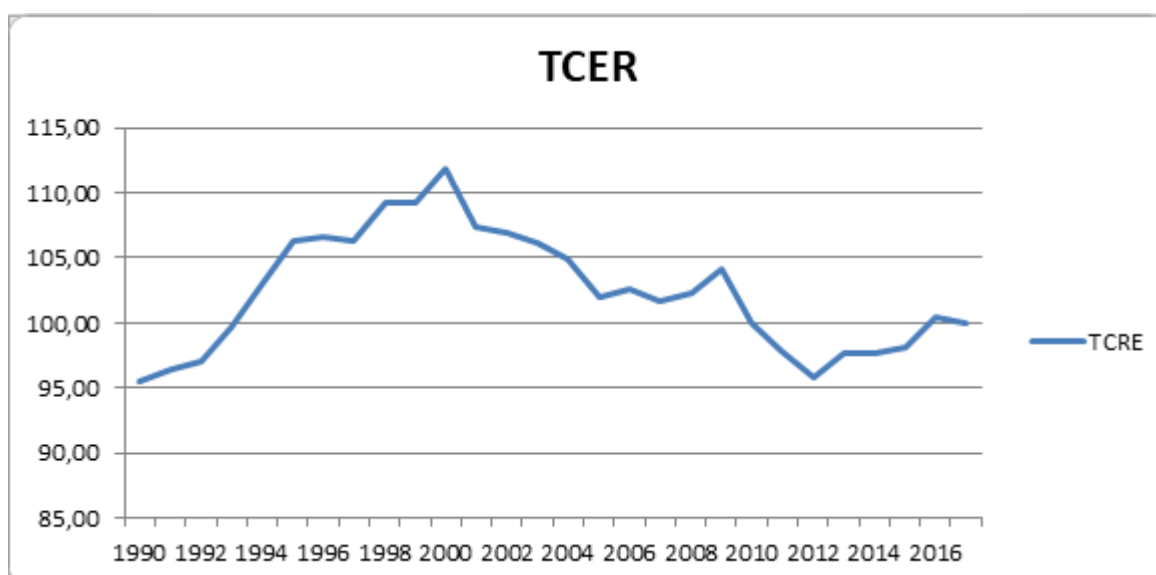


FIGURE I.1 – Le taux de change effectif réel

On remarque que le TCER du dirham a connu une appréciation de 4,6% durant la période allant de 1990 jusqu'à 2017. L'analyse de l'évolution de TCER au cours de cette durée permet de dévoiler trois périodes d'évolution :

- **Appréciation forte du dirham : 1990-2000**

L'analyse du graphe nous permet de ressortir les phases importantes entre 1990 et 2000 :

Entre 1990 et 1995, le dirham s'est apprécié de 11,2%, cela s'explique par l'appréciation réelle du dirham de 11,4% par rapport aux monnaies des pays de l'Union Européenne, prises globalement, et de 10,8% par rapport au dollar. Ces fortes appréciations reflètent une forte inflation au Maroc (6,2%).

Entre 1996 et 1997, le TCER du dirham s'est stabilisé, pour s'apprécier de 2,4% entre 1998 et 2000. Cela s'explique par l'appréciation réelle du dirham de 6,9% par rapport aux monnaies de l'Union Européenne, en conséquence de l'appréciation nominale du dirham de 7,8%. L'évolution des prix au Maroc été approximativement la même qu'en Union Européenne.

#### •Dépréciation réelle du dirham : 2001-2012

Entre l'année 2001 et 2012, le TCER du dirham s'est déprécié de -10,7%. En effet, la dépréciation de l'euro, depuis sa création en 1999, de 7,5%, et l'appréciation du dollar de 11% ont eu des répercussions négatives sur la compétitivité du Maroc.

De plus, en 2001, les autorités ont décidé de dévaluer le cours du dirham d'environ 5%. Cette dévaluation s'est traduite par la modification de la pondération de la composition du panier. La période allant de 2008 à 2012, a été marqué par une baisse de la demande de l'Union Européenne adressée au Maroc, cela a eu pour conséquence une dévaluation du TCER du dirham.

#### • Retour à l'appréciation du TCER du dirham : 2013-2017

Pour la période allant de 2013 à 2017, le TCER s'est apprécié de 2,3%.

En 2015, les conditions monétaires se sont globalement relâchées. Le taux de change effectif nominal a enregistré une légère dépréciation. En tenant compte de l'évolution des cours des monnaies des autres partenaires et concurrents, le taux de change effectif du dirham a connu une appréciation de 1,5% en termes nominaux et de 1,3% en termes réels.

Après une appréciation de 2,4% en 2016, le TCER s'est déprécié de 1,5% en 2017. Une configuration qui favoriserait la compétitivité du Maroc à l'export, de son attractivité touristique ainsi que les transferts MRE. En effet, l'euro s'est apprécié de 7,06% face au dollar.

Dès lors, la monnaie nationale s'est dépréciée de 2,74% par rapport à l'euro et s'est appréciée de 4,13% contre le dollar US. Pour la Banque Centrale, le dirham reste assez compétitif par rapport aux devises de certains principaux pays émergents : le dirham s'est apprécié de 2,50% face au réal brésilien et de 3,85% vis-à-vis de la roupie indienne alors qu'il s'est déprécié de 4,24% contre le yuan chinois.



# Chapitre II

## Approche d'équilibre macroéconomique

La question des mésalignements du taux de change et leur détermination, occupe une place cruciale dans les réflexions sur les choix de politiques économiques ainsi que sur leur système de développement. En effet, tout écart du taux de change effectif réel par rapport à son niveau d'équilibre affecte de manière significative la situation économique du pays. Le Maroc est donc contraint de trouver le régime de change qui lui offrira un certain nombre d'avantages économiques, notamment une inflation faible et stable, une croissance économique soutenue, de plus faibles taux d'intérêts et primes de risques et qui lui assurera la stabilité et le maintien de la compétitivité.

L'objet de ce chapitre est d'appliquer l'approche macroéconomique développé par le FMI, pour étudier le mésalignement du taux de change effectif réel. Cette approche consiste à trouver le taux de change d'équilibre qui égalise le compte courant sous-jacent et le compte courant norme. En premier lieu nous allons définir plusieurs concepts, puis nous allons faire une synthèse de la littérature théorique et empirique, ensuite nous allons appliquer l'approche macro-économique pour déterminer les mésalignements.

### II.1 Définitions

L'approche macroéconomique à laquelle nous nous intéressons repose sur l'équilibre interne et externe. En effet, le taux de change d'équilibre comble le gap entre le compte courant norme et sous-jacent. Ainsi, nous allons définir un document comptable appelé la balance des paiements qui reflète la dynamique du secteur extérieur, et en décrire les composantes, en particulier, le compte courant.

#### **La balance des paiements**

La balance des paiements est un document qui retrace sous forme comptable l'ensemble

des transactions économiques (biens et services, capitaux, monnaie) et financières, pendant une période donnée, entre les agents économiques résidents d'un pays et le reste du monde.

Par construction la balance des paiements est toujours équilibrée. Elle se compose de quatre grands comptes :

1. **Compte des transactions courantes** : La balance des transactions courantes se divise en :
  - La balance commerciale : qui correspond à la différence entre les exportations et les importations de marchandises. Elle mesure la compétitivité de l'économie vis-à-vis du reste du monde.
  - La balance des biens et services : qui comprend la balance commerciale plus la différence entre les exportations et les importations de services.
  - Versements de revenus secondaires : qui comprend les budgets accordés par les institutions internationales, les aides aux développements.
2. **Compte capital** : Le compte de capital recense les opérations d'achat ou de vente d'actifs non financiers, comme les brevets, ainsi que des transferts de capital. Parmi les transferts en capital figurent, par exemple, les remises de dette et les aides à l'investissement.
3. **Compte financier** : Le compte d'opérations financières regroupe toutes les transactions financières et monétaires des secteurs public et privé. Les différents comptes financiers sont le compte des investissements directs qui enregistre les prises de participation dans le capital d'une entreprise pour des motifs de prise de contrôle totale ou partielle. Le compte des investissements de portefeuille regroupe les opérations de placement à caractère spéculatif sans recherche de prise de contrôle. Le compte des autres investissements recouvre les crédits commerciaux, les prêts à court et moyen termes, les crédits et prêts du FMI, etc.
4. **Erreurs et omissions** : Le compte résiduel (les erreurs et omissions nettes) permet de prendre en compte les opérations non ou mal recensées (oublis, erreurs, décalages temporels) et les opérations volontairement non déclarées (évasion fiscale).

### Solde du compte courant

Le solde du compte courant (CC) traduit l'excédent ou le déficit du revenu national sur la dépense.

- Si  $CC > 0$ , le pays gagne plus qu'il ne dépense et il est prêteur vis-à-vis du reste du monde.
- Si  $CC < 0$ , le pays dépense plus qu'il ne gagne et il est emprunteur.

On peut le calculer de la manière suivante :

$$CC = (X - M) + SR + ST + SCC \quad (\text{II.1})$$

Avec :

- $CC$  : solde du compte courant
- $SR$  : solde des revenus
- $ST$  : solde des transferts
- $SCC$  : solde du compte capital
- $(X - M)$  : balance commerciale

Le solde du compte courant apparaît aussi dans la décomposition du revenu national brut.

$$RNB = C + I + G + CC \quad (\text{II.2})$$

Avec :

- RNB : revenu national brut
- $C$  : consommation des biens et services
- $I$  : Investissements
- $G$  : dépenses de l'Etat

**Les avoirs extérieurs nets :**

Les avoirs extérieurs nets représentent les créances ou les engagements nets des institutions monétaires sur l'extérieur. Ce compte correspond à l'ensemble des rubriques des situations de la banque centrale et des banques relatives à leurs opérations avec l'extérieur.

**Equilibre externe :**

L'équilibre externe correspond au niveau du compte courant jugé défendable. Dans la version la plus simplifiée, le solde du compte est jugé soutenable quand il est égal à zéro. Ainsi, l'équation de l'équilibre externe est la suivante :

$$CC + CK = 0 \quad (\text{II.3})$$

Avec :

- $CC$  : compte courant
- $CK$  : compte capital

## II.2 Synthèse de la littérature théorique et empirique

A cause des limites de la théorie de la parité des pouvoirs d'achat, plusieurs travaux ont essayé d'y trouver une alternative. C'est dans ce sens que nous allons présenter une synthèse de la littérature théorique et empirique sur laquelle se base l'approche macro-économique du FMI.

### II.2.1 Synthèse de la littérature théorique

La notion du taux de change d'équilibre fondamental (FEER) a été introduite par Williamson en 1985. Elle intervient comme une alternative à la méthode de la parité de pouvoir d'achat, qui n'arrive pas à bien cerner la dynamique du taux de change à court et moyen terme.

#### 1. Première approche de Williamson (méthode graphique) :

Le point de départ est une analyse graphique de l'équilibre interne et externe qui sont atteints simultanément. La version élémentaire de Williamson considère l'équilibre interne comme étant exogène, donc sa courbe est verticale et égale au PIB potentiel. En ce qui concerne l'équilibre externe, il correspond à la courbe du solde de la balance courante qui est positive. Par conséquent, une hausse de ce solde conduira nécessairement à une appréciation du taux de change d'équilibre afin d'assurer l'équilibre interne.

Ainsi, le taux de change d'équilibre fondamental peut être modélisé comme suit :

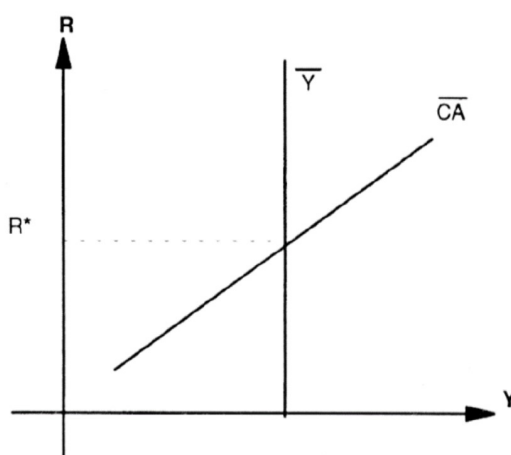


FIGURE II.1 – Taux de change d'équilibre fondamental

2. Deuxième approche de Williamson (méthode analytique) :

Le premier article de Williamson publié par le FMI repose sur des équations simples des imports, exports et de la balance courante :

Equation des importations :

$$M = M_0 Y_d^{\nu_m} R^{-\epsilon_m} \quad (\text{II.4})$$

Equation des exportations :

$$X = X_0 Y_d^{\nu_x} R^{-\epsilon_x} \quad (\text{II.5})$$

Equation de la balance courante :

$$BC = pX - pRM \quad (\text{II.6})$$

Avec  $M$  et  $X$  les importations et les exportations en volume,  $Y$  la demande interne en volume,  $Y_d$  la demande mondiale en volume,  $R$  le taux de change réel et  $p$  l'indice des prix intérieurs.

On commence par différentier les 3 équations en introduisant le taux de couverture  $\tau$  tel que :  $\tau = \frac{pX}{pRM}$

$$m = \frac{dM}{M} = \nu_m y - \epsilon_m r \quad (\text{II.7})$$

$$x = \frac{dX}{X} = \nu_x y_d + \epsilon_x r \quad (\text{II.8})$$

$$\frac{dBC}{pRM} = \tau \frac{dX}{X} - \frac{dM}{M} - \frac{dR}{R} = \tau x - m - r \quad (\text{II.9})$$

En remplaçant  $x$  et  $m$  dans l'équation de la balance commerciale, on obtient la valeur de l'écart du taux de change de sa valeur d'équilibre :

$$r = \frac{\nu_m y + \frac{1}{\mu} bc - \tau \nu_x y_d}{\tau \epsilon_x + \epsilon_m - 1} \quad (\text{II.10})$$

Avec :

$y$  : L'output gap

$bc = \frac{CA - CA^*}{pY}$  : l'écart à la cible du compte courant en points de PIB

$\mu = \frac{pRM}{pY}$  : la part des importations en points de PIB

Un solde courant supérieur à la cible assignée  $CA^*$  se traduira par un taux de change réel au-dessus de sa valeur d'équilibre ( $R' > R^*$ ), c'est-à-dire par une sous-évaluation réelle de la monnaie : la monnaie devra alors s'apprécier pour que l'économie atteigne de nouveau son équilibre externe. De même, un output gap positif ( $Y > Y^*$ ) sera à l'origine d'une sous-évaluation réelle de la monnaie.

### Approche macroéconomique

L'approche de l'équilibre macroéconomique (MB) était développée par le groupe consultatif du FMI sur les questions de taux de change (CGER). Cette approche cherche à déterminer le taux de change réel d'équilibre qui équilibre le solde du compte courant sous-jacent et le solde du compte courant norme qui lui est associé. Le compte courant sous-jacent permet la réalisation de l'équilibre interne et externe. L'équilibre interne est le niveau de la production compatible avec le plein emploi et un taux d'inflation soutenable. L'équilibre externe correspond au niveau du compte courant jugé soutenable.

La mise en œuvre de cette approche comporte 3 étapes :

- Estimation du compte courant norme : Pour estimer le compte courant norme, nous allons faire une régression en panel, sur plusieurs pays, pour retrouver la relation qui lie le compte courant à plusieurs variables fondamentales. Puis, nous remplacerons la valeur de chaque variable que nous utilisons dans notre modèle final pour retrouver le compte courant norme du Maroc pour chaque année. Nous obtiendrons ainsi la relation entre le compte courant et les variables macroéconomiques indépendamment du taux de change.
- Estimation du solde du compte courant sous-jacent : Le solde du compte courant sous-jacent est défini comme le solde du compte courant qui se dégagerait des taux de change existants si l'économie étudiée et celle de ses principaux partenaires commerciaux évoluaient à leur niveau potentiel.

Il est déterminé selon trois méthodes principales :

1. Utilisation de la procédure dynamique stochastique d'équilibre général (DSGE).  
Le modèle du FMI repose sur 4 variables fondamentales :
  - La dépense intérieure
  - Le niveau des prix et des salaires
  - L'écart de productivité
  - L'échange extérieur
2. Utilisation de l'équation multimod d'Isard et Faruqee :

$$\begin{aligned}
 CA/Y_{adj} = & CA/Y - [(M/Y)\beta_m + (X/Y)\beta_x](RCUR - R) \\
 & + (M/Y)(RCUR - R) + 0.4(R - R_{t-1}) + 0.15(R_{t-1} - T_{t-2}) + \\
 & (M/Y)\phi_m YGAP + (x/Y)\phi_m YGAPF \qquad \qquad \qquad (II.11)
 \end{aligned}$$

3. Utilisation de la balance du compte courant projetée : La méthode utilisée par le CGER suppose que les économies que nous étudions seront en équilibre dans 5 ans, c'est-à-dire en 2023. Les projections sont publiées dans « The IMF's World Economic Outlook forecast ». On remplace par la suite les projections des variables de notre modèle dans l'équation du compte courant norme que nous avons estimée.
  - Détermination du mésalignement : après l'estimation du solde du compte courant norme et sous-jacent, nous cherchons la variation du TCER qui égalise le compte sous-jacent et le compte norme.

### II.2.2 Synthèse de la littérature empirique

L'intérêt de l'étude de la dynamique du taux de change au Maroc s'explique par le nouveau contexte économique, qui se caractérise par l'ouverture sur les marchés internationaux et l'adoption d'un régime de change flexible, ce qui a amplifié les fluctuations et les déséquilibres de change. De plus, une distorsion persistante et récurrente du TCR peut causer des crises économiques et de faibles performances économiques.

Une application spécifique aux pays en développement peut être trouvée dans le travail de Hinkle et Montiel (1999). Les méthodologies empiriques disponibles pour estimer le taux de change d'équilibre dans les pays en développement y ont été présentées. De même, Egert, Halpern et MacDonald (2006) ont mené des recherches complètes sur le taux de change d'équilibre dans les pays d'Europe centrale et orientale, l'Europe du Sud-Est, ainsi que l'ex-Union soviétique, et ont conclu qu'il n'y avait pas d'évaluation précise en raison de l'incertitude du modèle ainsi que des fondamentaux<sup>1</sup>.

En outre, dans le travail de Lee et al. (2008), la relation entre le compte courant et ses déterminants fondamentaux a été évaluée sur l'exemple de 54 pays développés et en

---

1. Egert, Halpern et Macdonald, 2006, Page 40

développement au cours de la période 1973-2004. Les résultats de l'étude ont montré que pour les pays avancés Européens, la norme du compte courant estimé est un déficit de 0,3% de leur PIB combiné, coïncidant presque avec la position globalement équilibrée de leur compte courant sous-jacent c'est-à-dire projeté à moyen terme. En revanche, il existe des écarts plus importants entre la norme du compte courant estimée et le compte courant sous-jacent pour les pays avancés non Européens et pour l'Asie émergente. Pour les pays avancés non Européens, la norme du compte courant estimé est un déficit de 1,5%, beaucoup plus bas que leur déficit de compte courant sous-jacent de 4% du PIB - ce qui reflète principalement le déficit projeté des États-Unis. Pour le groupe de 10 économies asiatiques émergentes, la norme du compte courant projeté présente un déficit de 0,7% de leur PIB combiné, nettement inférieur à l'excédent du compte courant sous-jacent de 4%.

Parallèlement, Rahman (2008) a fourni des recherches sur 59 pays, 21 industriels et 38 pays en développement (dont 10 nouveaux pays de l'UE qui ont enregistré des déficits plus élevés que les autres pays en développement). La période d'estimation couvrait les données de 1992 à 2006 pour les économies en transition et de 1971 à 2006 pour tous les autres pays, et le modèle comprenait une variable d'investissement, en tant que prolongement de la recherche effectuée par Lee et al. (2008). Il a montré que l'investissement privé a particulièrement augmenté le déficit du compte courant estimé dans les pays en transition. Naciri (2010) a étudié la relation entre l'équilibre du taux de change, la balance des paiements et l'économie intérieure via un modèle comptable. Il a montré qu'un déficit au niveau des transactions courantes de la balance des paiements marocaine ne signifie pas nécessairement qu'il y a un besoin d'ajustement, si ce déficit est temporaire suite à une chute des prix des exportations ou une surévaluation de la monnaie nationale par exemple. Ainsi, l'auteur montre que l'impact des désajustements du taux de change sur la balance des paiements peut être approché à travers les niveaux d'épargne et d'investissement de l'économie.

Jandab (2011) souligne que le calcul du mésalignement via le modèle estimé décrit l'évolution du désajustement du TCR dans les pays émergents au cours de la période 1979-2008. Cette évolution s'avère, pour certains pays, persistante et récurrente mais aussi décroissante et à un faible niveau. Un tel résultat peut être expliqué par l'orientation de ces économies vers la flexibilité du TCR qui est, à son tour, susceptible de réduire le degré de déséquilibre du TCR.

### II.3 Cadre méthodologique

Dans cette section nous allons expliquer en détail les étapes de l'approche macro-économique, puis nous passerons à l'application de cette approche au cas du Maroc. Cette méthode se base sur trois étapes :

- L'estimation du solde du compte courant norme
- L'estimation du solde du compte courant sous-jacent
- L'évaluation du mésalignement

### II.3.1 Estimation du solde du compte courant norme

La première étape de l'approche macro-économique consiste à estimer le solde du compte courant norme. Pour cela, nous allons établir la relation entre le solde du compte courant et un ensemble de variables fondamentales macroéconomiques, à travers une régression en panel. D'après l'article du FMI «Current account balance estimates for emerging market economies » préparé par Leandro Medina, Jordi Prat et Alun Thomas, Le solde du compte courant dépend des variables suivantes :

- **La balance du pétrole**

L'analyse des perspectives de croissance d'une économie ouverte est tributaire de l'analyse des échanges internationaux. Les termes de l'échange sont étroitement liés aux décisions individuelles de consommation, d'investissement et d'épargne. Les termes de l'échange définissent le rapport entre les prix à l'exportation et ceux à l'importation. Ils expriment le pouvoir d'achat d'un pays et sont considérés comme une variable de grande importance pour les pays dont la majeure partie des exportations est constituée de produits de base.

Le pétrole est une des ressources énergétiques les plus importantes du monde et est connu pour de fortes variations de prix entraînant des effets significatifs sur les activités économiques mondiales. Des prix élevés du pétrole conduisent souvent à une augmentation de l'inflation des pays importateurs de pétrole, donc une dégradation du solde de la balance courante. En outre une baisse des prix, devra améliorer la balance courante suite à la baisse de leur facture énergétique, et stimuler leur croissance ; alors que la baisse des prix du pétrole peut entraîner une récession économique et une instabilité politique dans les pays exportateurs de pétrole. En effet, le déficit du compte courant devrait se dégrader d'une manière significative pour les pays exportateurs de pétrole, les rendant plus vulnérables sur le plan budgétaire et freinant ainsi leur croissance.

- **Ratio de dépendance des personnes âgées**

Exprimé en pourcentage, le degré de dépendance des personnes âgées est le rapport entre le nombre de personnes ayant atteint un âge auquel elles sont généralement inactives (c'est-à-dire 65 ans et plus) et le nombre de personnes en âge de travailler (le groupe d'âge des 15-64 ans). Il s'agit, en effet, du rapport entre les personnes âgées qui sont supposées «

dépendre » d'autres personnes pour les actes de la vie quotidienne et la population adulte en mesure d'assumer cette charge (principalement au moyen de ses revenus du travail). Cette dépendance intergénérationnelle est principalement réalisée par le biais du transfert public de capitaux d'un groupe à l'autre. Une plus grande part de la population inactive économiquement réduit l'épargne nationale et cause une diminution de la balance du compte courant.

- **Le taux croissance démographique**

La croissance démographique correspond à la somme du solde naturel et du solde migratoire, calculé en général pour une année. L'effectif d'une population augmente quand il y'a excédent des naissances sur les décès (solde naturel) et des entrées de migrants sur les sorties (solde migratoire). Le taux d'accroissement annuel est le rapport entre la variation de la population au cours d'une année et son effectif au milieu de l'année. Le taux d'épargne baisse si la croissance démographique augmente, donc une augmentation du taux de croissance démographique dégrade le solde de la balance du compte courant.

- **Le solde Budgétaire**

Le solde budgétaire mesure l'épargne publique. Une augmentation du solde budgétaire implique une augmentation de l'épargne nationale et par la suite une hausse du solde du compte courant. L'unique cas où la variation du compte courant serait indépendante de celle du solde budgétaire est celui de l'équivalence Ricardienne complète. En effet, dans ce cas, l'épargne privée compense totalement la variation de l'épargne publique.

La mesure utilisée dans notre approche est le ratio du solde budgétaire par rapport au PIB.

- **La croissance économique**

La croissance désigne l'évolution annuelle, exprimée en pourcentage, du P.I.B. (Produit intérieur brut) ou du P.N.B. (Produit national brut). Pour éviter le problème dû à l'augmentation des prix, la croissance est calculée en "monnaie constante" (hors inflation), le P.I.B. étant corrigé de l'augmentation de l'indice des prix. Ceci permet de calculer une croissance en volume.

Les économies émergentes en phases précoces de développement ont un besoin d'investissement plus important, dans la mesure où elles doivent soutenir leurs croissances. Ainsi elles vont se financer au moyen d'emprunts extérieurs. Par conséquent, une croissance élevée dégrade le solde du compte courant.

- **Revenu relatif**

Le revenu relatif est égal au PIB par habitant du pays concerné, en dollars, sur le PIB par habitant des Etats-Unis. Au fur et à mesure que les économies émergentes se développent, leurs revenus s'approchent de celui des économies développées, et leurs soldes des comptes courants s'améliorent.

- **Position des avoirs extérieurs nets (en % Du PIB) (NFA)**

Le Manuel de la balance des paiements (5eme édition) publié en 1993 par le Fond monétaire international définit la position extérieure de la façon suivante : « La position extérieure globale est le bilan ou l'état du stock d'avoir et engagements financiers extérieurs. Les éléments financiers qui constituent la position extérieure globale sont les droits et créances sur les non-résidents, les engagements à l'égard des non-résidents, l'or monétaire et les droits de tirages spéciaux ».

Le niveau de NFA peut affecter le compte courant dans deux directions opposées : D'une part, les économies avec un NFA relativement élevé peuvent se permettre un déficit commercial sur une base étendue tout en demeurant solvable. D'autre part les économies avec un NFA élevé bénéficient de plus importants flux de revenu extérieurs nets, ce qui crée une relation positive entre le NFA et le solde du compte courant. Les modèles macroéconomiques standards dans le cas d'une économie ouverte prédisent que ce second effet serait le plus dominant.

## II.3.2 Aspects théoriques de la régression panel

### Procédure de tests de spécification

On considère un échantillon de  $T$  observations de  $N$  processus individuels  $\{y_{i,t}, t \in \mathbb{N}, i \in \mathbb{N}\}$  et  $\{x_{i,t}, t \in \mathbb{N}, i \in \mathbb{N}\}$  Par la suite, on notera  $\{y_{i,t}\}$  et  $\{x_{i,t}\}$  ces deux processus. On suppose que le processus  $\{y_{i,t}\}$  est défini de façon générale par le relation linéaire suivante,  $\forall i \in \mathbb{N}, \forall t \in \mathbb{Z}$

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta_i' x_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (\text{II.12})$$

où  $\alpha_i \in \mathbb{R}$ ,  $\beta_i = (\beta_{1,i} \beta_{2,i} \dots \beta_{k,i})'$  est un vecteur de dimension  $(K, 1)$ . On considère ainsi un vecteur de  $K$  variables explicatives :

$$x_{i,t} = (x_{1,i,t} x_{2,i,t} \dots x_{k,i,t})' \quad (\text{II.13})$$

Les innovations  $\epsilon_{i,t}$  sont supposées être *i.i.d* de moyenne nulle et de variance égale à  $\sigma_\epsilon^2, \forall i \in [1, N]$ . Ainsi on suppose que les paramètres  $\alpha_i$  et  $\beta_i$  du modèle II.12 peuvent différer dans la dimension individuelle, mais l'on suppose qu'ils sont constants dans le temps.

### Procédure générale

Si l'on considère le modèle II.12, plusieurs configurations sont alors possibles :

1. Les  $N$  constantes  $\alpha_i$  et les  $N$  vecteurs de paramètres  $\beta_i$  sont identiques :  $\alpha_i = \alpha, \beta_i = \beta \forall i \in [1, N]$ . On qualifie alors le panel de panel *homogène*.
2. Les  $N$  constantes  $\alpha_i$  et les  $N$  vecteurs de paramètres  $\beta_i$  sont différents selon les individus. On a donc  $N$  modèles différents. On rejette alors la structure de panel.
3. Les  $N$  constantes  $\alpha_i$  sont identiques :  $\alpha_i = \alpha \forall i \in [1, N]$ , tandis que les vecteurs de paramètres  $\beta_i$  diffèrent selon les individus. Dans ce cas, tous les coefficients du modèle, à l'exception des constantes, sont différents selon les individus. On a donc  $N$  modèles différents.
4. Les  $N$  vecteurs de paramètres  $\beta_i$  sont identiques,  $\beta_i = \beta \forall i \in [1, N]$ ; tandis que les constantes  $\alpha_i$  diffèrent selon les individus. On obtient un modèle à *effets individuels*.

Pour discriminer ces différentes configurations et pour s'assurer du bien fondé de la structure de panel, il convient d'adopter une procédure de tests d'homogénéité emboîtés. La procédure générale de test présentée dans Hsiao (1986) est décrite sur la figure II.2.

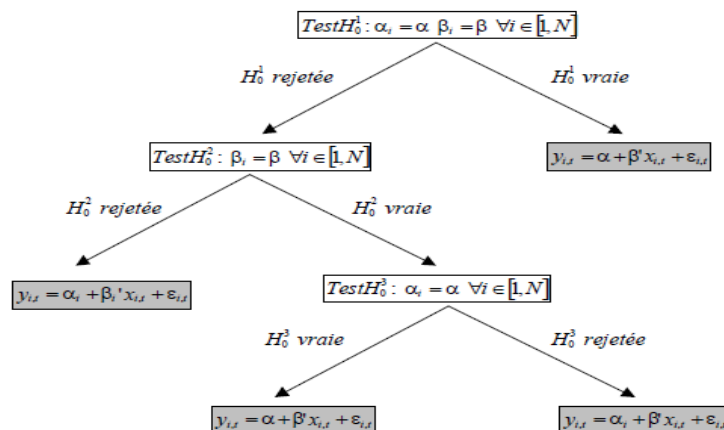


FIGURE II.2 – Procédure Générale de Tests d'Homogénéité

Dans une première étape, on teste l'hypothèse d'une structure parfaitement homogène (constantes et coefficients identiques) :

$$H_0^1 : \beta_i = \beta \alpha_i = \alpha \forall i \in [1, N] \quad (\text{II.14})$$

$$H_a^1 : \exists (i, j) \in [1, N] / \beta_i \neq \beta \text{ ou } \alpha_i \neq \alpha \quad (\text{II.15})$$

On utilise alors une statistique de Fischer pour tester ces  $(K + 1)(N - 1)$  restrictions linéaires. Si l'on suppose que les résidus  $\epsilon_{i,t}$  sont indépendamment distribués dans les dimensions  $i$  et  $t$ ; suivant une loi normale d'espérance nulle et de variance  $\sigma_\epsilon^2$ , cette statistique suit une distribution de Fisher avec  $(N - 1)(K + 1)$  et  $NT - N(K + 1)$  degrés de liberté. Les conclusions de ce test sont les suivantes : Si l'on accepte l'hypothèse nulle  $H_0^1$  d'homogénéité, on obtient alors un modèle de pooled totalement homogène.

$$y_{i,t} = \alpha + \beta' x_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (\text{II.16})$$

Si en revanche, on rejette l'hypothèse nulle, on passe à une seconde étape qui consiste à déterminer si l'hétérogénéité provient des coefficients  $\beta_i$ .

La seconde étape consiste à tester l'égalité pour tous les individus des  $K$  composantes des vecteurs.

$$H_0^2 : \beta_i = \beta \forall i \in [1, N] \quad (\text{II.17})$$

$$H_a^2 : \exists (i, j) \in [1, N] / \beta_i \neq \beta_j \quad (\text{II.18})$$

Sous l'hypothèse nulle, on n'impose ici aucune restriction sur les constantes individuelles  $\alpha_i$ . De la même façon, on construit une statistique de Fischer pour tester ces  $(N - 1)K$  restrictions linéaires. Toujours sous l'hypothèse d'indépendance et de normalité des résidus, cette statistique suit une loi de Fischer avec  $(N - 1)K$  et  $NT - N(K + 1)$  degrés de liberté. Si l'on rejette l'hypothèse nulle  $H_0^2$  d'homogénéité des coefficients  $\beta_i$ , on rejette alors la structure de panel, puisque au mieux seules les constantes  $\alpha_i$  peuvent être identiques entre les individus :

$$y_{i,t} = \alpha + \beta_i' x_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (\text{II.19})$$

On estime alors les paramètres vectoriels  $\beta_i$  en utilisant les modèles différents pays par pays. Si en revanche, on accepte l'hypothèse nulle  $H_0^2$  d'homogénéité des coefficients  $\beta_i$ ; on

retient la structure de panel et l'on cherche alors à déterminer dans une troisième étape si les constantes  $\alpha_i$  ont une dimension individuelle.

La troisième étape de la procédure consiste à tester l'égalité des  $N$  constantes individuelles  $\alpha_i$  sous l'hypothèse de coefficients  $\beta_i$  communs à tous les individus :

$$H_0^3 : \alpha_i = \alpha \forall i \in [1, N] \quad (\text{II.20})$$

$$H_a^3 : \exists(i, j) \in [1, N] / \alpha_i \neq \alpha_j \quad (\text{II.21})$$

Sous l'hypothèse nulle, on impose  $\beta_i = \beta$ . Sous l'hypothèse d'indépendance et de normalité des résidus, on construit une statistique de Fischer pour tester ces  $N - 1$  restrictions linéaires. Cette statistique suit une loi de Fischer avec  $(N - 1)K$  et  $N(T - 1) - K$  degrés de liberté. Si l'on rejette l'hypothèse nulle  $H_0^3$  d'homogénéité des constantes  $\alpha_i$ , on obtient alors un modèle de panel avec effets individuels :

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta' x_{i,t} + \epsilon_{i,t} \quad (\text{II.22})$$

Dans le cas où l'on accepte l'hypothèse nulle  $H_0^3$ , on retrouve alors une structure de panel totalement homogène (*modèle pooled*). Le test  $H_0^3$  ne sert alors qu'à confirmer ou infirmer les conclusions du tests  $H_0^1$  ; étant donné que le fait de réduire le nombre de restrictions linéaires permet d'accroître la puissance du test du Fischer.

### Empilement par pays

Considérons tout d'abord la méthode d'empilement par pays. On considère un échantillon de  $N$  individus sur  $T$  périodes, et un modèle avec  $K$  variables explicatives. On pose :

$$y_i = \begin{pmatrix} y_{i,1} \\ y_{i,2} \\ \vdots \\ y_{i,T} \end{pmatrix} \quad X_i = \begin{pmatrix} x_{1,i,1} & x_{2,i,1} & \dots & x_{K,i,1} \\ x_{1,i,2} & x_{2,i,2} & \dots & x_{K,i,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{1,i,T} & x_{2,i,T} & \dots & x_{K,i,T} \end{pmatrix} \quad \epsilon_i = \begin{pmatrix} \epsilon_{i,1} \\ \epsilon_{i,2} \\ \vdots \\ \epsilon_{i,T} \end{pmatrix}$$

On définit en outre un vecteur unitaire, noté  $e$ , tel que :

$$e = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ \vdots \\ 1 \end{pmatrix}$$

**Définition** Dans le cas de l'empilement par pays, pour chaque individu  $\forall i \in [1, N]$ , le modèle II.12 peut s'écrire sous la forme :

$$y_i = e\alpha_i + X_i\beta + \epsilon_i \forall i = 1, \dots, N \quad (\text{II.23})$$

C'est principalement cette expression du modèle (2.1) que l'on utilisera par la suite pour étudier les estimateurs du modèle linéaire simple. On peut toutefois écrire le modèle de façon totalement vectorielle en empilant les vecteurs  $y_i$  et les matrices  $X_i$ . Pour cela on pose :

$$Y_{(TN,1)} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_N \end{pmatrix} \quad X_{(TN,K)} = \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_N \end{pmatrix} \quad \epsilon_{(TN,1)} = \begin{pmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \vdots \\ \epsilon_N \end{pmatrix}$$

On définit  $0_T$  le vecteur nul de dimension  $(T,1)$ .

$$\tilde{e}_{(TN,N)} = \begin{pmatrix} e & 0_T & \dots & 0_T \\ 0_T & e & \dots & 0_T \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0_T & 0_T & \dots & e \end{pmatrix} \quad \tilde{\alpha}_{(N,1)} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_N \end{pmatrix}$$

On obtient alors la représentation vectorielle suivante :

$$Y = \tilde{e}\tilde{\alpha} + X\beta + \epsilon \quad (\text{II.24})$$

### Modèle à effets fixes

On fait maintenant l'hypothèse que les effets individuels  $\alpha_i$  sont représentés par des constantes (d'où l'appellation modèle à effets fixes). Nous allons déterminer la forme générale des estimateurs des paramètres  $\alpha_i$  et  $\beta$  dans ce modèle à effets fixes. On considère donc le modèle II.12 sous l'hypothèse (H1) :

$$y_{i,t} = \alpha_i + \beta' x_{i,t} + \epsilon_{i,t} \forall i \in [1, N], \forall t \in [1, T] \quad (\text{II.25})$$

où  $\alpha_i \in \mathbb{R}$ ,  $\beta' = (\beta_1 \beta_2 \dots \beta_K) \in \mathbb{R}^K$ . Tous les paramètres du modèle sont des constantes et l'on suppose pour simplifier qu'il n'existe pas d'effet temporel. On définit le vecteur  $\epsilon_i$  tel que :

$$\epsilon_i = (\epsilon_{i,1}, \epsilon_{i,2}, \dots, \epsilon_{i,T})' \quad (\text{II.26})$$

Pour étudier les propriétés des estimateurs du modèle à effets fixes, nous allons faire une hypothèse supplémentaire sur la nature du processus des résidus  $\epsilon_{i,t}$ . Cette hypothèse constitue tout simplement la généralisation dans la dimension de panel de la définition d'un bruit blanc.

**Hypothèse (H2)** On suppose que les résidus  $\epsilon_{i,t}$  sont *i.i.d* et satisfont les conditions suivantes,  $\forall i \in [1, N], \forall t \in [1, T]$

- $\mathbb{E}(\epsilon_{i,t}) = 0$
- $\mathbb{E}(\epsilon_{i,t}\epsilon_{i,s}) = \begin{cases} \sigma_\epsilon^2 & t = s \\ 0 & \forall t \neq s \end{cases}$ , ce qui implique que  $\mathbb{E}(\epsilon_i\epsilon_i')$  =  $\sigma_\epsilon^2 I_T$  où  $I_T$  désigne la matrice identité  $(T, T)$ .
- $\mathbb{E}(\epsilon_{i,t}\epsilon_{j,s}) = 0, \forall j \neq i, \forall (t, s)$

La première condition impose tout simplement que l'espérance des résidus du modèle II.12 soit nulle. La seconde condition, standard en économétrie des séries temporelles, impose que le processus  $\epsilon_{i,t}$  soit un processus "sans mémoire" (dans la dimension temporelle). Pour chaque individu, il n'existe ainsi aucune corrélation entre le niveau présent du processus  $\epsilon_{i,t}$  et les réalisations passées. Seule la variance du processus  $\epsilon_{i,t}$  est non nulle. L'introduction d'une dimension individuelle, nous oblige ici à définir une seconde contrainte qui est que tous les processus individuels  $\epsilon_{i,t}$  ont la même variance  $\sigma_\epsilon^2$  quel que soit l'individu considéré. Autrement dit, la matrice de variance covariance du processus  $\epsilon_{i,t}$  est proportionnelle, à un scalaire près, à la matrice identité. Enfin, la troisième condition stipule qu'il n'existe aucune corrélation entre les processus d'innovation pour deux individus distincts et cela quelle que soit la date considérée.

### Test de spécification d'Hausman

Le test de spécification d'Hausman (1978) est un test général qui peut être appliqué à des nombreux problèmes de spécification en économétrie. Mais son application la plus répandue est celle des tests de spécification des effets individuels en panel. Il sert ainsi à discriminer les effets fixes et aléatoires.

L'idée générale du test d'Hausman est simple. Supposons que l'on cherche à tester la présence éventuelle d'une corrélation ou d'un défaut de spécification. Admettons que l'on dispose de deux types d'estimateurs pour les paramètres du modèle étudié. Le premier estimateur est supposé être l'estimateur non biaisé à variance minimale sous l'hypothèse nulle de spécification correcte du modèle (absence de corrélation). En revanche, sous l'hypothèse alternative de mauvaise spécification, cet estimateur est supposé être biaisé. On suppose que le second estimateur est non biaisé dans les deux cas.

Dès lors, il suffit de comparer une distance, pondérée par une matrice de variance covariance, entre les deux estimateurs pour pouvoir déterminer si la spécification est correcte ou non. Si la distance est statistiquement nulle, la spécification est correcte, on choisit le premier estimateur. Si la distance est importante, le modèle est mal spécifié. L'application technique de ce principe suppose tout de même que l'on construise la matrice de variance covariance de l'écart entre les deux estimateurs. De façon générale, il devrait alors apparaître des termes de covariance entre les deux estimateurs. Afin de les éliminer, on considère le lemme suivant :

**Lemma.** On considère deux estimateurs  $\hat{\beta}_1$  et  $\hat{\beta}_2$  d'un vecteur de paramètres  $\beta \in \mathbb{R}^K$ , que l'on suppose convergent et asymptotiquement normalement distribués. On suppose que  $\hat{\beta}_1$  atteint la borne asymptotique de Cramer Rao. Pour un échantillon de taille  $N$  les quantités  $\sqrt{N}(\hat{\beta}_1 - \beta)$  et  $\sqrt{N}(\hat{\beta}_2 - \beta)$  sont asymptotiquement distribuées selon des lois normales de matrice de variance covariance respectives  $V_0$  et  $V_1$ . Sous ces hypothèses, les distributions asymptotiques de  $\sqrt{N}(\hat{\beta}_1 - \beta)$  et la différence  $\sqrt{N}(\hat{\beta}_2 - \beta)$  ne sont pas corrélées, ce qui implique :

$$\text{var}(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) = \text{var}(\hat{\beta}_1) - \text{var}(\hat{\beta}_2) \quad (\text{II.27})$$

Dès lors, en appliquant ce lemme, Hausman préconise de fonder le test de spécification sur la statistique suivante :

$$H = (\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2)' [\text{var}(\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2)]^{-1} (\hat{\beta}_1 - \hat{\beta}_2) \quad (\text{II.28})$$

Sous l'hypothèse nulle de spécification correcte, cette statistique est asymptotiquement distribuée selon un chi deux à  $K$  degrés de liberté.

### II.3.3 Estimation du solde du compte courant sous-jacent

La deuxième étape de l'approche macro-économique est l'estimation du compte courant sous-jacent. Nous utilisons la relation du solde du compte courant norme que nous avons estimée auparavant, puis nous remplaçons les variables explicatives par leurs valeurs projetées. En effet la méthode utilisée par le groupe CGER, suppose que les économies seront en équilibre dans cinq ans. Les projections sont publiées par le « FMI World Economic Outlook ».

#### Estimation du Taux de change réel d'équilibre

Dans cette partie nous allons expliciter la relation entre le TCER d'équilibre et la différence entre le compte courant sous-jacent et le compte courant norme. Dans la publication

de *H. Faruqee* et *P. Isard*, qui s'intitule « Exchange Rate Assessment : Extension of the Macroeconomic Balance Approach », ils ont abouti sur l'équation de forme réduite du compte courant par rapport au PIB nominal :

$$CA/Y = \alpha - [(M/Y)\beta_m + (X/Y)\beta_x](0.6R + 0.25R_{t-1} + 0.15R_{t-2}) + (M/Y)R - (M/Y)\phi_m YGAP + (X/Y)\phi_x YGAPF \quad (\text{II.29})$$

Où :

- $M$  et  $X$  représentent respectivement les volumes des importations et des exportations.
- $Y$  représente le PIB en monnaie nationale.
- $YGAP$  représente l'écart de production par rapport à la production potentielle.
- $YGAPF$  est une moyenne pondérée de ce même indicateur pour les pays partenaires.
- $R$  est le logarithme du taux de change effectif réel.
- $\beta_m$  et  $\beta_x$  représentent respectivement l'élasticités-prix des importations et des exportations.
- $\phi_m$  et  $\phi_x$  représentent respectivement l'élasticité revenue des importations et des exportations.

Par ailleurs nous avons défini le compte courant sous-jacent comme étant la valeur du solde du compte courant dans le cas où la production est à son niveau potentiel au niveau de l'économie locale et au niveau des économies partenaires. Sous ces conditions, Nous obtenons la relation suivante :

$$CA/Y_{sdj} = \alpha - [(M/Y)\beta_m + (X/Y)\beta_x]R + (M/Y)R \quad (\text{II.30})$$

Finalement, on aboutit sur l'équation suivante<sup>2</sup> :

$$\hat{q}_t = q_t + \frac{1}{(m\beta_m + x\beta_x) - m}(ca_t - uca_t) \quad (\text{II.31})$$

Avec :

- $m$  : les importations rapportées au PIB
- $x$  : les exportations rapportées au PIB
- $\hat{q}_t$  : le taux de change effectif réel d'équilibre
- $q_t$  : le taux de change effectif réel à la date  $t$

---

2. Pour les détails du calcul, revenir à *H. Faruqee* & *P. Isard* « Exchange Rate Assessment : Extension of the Macroeconomic Balance Approach »

- $ca_t$  : le solde du compte courant norme à la date t
- $uca_t$  : le solde du compte courant sous-jacent à la date t
- $\beta_m$  : l'élasticité prix des importations
- $\beta_x$  : l'élasticité prix des exportations

### Estimation des élasticités prix des exportations et des importations

Dans cette partie nous allons estimer l'élasticité prix des exportations et des importations, car elles sont indispensables pour calculer le taux de change effectif réel d'équilibre.

L'élasticité-prix nous permet de mesurer la sensibilité de la demande de bien face à une augmentation des prix. Pour obtenir l'élasticité-prix des exportations et des importations, nous allons faire une régression linéaire du logarithme des quantités exportées sur logarithme de l'indice des prix à l'exportation et une régression linéaire du logarithme des quantités importées sur l'indice des prix à l'importation. L'indice de prix étant une moyenne des prix des biens échangés pondérés par leurs parts dans les échanges commerciaux.

Notre modèle de régression est le suivant :

$$\text{Log}(X_t) = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}(ipe_t) \quad (\text{II.32})$$

$$\text{Log}(M_t) = \beta_2 + \beta_3 \text{Log}(ipm_t) \quad (\text{II.33})$$

Avec :

- $X_t$  représente les quantités exportés à l'instant t
- $M_t$  représente les quantités importés à l'instant t
- $ipe_t$  représente l'indice des prix des exportations à l'instant t
- $ipm_t$  représente l'indice des prix des importations à l'instant t
- $\beta_1$  représente l'élasticité-prix des exportations
- $\beta_3$  représente l'élasticité-prix des importations

Nous avons trouvé les données nécessaires à notre régression, dans le site de la banque mondiale. Les données relatives aux quantités des exportations et des importations ainsi que les indices des prix à l'exportation et à l'importation s'étalent entre 1990 et 2016.

Les résultats de notre régression sont les suivants<sup>3</sup> :

Nous remarquons qu'une hausse des prix de 1% se reflète par une diminution des exportations de 0.51% et une diminution des importations de 0,11%.

---

3. Sortie voir Annexe I

TABLE II.1 – Estimation des élasticités prix des exportations et importations

Elasticité des exportations	-0.51
Elasticité des importations	-0.11

## II.4 Application de l'approche macro-économique et analyse des résultats

Dans cette partie nous allons appliquer la méthodologie de l'approche macro-économique que nous avons expliquée auparavant. Nous allons commencer par faire une régression en panel afin d'estimer le solde du compte courant norme, puis nous allons calculer le solde du compte courant sous-jacent, finalement nous allons calculer le TCER d'équilibre pour pouvoir calculer le mésalignement du TCER.

### Estimation du solde du compte courant norme

Dans la partie précédente, nous avons explicité la relation entre le compte courant et plusieurs variables macro-économiques. Dans cette partie nous allons passer à l'estimation de cette relation, dans le cadre d'un panel. Nous avons retenu 20 pays à revenu intermédiaire selon la classification de la banque mondiale qui repose sur le revenu national brut par habitant. Les pays en question sont : *Afrique du Sud, Brésil, Cameroun, Chine, Egypte, Ghana, Guatemala, Inde, Indonésie, Malaisie, Mexique, Maroc, Nigéria, Pakistan, Paraguay, Philippines, Roumanie, Thaïlande, Tunisie, Turquie.*

Les données utilisées pour l'estimation s'étendent entre 1992 et 2016. Elles proviennent de la base des données de la Banque Mondiale, du Fond Monétaire International et de l'Office des Changes. Nous allons utiliser le logiciel **Eviews** pour faire nos estimations.

Le modèle que nous allons estimer est le suivant :

$$(CA/PIB)_{it} = \alpha_i + \beta_{1t}crois_{it} + \beta_{2t}AEN_{it} + \beta_{3t}Revre_{it} + \beta_{4t}croispop_{it} + \beta_{5t}RDPA_{it} + \beta_{6t}SB_{it} + \beta_{7t}BP_{it} + \epsilon_{it} \quad (II.34)$$

Avec :

- *crois* : Croissance économique
- *AEN* : Avoirs extérieurs nets (en % du PIB)
- *Revre* : Revenu relatif
- *croispop* : Croissance de la population
- *RDPA* : Ratio de la dépendance des personnes âgées

- *SB* : Solde budgétaire
- *BP* : Balance du pétrole (en % du PIB)

### Estimation du modèle

Nous allons estimer notre modèle à l'aide de trois méthodes différentes : une estimation pooled, une estimation à effets fixes et une estimation à effets aléatoires. Puis, nous allons procéder par des tests afin de sélectionner le modèle le plus adéquat.

#### Estimation pooled

TABLE II.2 – Coefficients de l'estimation pooled

Variable	Coefficient	Std Error	p-value
Constante	0.026342	0.015623	0.0924
CROIS	-0.123713	0.046434	0.0080
AEN	0.193073	0.013753	0.0000
CROIS_POP	-1.364298	0.437724	0.0019
RDPA	-0.388409	0.094906	0.0000
REV_RE	-0.009262	0.030442	0.7611
SB	0.079674	0.047028	0.0909
BP	0.163235	0.020103	0.0000

#### Estimation à effets fixes

TABLE II.3 – Coefficients de l'estimation à effets fixes

Variable	Coefficient	Std Error	p-value
Constante	-0.028931	0.019846	0.1456
CROIS	-0.117194	0.033179	0.0005
AEN	0.121632	0.015050	0.0000
CROIS_POP	0.432452	0.558989	0.4395
RDPA	0.394465	0.180550	0.0294
REV_RE	-0.459477	0.048009	0.0000
SB	0.086092	0.038626	0.0263
BP	0.212238	0.042258	0.0000

### Estimation à effets aléatoires

TABLE II.4 – Coefficients de l'estimation à effets aléatoires

Variable	Coefficient	Std Error	p-value
Constante	0.005884	0.019910	0.7677
CROIS	-0.143681	0.044228	0.0012
AEN	0.163260	0.015929	0.0000
CROIS_POP	-0.467554	0.565612	0.4088
RDPA	-0.119870	0.141543	0.3975
REV_RE	-0.191603	0.048150	0.0001
SB	0.067966	0.052764	0.1983
BP	0.159124	0.030644	0.0000

### Test de spécification des effets individuels

Comme nous l'avons vu dans l'aspect théorique de la régression en panel, ce test vérifie s'il y'a présence ou non d'effet individuel.

Nous remarquons la p-value est inférieure à 5%<sup>4</sup> donc nous rejettons l'hypothèse nulle qui stipule qu'il n'y a pas d'effet individuel. Ainsi, le modèle pooled n'est pas adéquat.

### Test de Hausman

Le test de Hausman nous permet de conclure si notre modèle est à effets fixes ou à effets aléatoires.

Nous remarquons que la p-value est inférieure à 5%, donc nous rejettons l'hypothèse nulle qui stipule que notre modèle est à effets aléatoires. Donc le modèle que nous allons retenir est le modèle à effets fixes.

### Estimation du modèle à effets fixes

D'après les tests de spécifications que nous avons effectués précédemment, nous avons conclu que le modèle adéquat pour l'estimation du compte courant norme est *le modèle à effets fixes*.

Nous remarquons que la qualité d'ajustement est de 61%, cela signifie que notre modèle est bon. De plus, le R-carré du modèle à effets fixes est supérieures à celui du modèle pooled et à effets aléatoires.

4. Sortie du test de spécification des effets individuels voir l'Annexe I

Par ailleurs, nous remarquons que toutes nos variables sont significatives sauf la variable croissance de la population, que nous avons décidé quand même de retenir. En effet, les p-values relatives à toutes les autres variables sont inférieures à 5%.

De plus, nous remarquons que les variables *croissance* et *Revenu relatif* ont un effet négatif sur le solde de la balance courante, tandis que les variables *avoirs extérieurs nets*, *croissance de la population*, *ratio de dépendance des personnes âgées*, *solde budgétaire* et *balance du pétrole* ont un effet positif sur le solde de la balance courante.

Ainsi, nous obtenons le modèle suivant :

$$CA_{it} = -0,028931 - 0,117194crois_{it} + 0,121632AEN_{it} - 0,459477Revre_{it} \\ + 0,432452croispop_{it} + 0,394465RDPA_{it} + 0,086092SB_{it} + 0,212238BP_{it} \quad (II.35)$$

L'effet fixe que nous avons obtenu pour le cas Marocain est le suivant :

TABLE II.5 – Effet fixe pour le Maroc

Pays	Effet
Maroc	-0.027328

### Test de normalité des résidus

Pour tester la normalité des résidus, nous allons utiliser le test de Jarque-Bera. Ce test repose sur la comparaison entre le coefficient du Kurtosis et d'asymétrie des données, avec ceux d'une loi normale.

$$H_0 : S = 0 \text{ et } K = 3$$

$$H_1 : S \neq 0 \text{ et } K \neq 3$$

La statistique de test est la suivante :

$$JB = \frac{n-k}{6} \left( S^2 + \frac{(K-3)^2}{4} \right)$$

Avec :

$n$  : le nombre d'observations

$k$  : le nombre de variables explicatives

$S$  : le coefficient d'asymétrie de l'échantillon

$K$  : le coefficient de kurtosis de l'échantillon

Nous allons appliquer le test de Jarque-Bera sur nos données (Figure II.3).

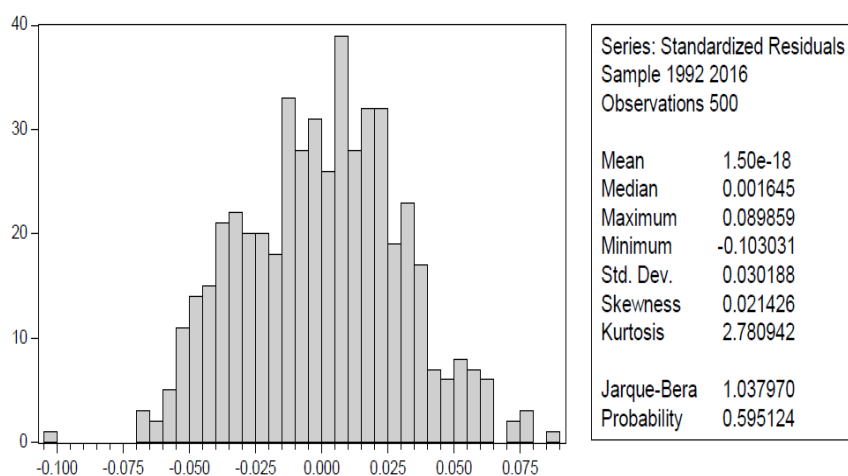


FIGURE II.3 – Résultats du test de Jarque-Bera

Nous remarquons que la p-value du test de Jarque-Bera est supérieure à 5%, donc nous acceptons l'hypothèse nulle, c'est-à-dire que les résidus suivent une loi normale.

### Calcul du taux de change effectif réel d'équilibre et du mésalignement

La dernière étape de l'approche macro-économique est le calcul du taux de change effectif réel d'équilibre et du mésalignement. Nous allons calculer le TCER d'équilibre à partir de la relation qui lie le solde du compte courant norme au solde du compte courant sous-jacent, mise en évidence par *H. Faruquee et P. Isard*.

$$\hat{q}_t = q_t + \frac{1}{(m\beta_m + x\beta_x) - m}(ca_t - uca_t)$$

A ce stade nous disposons du solde du compte courant norme que nous avons estimé à l'aide d'une régression panel, des élasticités import et export, du compte courant sous-jacent, du taux de change effectif réel observé et les données sur le volume des importations et des exportations rapportées au PIB.

Afin de faciliter les calculs, nous allons utiliser une macro sous **VBA/Excel** qui calculera, pour plusieurs années, le solde du compte courant norme en fonction des variables que nous avons retenues précédemment. Puis nous allons aboutir au taux de change effectif réel d'équilibre.

Nous décrivons les principaux résultats de nos calculs dans le tableau suivant :

TABLE II.6 – Résultats de calcul du TCR

<b>Année</b>	<b>Solde sous-jacent</b>	<b>Solde norme</b>	<b>Taux de change d'équilibre</b>
<i>2012</i>	-4.35%	-3.65%	95.81
<i>2013</i>	-3.8%	-3.58%	97.61
<i>2014</i>	-3.52%	-2.69%	97.51
<i>2015</i>	-3.23%	-1.35%	97.44
<i>2016</i>	-2.75%	-0.04%	99.72

Finalement, nous allons calculer le mésalignement entre le TCER observé et le TCER d'équilibre.

Le mésalignement est défini comme étant l'écart entre le taux de change effectif et son niveau d'équilibre. Il peut être :

- Positif : ce qui correspond à une situation de surévaluation de la monnaie.
- Négatif : ce qui correspond à une situation de sous-évaluation de la monnaie.

La relation de calcul du mésalignement, à la date  $t$ , est la suivante :

$$M_t = \left( \frac{TCER_{rel}}{TCER_{equilibre}} \right) - 1 \quad (II.36)$$

D'après les figures II.4 et II.5, nous remarquons deux périodes distinctes, une première période entre 1992 et 2000 qui se caractérise par une sous-évaluation du dirham, et l'autre par une surévaluation du dirham entre l'année 2001 et 2016.

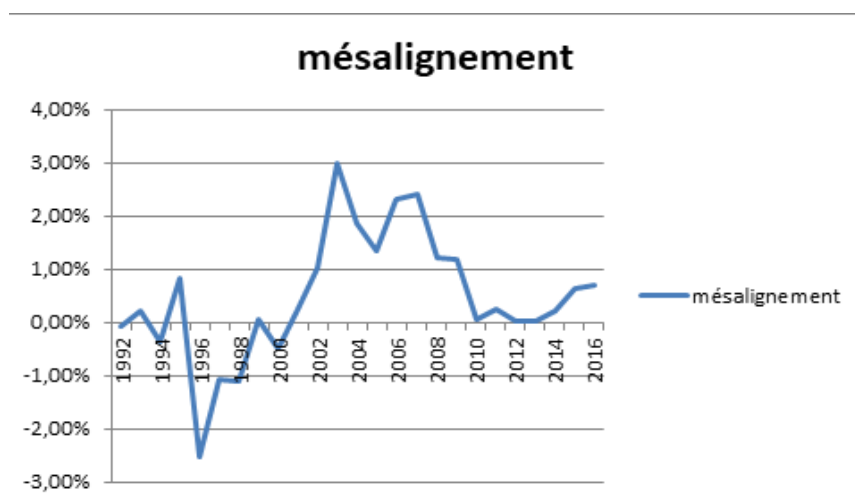


FIGURE II.4 – Représentation des mésalignements

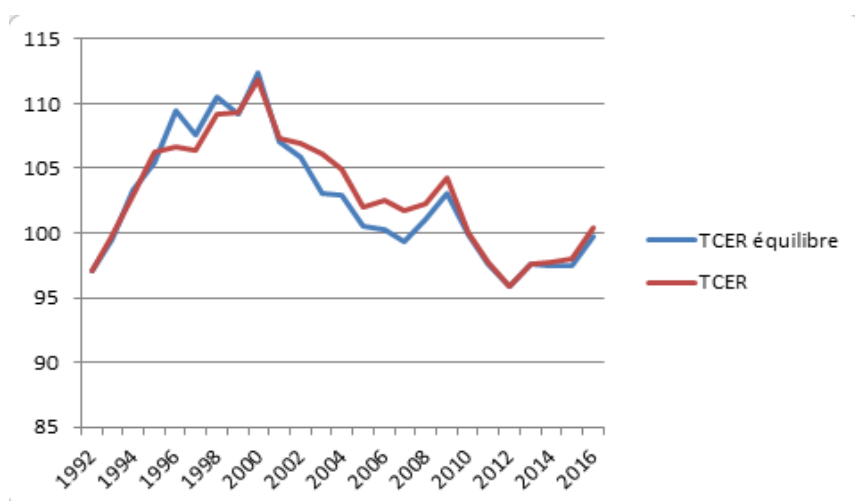


FIGURE II.5 – Comparaison entre TCERE et TCER

## II.5 Conclusion

L'objectif de cette partie étant d'estimer le mésalignement du taux de change effectif réel du Maroc par l'approche macro-économique, nous avons commencé par estimer empiriquement la relation à moyen terme entre le solde du compte courant et les variables fondamentales macro-économiques. La norme du compte courant a été évaluée en fonction des paramètres du modèle estimé. Nous avons par la suite évalué le solde du compte courant et les projections WEO du FMI sur cinq ans, puis nous avons calculé le taux de change effectif réel d'équilibre. Finalement nous avons calculé le désalignement entre le taux de change effectif réel et le taux de change effectif réel d'équilibre.

Bien qu'il y ait différentes approches, le concept de l'approche Macroéconomique a été choisi en raison de sa grande portée, c'est-à-dire qu'elle peut être appliquée sur n'importe quel pays, même dans l'insuffisance de séries temporelles des variables macroéconomiques nécessaires à l'estimation de la régression du compte courant.

Dans la partie suivante nous allons procéder par une autre méthode, l'approche comportementale du taux de change, dans le but d'estimer le mésalignement du taux de change effectif réel.



## Chapitre III

# Approche comportementale du Taux de Change Réel d'Equilibre

L'approche du Taux de Change Réel d'Equilibre consiste à décrire l'évolution de taux de change réel par équation réduite, au moyen de relation de long terme existante entre le taux de change réel et diverses variables macroéconomiques influençant les équilibres internes et externes.

La théorie de base en termes de détermination du taux de change d'équilibre est la théorie de la Parité de Pouvoirs d'Achat (PPA) (Cassel (1922)). Cette approche demeure la référence en matière de détermination du taux de change d'équilibre, et propose de définir le taux de change de référence comme celui qui égalise le pouvoir d'achat des monnaies dans les différents espaces nationaux. Cependant, même si cette théorie s'avère primordiale pour déterminer un niveau de référence structurel des taux de change, elle demeure fortement limitée dès lors que l'on raisonne en termes réels. Ainsi, étant essentiellement fondée sur la loi du prix unique, la théorie de la parité des pouvoirs d'achat ignore toute référence à l'équilibre interne et externe.

Dans ce chapitre, nous présentons les fondements de cette approche ainsi que les études théoriques et empiriques qui ont été faites. Puis, nous calculons le mésalignement entre le taux de change réel et le taux de change réel effectif. Pour cela nous présentons l'ensemble des variables et étapes suivies pour aboutir au résultat demandé en utilisant un modèle à correction d'erreur vectorielle.

## III.1 Synthèse de la littérature empirique et théorique de l'approche comportementale du taux de change d'équilibre

Les études économétriques sur les déterminants du taux de change réel constituent une part importante dans la recherche sur la dynamique du taux de change. C'est pour cette raison que nous allons expliquer la base de la théorie de la parité du pouvoir d'achat ainsi que ses limites.

### III.1.1 Théorie de la PPA

La PPA est utilisée couramment pour déterminer le taux de change d'équilibre. Cette approche est fondée sur la loi du prix unique, selon laquelle chaque marchandise ne peut avoir qu'un seul prix, quelle que soit la monnaie utilisée pour l'exprimer. Le taux de change d'équilibre est égalisateur du niveau des prix dans le pays d'origine par rapport aux partenaires commerciaux, c'est-à-dire au pouvoir d'achat de la monnaie du pays par rapport à celui des monnaies de ses partenaires commerciaux. Si la PPA est validée, alors les prix respectifs de deux paniers des mêmes biens achetés dans deux pays différents, exprimés dans la même devise, s'égaliseront. Ainsi, tout écart du taux de change par rapport à une valeur de base donnée est considéré comme un signal indiquant que le taux de change s'est écarté de sa valeur d'équilibre, à condition que les hypothèses suivantes soient vérifiées :

- Absence de coûts de transactions, de barrières non tarifaires et de transports ;
- Tous les biens sont échangeables ;
- Homogénéité des goûts et les préférences dans chaque pays ;
- Loi des prix uniques ;
- Les marchés ne sont pas segmentés (absence de "pricing-to-market").

### Formes de la PPA

Nous distinguons deux versions de la théorie de la parité des pouvoirs d'achat, la PPA absolue et la PPA relative.

#### • PPA absolue

En généralisant la loi des prix uniques à l'ensemble des biens produits par deux économies, nous obtenons la PPA absolue. Celle-ci signifie qu'à « l'équilibre », une unité monétaire devrait permettre d'acquérir la même quantité des biens dans tous les pays. D'après cette première version, le taux de change nominal est égal au rapport des prix des biens échangeables dans les deux pays sous la forme suivante :

$$E = \frac{P}{P^*} \quad (\text{III.1})$$

Tel que  $E$  est le taux de change nominal et  $P$  et  $P^*$  désignent respectivement le prix de panier des biens et services exprimé en monnaie domestique et étrangère.

Alors le taux de change réel est égal :

$$R = E \frac{P^*}{P} = 1 \quad (\text{III.2})$$

Dans sa version absolue, la PPA stipule donc que le taux de change réel est constant égal à 1. Mais en réalité, il existe plusieurs obstacles sur le commerce international (droits de douane, taxes...), donc la loi du prix unique ne peut plus s'appliquer. La PPA dans sa version absolue ne peut être vérifiée empiriquement.

• **PPA relative**

La théorie de la PPA relative, qui dérive de la version absolue, stipule que le prix d'un même bien dans différents pays doit être le même après avoir tenu compte du cours de change entre les deux pays. D'après cette deuxième version, le changement du taux de change bilatéral est proportionnel au changement du rapport des prix entre les deux pays. Ici le taux de change nominal s'écrit :

$$E = m \frac{P}{P^*} \quad (\text{III.3})$$

Où  $m$  est une constante qui exprime l'ensemble des obstacles du commerce international.

Donc le taux de change réel s'écrit :

$$R = E \frac{P_1/P_0}{P_1^*/P_0^*} \quad (\text{III.4})$$

Où  $P_0$  et  $P_0^*$  représentent respectivement le prix de base intérieur et le prix de base extérieur.  $P_1$  et  $P_1^*$  désignent respectivement le prix national et le prix à l'étranger.

Autrement, les variations relatives du taux de change se déduisent de l'écart d'inflation entre pays :

$$e = p - p^* \quad (\text{III.5})$$

Où :

$e$  est la variation relative du taux de change,

$p$  et  $p^*$  sont les variations relatives des prix intérieurs et extérieurs.

La PPA relative implique que la variation du taux de change est égale à l'écart entre les variations des prix domestiques et étrangers. La variation relative du taux de change se déduit de l'écart d'inflation entre pays.

### **Théorie de la loi du prix unique**

La loi du prix unique (LPU) considère que dans le cadre d'un régime de concurrence pure et parfaite, et en absence des barrières douanières, un bien devrait avoir le même prix dans tous les pays une fois exprimé en monnaie commune. Les pays enregistrant des taux de productivité plus élevés dans le secteur des biens échangeables, connaîtront également un relèvement relatif du niveau général de leurs prix et une appréciation de leur taux de change. D'après cette définition, la LPU stipule qu'il faut vérifier pour tout bien (i) que :

$$P_i = SP^*$$

Avec  $P_i$  le prix domestique,  $P^*$  le prix à l'étranger et  $S$  le taux de change.

De ce fait, pour le même bien (i) échangé dans deux pays à deux monnaies différentes, la loi du prix unique implique que le rapport des prix exprimé en monnaie locale doit être égal au cours de change entre les deux monnaies ; et le rapport du prix dans les deux pays, exprimés en monnaie commune doit être égal à 1.

Pour différentes raisons, la LPU semble être irréalisable :

- Toute opération d'échange entre deux pays induit des coûts supplémentaires tels que le coût de transport, et l'échange de biens n'est pas sans frais ou sans se heurter à des obstacles tels que les tarifs douaniers, les taxes . . .
- La structure des biens échangés n'est pas toujours homogène, donc ils ne seront pas traités comme des substituts parfaits.
- L'absence des marchés de concurrence pure et parfaite (pratiques monopolistiques ou oligopolistiques des entreprises).
- La distinction entre biens échangeables et biens non échangeables peut affaiblir le fondement de la loi du prix unique.

### Effet de Balassa Samuelson

Balassa (1964) et Samuelson (1964) ont proposé un modèle dans lequel des variations de croissance de la productivité entraînent un changement du prix relatif des biens non échangeables et échangeables et conséquemment du taux de change réel. Cette approche est essentiellement basée sur l'idée que la croissance de la productivité se manifeste de manière inégale entre les secteurs des biens échangeables et des biens non échangeables. En effet, les gains de productivité proviennent essentiellement du secteur des biens échangeables, tandis que le secteur des biens non échangeables (principalement les services) se caractérise par une productivité relativement stable.

On devrait ainsi observer que les pays affichant une hausse soutenue de la productivité (principalement dans le secteur de la fabrication) enregistrent une augmentation du prix relatif des biens non échangeables, et leur devise tend à s'apprécier dans le temps. Rogoff (1992) a généralisé le modèle de Balassa-Samuelson en y incluant des éléments de la demande globale. Par exemple, il montre que l'importance de la taille de L'Etat, mesurée par le ratio des dépenses publiques au PIB, est un facteur important dans la détermination du taux de change réel. Ce résultat provient du fait que les dépenses publiques tendent à être concentrées dans les biens non échangeables de sorte qu'un accroissement de la taille de L'Etat affecte le prix relatif des biens échangeables et des biens non échangeables, d'où l'effet sur le taux de change réel.

L'effet Balassa montre les différences de niveaux de prix entre les pays et donc les écarts à la PPA. En effet les différences de productivité entre les deux secteurs (secteur des biens échangeables et non échangeables) laissent les niveaux de prix plus faibles dans les pays sous-développés, ce qui implique une sous-évaluation de leur monnaie par rapport à la PPA. A cause de l'effet Balassa, le taux de change réel d'un PED est alors sous-évalué par rapport à celui prévu par l'hypothèse de PPA.

Comme la PPA n'est pas applicable sur les prix des biens non échangeables et ne prend pas en considération leur hausse relative, le prix du PIB d'un pays développé ne peut qu'être supérieur au prix du PIB d'un PED converti au taux de change nominal. Ainsi le taux de change nominal du PED est sous-évalué par rapport à la PPA. L'écart par rapport à la PPA se réduit au fur et à mesure que le pays se développe.

### Synthèse de quelques travaux sur la modélisation du taux de change d'équilibre

- **Au niveau national :**

Vu l'importance donnée dernièrement au taux de change étant donné son rôle primordial dans la réalisation de l'équilibre interne et externe et la stabilité macroéconomique, plusieurs travaux sont focalisés sur les études empiriques du taux de change d'équilibre.

El BOUHADI, ELKHIDER, KCHIRID et EL ABASSI (Faculté de Droit de Marrakech, Université Cadi Ayyad, Marrakech) ont étudié empiriquement l'impact de la politique de change sur l'économie réelle ainsi que son efficacité et sa capacité de résister au choc de mésalignement et à gérer le régime de change, au travers du modèle empirique BEER. Ils ont montré qu'il existe une relation entre le taux de change et ses déterminants et une relation de long terme prouvant par-là dire que les variables retenues ont une influence dans la détermination d'une politique de change au Maroc.

Une étude menée par Fadlallah Abdellali (Faculté des sciences juridiques, économiques, et sociales-Rabat-Agdal), Abdelhafid boghiri (Faculté de Droit de Tanger, Université Abdelamk Esadi, Tanger), Ismail Mouhil (Faculté de Droit de Rabat-Agdal, Université Mohamed V, Rabat) analyse l'impact des mésalignements de taux de change réel sur l'économie nationale en se basant sur les résultats de la méthode CGER développée par le FMI, cette dernière est une méthode de détermination des mésalignements du taux de change, appliquée aux économies avancées et émergentes, dont le Maroc en fait partie. Cette étude montre qu'il y a une relativité de l'objectif de la réduction des coûts des mésalignements sur l'équilibre macroéconomique. NACIRI, (2010), dans son ouvrage « Les déterminants et le choix optimal du régime de change au Maroc dans la perspective d'une intégration dans la zone euro », a étudié la relation entre le taux de change d'équilibre, la balance des paiements et l'économie intérieure en utilisant un modèle comptable. Il a pu montrer que l'impact des mésajustements du taux de change sur la balance des paiements est approchable à travers des niveaux d'épargne et d'investissement de l'économie.

Jamal et Al. (2004), ont utilisé des méthodes non paramétriques et non linéaires pour mesurer le désalignement du taux de change entre 1967 et 2001, ils ont constaté que la valeur du taux de change à long terme était influencée par les chocs de termes d'échange, l'ouverture de commerce et les dépenses du gouvernement. Les résultats montrent que le MAD a été sous-évalué, surévalué puis sous-évalué.

- **Au niveau international :**

Kibritçioğlu (2004) adopte une approche BEER différente de celle adoptée par Edwards (1989, 1994). Il estime plusieurs modèles en utilisant différentes variables explicatives qui intègrent les fondamentaux macroéconomiques, le rapport entre la consommation gouvernementale et le PIB, les termes de l'échange et le ratio d'ouverture en utilisant les méthodes de cointégration de Johansen et Engle-Granger. L'auteur Explore également la sensibilité des résultats de l'estimation aux combinaisons alternatives du taux de change réel et du taux de change réel à l'équilibre.

Özlale et Yeldan (2004) utilisent un modèle de paramètres variable dans le temps afin d'estimer le taux de change réel dans un cadre d'équation unique. Les variables considérées dans la relation empirique sont le taux de change réel, l'échange La volatilité des taux, les

mouvements de capitaux à court terme, l'indice de production industrielle, l'inflation basée sur l'indice des prix à la consommation, l'équilibre budgétaire du secteur public et le ratio d'ouverture. Les auteurs constatent que le taux de change réel a été surévalué après la crise de 1994 à 1998 et sous-évalué au cours des huit derniers mois de 2000 contrairement aux attentes car une surévaluation a été ciblée au début du programme de désinflation de 2000 en Turquie.

Civcir (2003) cherche à déterminer le taux de change nominal d'équilibre. Selon la méthode de cointégration de Johansen et les données mensuelles comprises entre janvier 1987 et décembre 2000, une relation de cointégration est estimée incluant le taux de change nominal, la masse monétaire relative, le revenu réel relatif, le taux d'intérêt nominal relatif, le taux d'inflation relatif et le différentiel de prix relatif. Il suggère que le taux de change nominal était essentiellement surévalué avant la crise de 2001 en Turquie.

Zhang (2001); Bénassy-Quéré et al. (2004) et Shi Yu (2005). Baffes et al. (1999) calculent le déséquilibre pour la Côte d'Ivoire et le Burkina Faso en utilisant des séries chronologiques à équation unique, le taux de change réel en Côte d'Ivoire a été surévalué de 34% en moyenne entre 1987 et 1993. Iimi (2006) en utilisant l'approche BEER a révélé que la monnaie du Botswana devait être sous-évaluée avant les années 1980 et surévaluée de 5% à 10% au cours des dernières années. Fatma Marrakchi Charfi (2008) a examiné le désalignement pour le cas de Tunisie utilisant la BEER, elle a constaté que le comportement du dinar tunisien à long terme était influencé par le net des entrées de capitaux, les chocs de termes de l'échange et le différentiel de productivité. Le dinar tunisien s'est avéré être surévalué avant la fin des années 1980, et a par la suite convergé à son niveau d'équilibre au cours des années 1990 après la dévaluation de 1986.

### **III.1.2 Théorie du modèle vectoriel à correction d'erreurs**

Afin de modéliser des séries temporelles, il est nécessaire de vérifier la stationnarité des variables. En effet, la non-stationnarité crée des problèmes d'inférence susceptibles de causer la non validité de notre régression. Dans le cas où les variables ne sont pas stationnaires, nous utiliserons le concept de cointégration qui permet de déterminer le type de modèle à utiliser.

Nous allons introduire dans cette partie la théorie des tests nécessaires à l'application de notre approche.

#### **Niveau d'intégration d'une série temporelle**

On dit qu'une série est intégrée d'ordre  $d(I(d))$  s'il convient de la différencier  $d$  fois avant qu'elle ne soit stationnaire, c'est-à-dire la série  $(X_t)$  sera intégrée d'ordre  $d$  si  $\Delta_{d-1}(X_t)$  n'est pas stationnaire tandis que  $\Delta_d(X_t)$  l'est.

### Test de Dickey-Fuller augmenté (ADF)

Le test de Dickey-Fuller standard est un test de stationnarité qui ne concerne que les processus autorégressifs d'ordre un. Tandis que le test de Dickey-Fuller augmenté a été prolongé afin de détecter la présence d'une racine unitaire pour les processus autorégressifs d'ordre  $p$ .

Les tests de Dickey-Fuller augmenté se basent sur l'estimation, par la méthode des moindres carrés ordinaires, des trois équations suivantes :

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \theta_j \Delta X_{t-j+1} + \epsilon_t$$

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \theta_j \Delta X_{t-j+1} + c + \epsilon_t$$

$$\Delta X_t = \theta X_{t-1} - \sum_{j=2}^p \theta_j \Delta X_{t-j+1} + c + bt + \epsilon_t$$

L'hypothèse nulle du test de ADF est l'hypothèse de la nullité du coefficient de  $X_{t-1}$  ( $H_0 := 0$  vs  $H_1 := < 0$ ). Si l'hypothèse nulle n'est pas rejetée alors le processus n'est pas stationnaire.

### Détermination du nombre de retards optimal

Cette étape est considérée comme étant une étape cruciale dans l'estimation du modèle. En effet, avant de se lancer dans un modèle VECM il est nécessaire de définir le nombre de retards convenable. Une détermination adéquate du nombre de retards permet d'assurer que les résidus du modèle sont des bruits blancs.

Le nombre de retards  $p$  peut être déterminé selon plusieurs critères à savoir le critère d'AKAIKE et de SCHWARZ que nous avons choisi de retenir dans notre étude.

Les fonctions  $AIC(p)$  et  $SC(p)$  sont calculées de la manière suivante :

$$AIC(p) = Ln[det|\Sigma_e|] + \frac{2k^2p}{n} \tag{III.6}$$

$$SC(p) = Ln[det|\Sigma_e|] + \frac{k^2 p Ln(n)}{n} \quad (III.7)$$

Avec :

$k$  = nombre de variables du système ;

$n$  = nombre d'observations ;

$p$  = nombre de retards ;

$e$  = matrice des variances covariances des résidus du modèle.

On retient le retard  $p$  qui minimise les critères  $AIC$  ou  $SC$ .

### Test de cointégration

La notion de cointégration repose sur le principe suivant :

Si deux variables  $X_t$  et  $Y_t$  sont intégrées d'ordre 1, c'est-à-dire  $X_t, Y_t I(1)$ , et la combinaison linéaire de ces deux variables est stationnaire, on dira alors que  $X_t$  et  $Y_t$  sont cointégrées d'ordre (1, 1). La cointégration permet de spécifier les relations stables à long terme tout en analysant la dynamique à court terme entre les variables.

Plusieurs approches sont utilisées afin de déterminer le nombre de relations de cointégrations, nous avons choisi de présenter l'approche de Johansen :

On considère les modèles Var(p) et VECM suivants :

$$\Delta X_t = \mu + \sum_{i=1}^p \theta_i \Delta X_{t-i} + \epsilon_t \quad (III.8)$$

$$\Delta X_t = \beta_1 \Delta X_{t-1} + \dots + \beta_{p-1} \Delta X_{t-p+1} + \pi X_{t-p} + \mu + e_t \quad (III.9)$$

En posant :

$$\pi = \alpha \beta'$$

Tel que :

$\alpha$  est une matrice  $(N, r)$  avec  $N < r$  qui contient les vitesses d'ajustement pour chacun des vecteurs de cointégration et  $\beta'$  une matrice  $(r, N)$  comprenant les relation de cointégration. Ainsi, afin d'estimer un modèle VECM, il faut que  $rg(\pi) = rg(\alpha \beta') = r$ , ce qui implique que  $\pi$  a  $r$  valeurs propres non nulles.

- Si  $r = 0$ , il n'existe donc pas de relation de cointégration. On ne peut pas alors estimer un modèle VECM mais il est possible d'estimer un modèle VAR sur  $\Delta X_t$ .
- Si  $rg(\pi) = r$ , il existe alors  $r$  relations de cointégration. Un modèle VECM peut être alors estimé.
- Si  $rg(\pi) = N$ , il n'existe pas de relation de cointégration et un modèle VAR peut être estimé directement sur  $X_t$ .

Le test de cointégration repose sur l'hypothèse nulle qu'il existe au plus  $r$  relations de cointégration c'est-à-dire  $r$  valeurs propres non nulles et  $N - r$  valeurs propres nulles :

$$H_0 : \lambda_i = 0, i = r + 1, \dots, N$$

La statistique du test est la suivante :

$$TR = -T \sum_{i=r+1}^N \log(1 - \lambda_i) \tag{III.10}$$

Les valeurs critiques de TR ont été tabulées par Johansen et Jeselius (1990) puis par Osterwald-Lenum (1992).

## III.2 Application Empirique

Afin de calculer le mésalignement du taux de change effectif réel du Maroc, nous devons estimer le taux de change effectif réel d'équilibre à l'aide d'un VECM. La partie suivante présente l'ensemble des étapes suivies dans l'estimation de ce modèle.

### III.2.1 Description des variables

Avant de passer à l'estimation de notre modèle nous décrirons les variables que nous allons utiliser. Nous avons considéré des données mensuelles entre l'année 1999 et 2016. Elles sont issues principalement du FMI, l'office des changes et la banque mondiale. Les variables choisies sont les suivantes :

- Le taux de change effectif réel (TCER).
- La balance commerciale (BC).
- La dette extérieure (DETEX).
- Le produit intérieur brut (PIB).
- Le taux de couverture (TXCOUV).

— Les dépenses publiques (DP).

### 1. Le taux de change effectif réel :

A des fins empiriques, nous utilisons le taux de change effectif réel du Maroc vis-à-vis de ses principaux partenaires commerciaux. Le taux de change effectif réel est calculé comme une moyenne pondérée géométrique des taux de change réels bilatéraux.

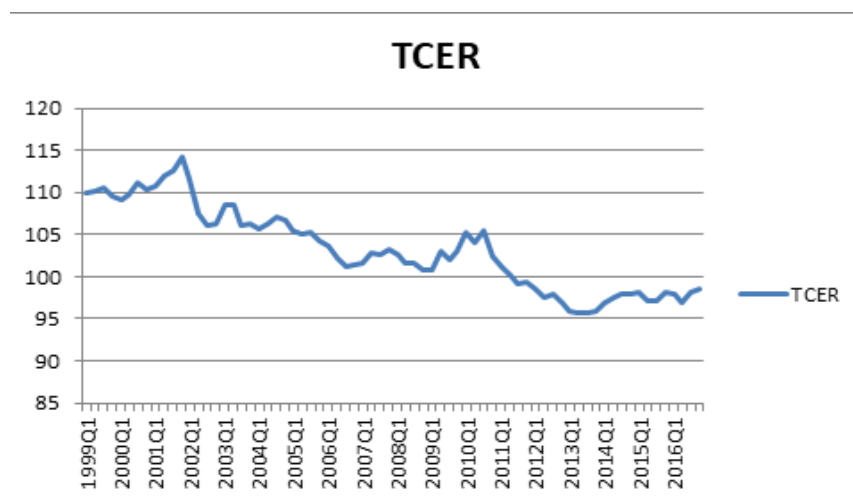


FIGURE III.1 – Le TCER Marocain entre 1999 et 2016

Nous remarquons que le TCER a une tendance baissière à partir de l'année 2001 jusqu'à l'année 2013, puis haussière jusqu'à l'année 2016.

### 2. La balance commerciale :

La balance commerciale est la différence entre la valeur des exportations et des importations de biens ou de services. C'est un indicateur économique qui nous renseigne sur la capacité du pays à exporter ou à importer des biens et des services. Une balance commerciale négative indique que les importations dépassent, en valeur, les exportations.

D'après la figure (III.2), nous remarquons que la balance commerciale du Maroc est déficitaire entre 1999 et 2016.

### 3. La dette extérieure :

La dette extérieure est le total de la dette d'un pays vis-à-vis des créanciers étrangers. Elle se caractérise par deux composantes : la dette publique et la dette privée.

Les pays en développement confrontés à un déficit du compte courant sont encouragés

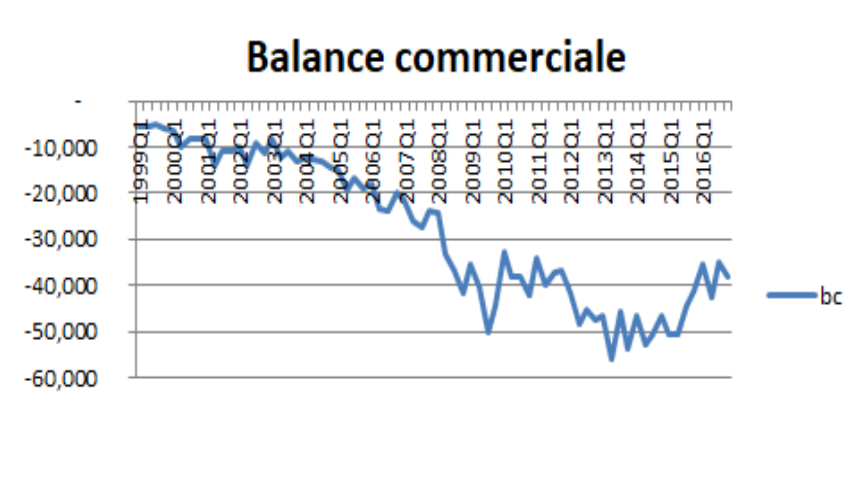


FIGURE III.2 – La balance commerciale

à emprunter pour suivre leur croissance économique. La dette extérieure est une source importante de financement, pour soutenir le développement et d'autres besoins de pays. L'accumulation des emprunts extérieurs a un impact positif sur l'investissement et la croissance. Mais, plus la dette d'un pays est élevée, plus les investisseurs sont méfiants. En effet, un niveau de dette élevé suggère une incertitude sur la solvabilité du pays et génère de l'inflation ce qui déprécie la valeur d'une monnaie sur le marché des changes.

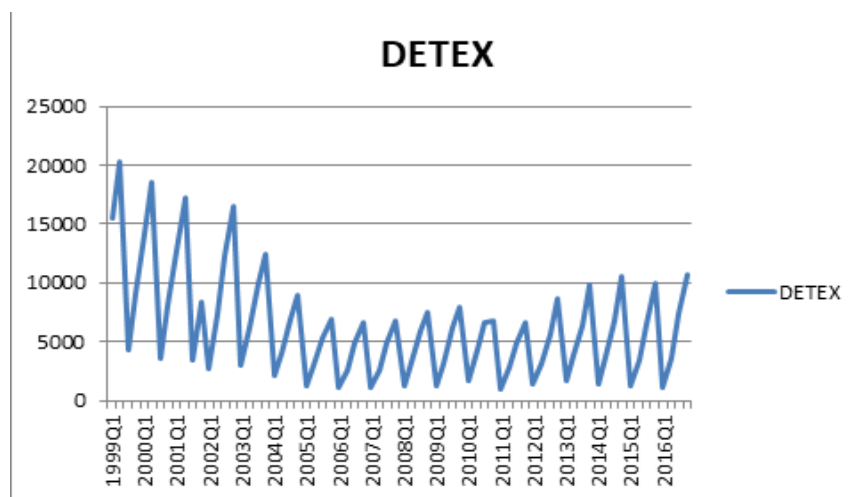


FIGURE III.3 – La dette extérieure

D'après la figure III.3, nous remarquons que la dette extérieure du Maroc suit un mouvement cyclique. Elle présente donc une saisonnalité pendant la période considérée.

#### 4. Les dépenses publiques :

Les dépenses publiques représentent l'ensemble des dépenses des administrations et des collectivités locales.

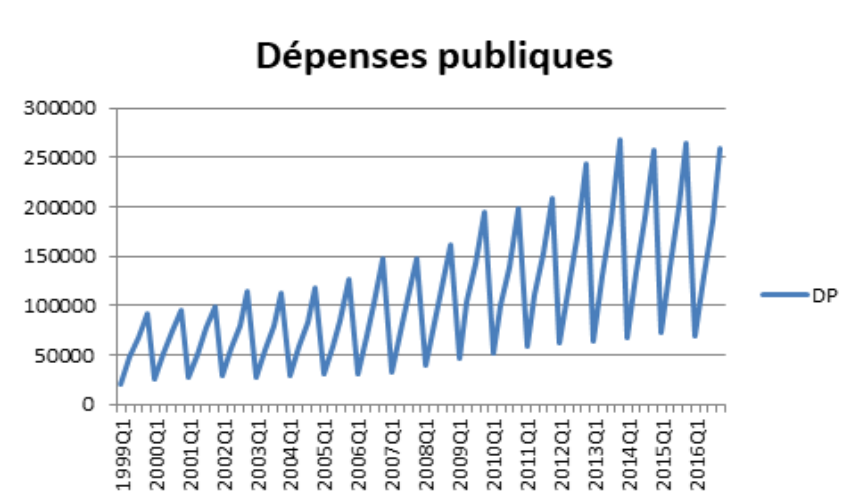


FIGURE III.4 – La dépense publique

D'après la figure III.4, nous remarquons que la courbe des dépenses publiques connaît une tendance haussière. De plus, c'est une variable saisonnière.

### 5. Le produit intérieur brut :

Le produit intérieur brut est considéré comme étant le principal indicateur économique de mesure de la production économique réalisée à l'intérieur du pays, le PIB vise à quantifier la valeur totale de la production de richesse effectuée par les agents économiques résidant à l'intérieur du territoire.

Le PIB reflète donc l'activité économique interne du pays et la variation du PIB d'une période à l'autre est censée mesurer son taux de croissance économique.

D'après la figure III.5, le PIB s'apprécie entre 1999 et 2016, avec une croissance moyenne de 2,3%.

### 6. Le taux de couverture :

Le taux de couverture est un ratio mesurant l'indépendance économique du pays. On obtient cet indicateur en effectuant le rapport exportations/importations et en multipliant le résultat par 100.

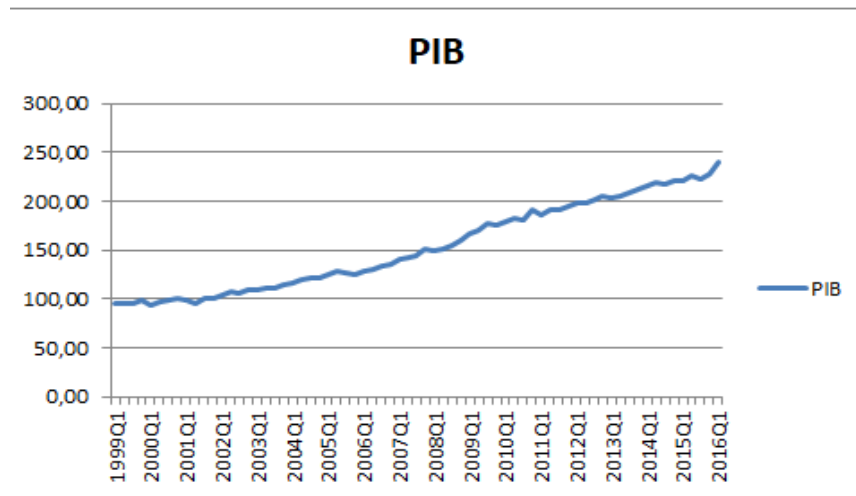


FIGURE III.5 – PIB

$$tauxdecouverture = \frac{exportation}{importation} \times 100 \quad (III.11)$$

Lorsque le taux de couverture est inférieur à 100, alors la balance commerciale est déficitaire. Quand le taux de couverture est égal à 100, la balance commerciale est équilibrée. Enfin, lorsque le taux de couverture est supérieur à 100, la balance commerciale est excédentaire.

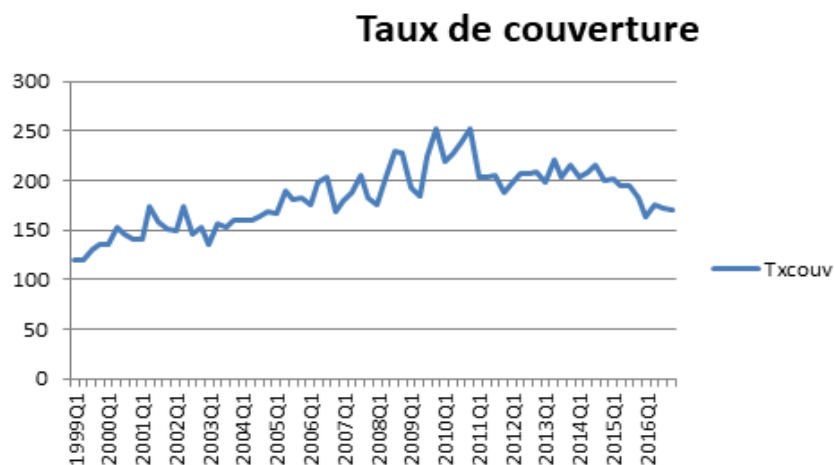


FIGURE III.6 – Le taux de couverture

Nous remarquons (figure III.6) que la balance commerciale du Maroc est déficitaire pour la période considérée.

### III.2.2 Stationnarité des variables

Afin d'étudier la stationnarité des variables et de définir l'ordre de cointégration, nous avons eu recours au test de Dickey-Fuller augmenté (ADF) pour chaque variable.

Nous avons résumé les résultats de nos tests dans le tableau suivant <sup>1</sup> :

TABLE III.1 – Résultats des tests sur la stationnarité

Les variables	p-value	Résultat
Balance commerciale	0,3737 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0000 I(1)	
Dette extérieur	0,1256 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0001 I(1)	
Dépense publique	0,9816 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0019 I(1)	
PIB	0,9301 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0017 I(1)	
Taux de couverture	0,8107 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0000 I(1)	
TCER	0,2008 I(0)	Intégrée d'ordre 1
	0,0000 I(1)	

Afin d'utiliser un modèle VECM, toutes les variables doivent être stationnaires en première différence.

D'après le tableau III.1, nous remarquons que toutes nos variables sont intégrées d'ordre 1.

### III.2.3 Détermination du nombre de retard

Dans cette étape nous allons définir le nombre de retard optimal pour notre étude. Cette étape influence les estimations et le nombre d'équations de cointégration.

D'après le tableau précédent, nous remarquons que le retard optimal est de 6.

Nous passerons maintenant à la détermination du nombre d'équations de cointégration.

### III.2.4 Test de cointégration par la méthode de Johansen

Dans le but de trouver le nombre d'équations de cointégration, nous avons choisi d'utiliser le test de Johansen.

1. Les sorties du logiciel EVIEWS sont dans l'Annexe II

TABLE III.2 – Critères de détermination du retard optimal

Lag	LogL	AIC
1	-2002,926	64,727
2	-1931,036	63,588
3	-1842,217	61,911
4	-1753,527	60,238
5	-1710,723	60,022
6	-1636,026	58.794*

Les résultats que nous avons obtenus sont représentés sur le tableau III.3 :

TABLE III.3 – Résultats du test de Johansen

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace statistic	0,05 Critical Value	Prob.**
<b>None</b>	0.7514	205.444	95.753	0.0000
<b>At most 1</b>	0.5471	119.131	69.818	0.0000
<b>At most 2</b>	0.4873	70.015	47.856	0.0001

Le test de la trace a rejeté les hypothèses nulles qui supposent respectivement qu'il n'y a aucune relation de cointégration, qu'il y a au plus une relation de cointégration et qu'il existe au plus deux relations de cointégration. En effet, toutes les p-value sont inférieures à 5%. Ainsi, on peut conclure qu'il existe trois équations de cointégration entre les variables. Autrement il existe trois relations de long terme entre nos variables<sup>2</sup>.

Ces résultats nous permettent d'entamer le modèle vectoriel à correction d'erreurs (VECM).

### III.2.5 Estimation du modèle VECM

L'estimation du modèle VECM nous donne l'équation suivante :<sup>3</sup> :

2. Voir Annexe II

3. Voir les sorties dans l'Annexe II

$$\begin{aligned}
D(TCER) = & -0.65539814 * EC1 - 0.0637860235697 \times EC2 & (III.12) \\
& + 0.000708665300986 \times EC3 + 0.242838634476 \times D(TCER(-1)) \\
& + 0.256440097693 \times D(TCER(-2)) + 0.347902597078 \times D(TCER(-3)) \\
& - 0.0806096130208 \times D(TCER(-4)) \\
& + 0.143702825333 \times D(TCER(-5)) + 0.23683343402 \times D(TCER(-6)) \\
& + 0.269408552926 \times D(BC(-1)) + 0.124679216451 \times D(BC(-2)) \\
& + 0.0338508120504 \times D(BC(-3)) \\
& - 0.16794076613 \times D(BC(-4)) \\
& - 0.111631731277 \times D(BC(-5)) + 0.00409563674932 \times D(BC(-6)) \\
& - 0.000617167001693 \times D(DETEX(-1)) \\
& - 0.000210286947537 \times D(DETEX(-2)) \\
& - 0.000233694772352 \times D(DETEX(-3)) \\
& - 9.94503747467e - 05 \times D(DETEX(-4)) \\
& - 0.000151265410053 \times D(DETEX(-5)) \\
& - 0.000131130755335 \times D(DETEX(-6)) \\
& + 5.55555277191e - 05 \times D(DP(-1)) + 1.87049495064e - 05 \times D(DP(-2)) \\
& - 1.34451782133e - 05 \times D(DP(-3)) \\
& - 4.15768880402e - 05 \times D(DP(-4)) \\
& + 3.16777305106e - 06 \times D(DP(-5)) \\
& - 9.9119711212e - 06 \times D(DP(-6)) + 0.0189738308012 \times D(PIB(-1)) \\
& + 0.0895578600483 \times D(PIB(-2)) + 0.042085340209 \times D(PIB(-3)) \\
& - 1.79057318318e - 05 \times D(PIB(-4)) \\
& - 0.142844941132 \times D(PIB(-5)) \\
& - 0.076982304776 \times D(PIB(-6)) \\
& + 0.0180300342985 \times D(TXCOUV(-1)) \\
& - 0.0301806768893 \times D(TXCOUV(-2)) \\
& - 0.0170409864535 \times D(TXCOUV(-3)) \\
& - 0.0545466458003 \times D(TXCOUV(-4)) \\
& - 0.0261279764946 \times D(TXCOUV(-5)) + 0.00914784897772 \times D(TXCOUV(-6)) \\
& - 0.14214795726
\end{aligned}$$

Avec :

$EC1$  : la première équation de cointégration.

*EC2* : la deuxième équation de cointégration.

*EC3* : la troisième équation de cointégration.

$$\begin{aligned} EC1 = & TCER(-1) - 0.000404485255962 \times DP(-1) \\ & + 0.447281790212 \times PIB(-1) - 0.0900475425137 \times TXCOUV(-1) \\ & - 112.342552321 \end{aligned} \quad (III.13)$$

$$\begin{aligned} EC2 = & BC(-1) + 0.000587165549517 \times DP(-1) - 0.235928966093 \times PIB(-1) + \\ & 0.0985343880319 \times TXCOUV(-1) - 15.8738167821 \end{aligned} \quad (III.14)$$

$$\begin{aligned} EC3 = & DETEX(-1) - 0.488132254574 \times DP(-1) \\ & + 421.802712167 \times PIB(-1) - 22.9909930727 \times TXCOUV(-1) \\ & - 14505.8584718 \end{aligned} \quad (III.15)$$

Nous allons calculer la relation de long terme du TCER selon la combinaison :

$$\alpha_i \times CE_i + cst = 0 \quad (III.16)$$

Avec :

$\alpha_i$  : Coefficient relatif à la  $i^{eme}$  relation de cointégration.  $CE_i$  : La  $i^{eme}$  relation de cointégration.

$cst$  : Le terme constant du VECM.

Nous obtenons ainsi la relation de long terme du TCER :

$$\begin{aligned} TCER = & -0,000180465 \times DP(-1) + 0,0317643 \times PIB(-1) \\ & + 0,0555982 \times TXCOUV(-1) - 0,000708665300986 \times DETEX(-1) \\ & + 0,0637860235697 \times BC(-1) + 98,202642 \end{aligned} \quad (III.17)$$

Les résultats obtenus sont conformes à la théorie : en effet, le taux de change du Dirham Marocain s'apprécie avec l'augmentation du taux de couverture, de la balance commerciale et du PIB, et se déprécie avec l'augmentation de la dette publique et les dépenses publiques.

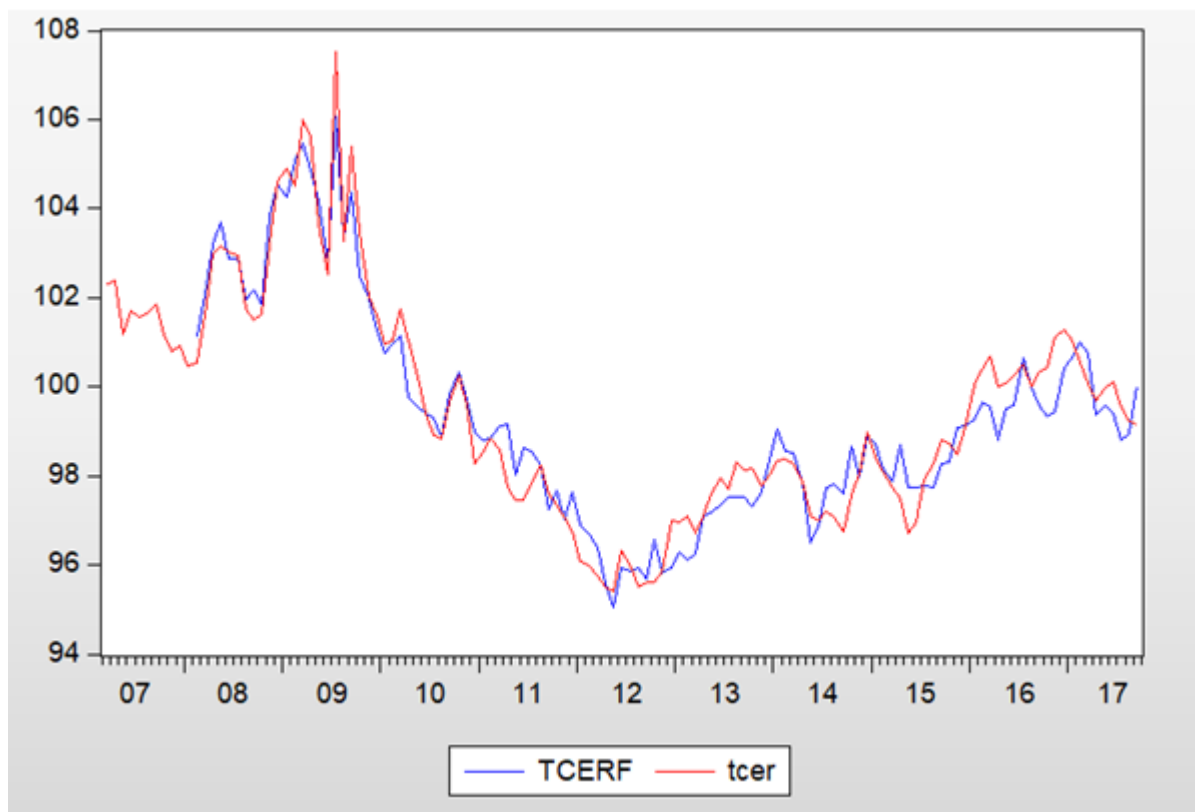


FIGURE III.7 – Comparaison entre le VECM et la base de données

### Validation du modèle

Nous allons commencer par comparer la courbe du TCER calculé à partir du VECM à celle obtenue à partir de la base des données.

D'après la figure III.7, nous remarquons que les deux courbes ont des allures semblables, ce qui nous laisse croire que modèle à une bonne qualité de prévision.

De plus, la corrélation entre les deux courbes est de 97% comme indiquée sur le tableau qui suit :

TABLE III.4 – Corrélation entre TCERF et TCER

	<b>TCERF</b>	<b>TCER</b>
<b>TCERF</b>	1	0.96949994
<b>TCER</b>	0.96949994	1

**Test de normalité des résidus**

Nous avons eu recours au test de Jarque-Bera afin de tester la normalité des résidus.

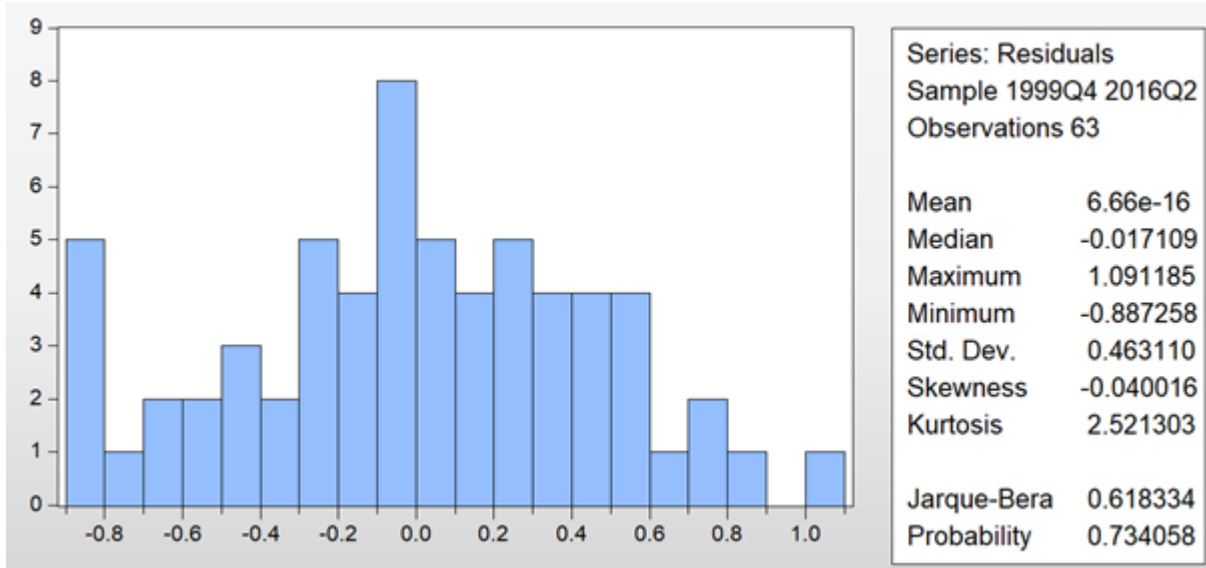


FIGURE III.8 – Résultats du test de Jarque-Bera

Nous remarquons que la p-value du test de Jarque-Bera est supérieure à 5% (figure III.8), donc nous acceptons l'hypothèse nulle, c'est-à-dire la normalité des résidus.

**Test d'autocorrélation des résidus**

Afin de tester l'autocorrélation des résidus, nous utilisons le test de Breusch-Godfrey. Ainsi nous obtenons le résultat suivant :

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test			
Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags			
F-statistic	0.567670	Prob. F(2,21)	0.5753
Obs*R-squared	3.231320	Prob. Chi-Square(2)	0.1988

FIGURE III.9 – Résultats du test de Breusch-Godfrey

Selon la figure (3.9), nous remarquons que la p-value du test est supérieure à 5% donc nous acceptons l'hypothèse nulle et par conséquent les résidus ne sont pas corrélés.

### Test d'homoscédasticité

Pour le test de l'homoscédasticité, nous utilisons le test de Breusch-Pagan.

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
Null hypothesis: Homoskedasticity			
F-statistic	0.414081	Prob. F(42,20)	0.9920
Obs*R-squared	29.30240	Prob. Chi-Square(42)	0.9308
Scaled explained SS	2.970731	Prob. Chi-Square(42)	1.0000

FIGURE III.10 – Résultats du test de Breusch-Pagan

Nous remarquons que la p-value du test est supérieure à 5% (figure III.10), donc nous acceptons l'hypothèse nulle, c'est-à-dire, l'homoscédasticité des résidus.

### Détermination du mésalignement

Afin de calculer le mésalignement, il faut commencer par obtenir le taux de change réel d'équilibre à partir de l'équation de long terme : nous devons ainsi remplacer les fondamentaux de la relation estimée par leurs valeurs d'équilibre de long terme, autrement dit, leurs soutenables.

Il existe des filtres statistiques comme le filtre de Hodric Prescott (HP) qui permet de dissocier la tendance de court terme et celle de long terme. L'utilisation du filtre Hodric Prescott fournit une tendance qui sera le niveau d'équilibre souhaité<sup>4</sup>.

Il ne reste plus qu'à calculer le mésalignement, comme étant l'écart du taux de change effectif réel d'équilibre (TCERE) et du taux change effectif réel (TCER). Un écart positif (respectivement négatif) sera considéré comme une surévaluation (respectivement sous-évaluation) du dirham.

$$MES_t = TCERE_t - TCER_t \quad (III.18)$$

D'après la figure III.11, nous remarquons deux périodes de surévaluation et deux périodes de sous-évaluation. En effet, pendant la période entre 1999 et 2004 et la période 2013 et 2017, le Maroc a connu une surévaluation du dirham, car la valeur effective réelle s'est appréciée à cause du poids élevé des dollars dans le panier de référence. La période de sous-évaluation du dirham s'étale entre 2005 et 2012. Pendant cette dernière période, les conditions monétaires se sont relâchées et le taux de change effectif réel nominal a enregistré une légère dépréciation.

4. Voir Annexe II

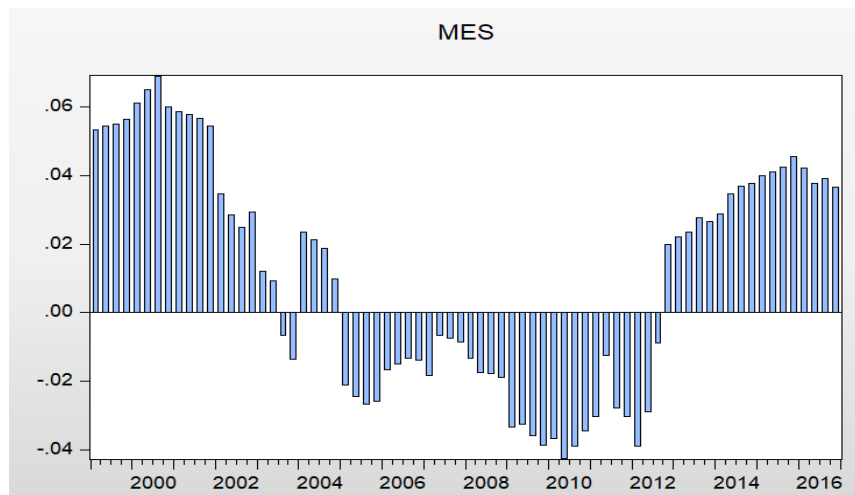


FIGURE III.11 – Représentation du mésalignement

### III.3 Conclusion

La démarche suivie dans notre étude, consiste à estimer le taux de change réel d'équilibre comportemental (BEER). C'est l'une des approches utilisées dans les cas des pays émergents, elle consiste à choisir un ensemble de fondamentaux macroéconomiques qui peuvent influencer les mouvements du taux de change effectif réel et à appliquer un modèle vectoriel à correction d'erreurs qui intègre dans la même relation une composante à court terme et une composante à long terme. Ce modèle est basé sur les relations de cointégration reliant le TCER à des variables macroéconomiques fondamentales.

A long terme, il existe bel et bien une influence des variables retenues sur le TCER à long terme. Par ailleurs, l'application du filtre de Hodrick Prescott nous a permis de déterminer la déviation du taux de change effectif réel par rapport à sa valeur d'équilibre afin de parvenir à prédire la valeur à laquelle il pourrait se stabiliser au fur et à mesure que le régime se libéralise.

Finalement, nous remarquons que nos prévisions sont en concordance avec les valeurs observées du taux de change effectif réel ce qui dénote une bonne capacité du modèle à prédire l'évolution du TCER du dirham dans les années à venir.

## Conclusion et perspectives

L'étude des effets des mésalignements du taux de change sur l'économie demeure primordiale dans la mesure où une monnaie surévaluée peut être à l'origine de retombées négatives sur la viabilité de la position extérieure d'un pays. C'est justement pour cette raison que les économistes ont insisté sur la nécessité de la mise en place des politiques de change adéquates, aptes à atténuer, si ce n'est éliminer, les répercussions défavorables d'un taux de change surévalué.

L'objectif recherché à travers cette étude est l'estimation des mésalignements du taux de change réel du Maroc. Pour cela, nous avons eu recours en premier lieu à l'approche macro-économique de la méthode CGER développée par le FMI. Elle consiste à évaluer le niveau des mésalignement en déterminant le taux de change réel d'équilibre qui égalise le solde du compte courant sous-jacent au solde du compte courant norme qui lui est associé.

Nous avons donc commencé par estimer le compte courant norme à l'aide d'une régression en panel, nous avons par la suite estimé le solde du compte courant sous-jacent en ayant recours à l'équation multimod d'Isard et Faruquee, pour enfin aboutir à l'évaluation des mésalignements en déterminant la variation du TCER qui égalise le compte sous-jacent et le compte norme.

La seconde approche consiste à estimer le TCER directement au moyen de relation de long terme existante entre le taux de change réel et diverses variables macroéconomiques influençant les équilibres internes et externes. Nous avons ainsi appliqué un modèle vectoriel à correction d'erreurs intégrant dans la même relation une composante à court terme et une composante à long terme. Nous avons enfin abouti à des résultats en harmonie avec les valeurs observées du TCER ce qui nous pousse à croire en la capacité prédictive du modèle.

Nous avons encouru maintes difficultés en réalisant ce travail, à savoir la non-disponibilité des données pour certains pays du panel qui a fait la délicatesse de l'analyse des résultats.

Par ailleurs, notre étude nous a permis de répondre à la problématique initiale et pourrait déboucher sur des réflexions plus poussées. Le complément logique de ce travail serait d'analyser l'impact des mésalignements du taux de change réel sur l'économie nationale en ayant recours au modèles d'équilibre général calculable MEGC.



# Bibliographie

- [1] CGER Research Department, Methodology for CGER Exchange Rate Assessments, International Monetary Fund, November 2006. Peter Isard and Hamid Faruquee, Exchange Rate Assessment : Extension of the Macroeconomic Balance Approach, International Monetary Fund, 1998.
- [2] Régis Bourbonnais, Econométrie, 2015.
- [3] Lapan et Enders (1980), le Mésalignement du taux de change dans les pays en voie de développement, Institut du FMI, décembre.
- [4] Zouhar (2006), Evaluation de la soutenabilité du compte courant de la balance des paiements marocaine, mémoire à la direction du Trésor et des Finances extérieures, avril.
- [5] Abdellali FADLALLAH. Juillet 2014. « que coutent à l'économie marocaine les mésalignements du taux de change ? ».
- [6] Ali Abdallah, Taux de change réel d'équilibre des PED :Application aux pays du Maghreb, 2005.
- [7] Peter Clarke and Ronald MacDonald, Exchange Rates and Economic Fundamentals : A Methodological Comparison of BEERs and FEERs, International Monetary Fund, 1998.
- [8] Benaroya F. et Janci D. (1999), « Measuring Exchange Rate Misalignments with Purchasing Power Parity Estimates », in Collingnon S., Pisani-Ferry J. and Park Y.C. (1999), Exchange rate policies in emerging asian economies, London, Routledge.
- [9] Sfia, M., « Le Choix du régime de change pour les économies émergentes », Daly MPRA WP n 4075, 2007.
- [10] Bouoiyour, J., Marimoutou, V., Rey S., « Taux de change réel d'équilibre et politique de change au Maroc : Une Approche non Paramétrique », Économie Internationale, 2004.



## Annexe I : Sorties de l'approche macro-économique

Dependent Variable: CC Method: Panel Least Squares Date: 05/16/18 Time: 09:09 Sample: 1992 2016 Periods included: 25 Cross-sections included: 20 Total panel (balanced) observations: 500				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.026342	0.015623	1.686133	0.0924
CROIS	-0.123713	0.046434	-2.664299	0.0080
AEN	0.193073	0.013753	14.03825	0.0000
CROIS_POP	-1.364298	0.437724	-3.116796	0.0019
RDPA	-0.388409	0.094906	-4.092578	0.0000
REV_RE	-0.009262	0.030442	-0.304246	0.7611
SB	0.079674	0.047028	1.694167	0.0909
BP	0.163235	0.020103	8.119878	0.0000
R-squared	0.428540	Mean dependent var	-0.010617	
Adjusted R-squared	0.420409	S.D. dependent var	0.047234	
S.E. of regression	0.035960	Akaike info criterion	-3.796959	
Sum squared resid	0.636209	Schwarz criterion	-3.729525	
Log likelihood	957.2397	Hannan-Quinn criter.	-3.770498	
F-statistic	52.70750	Durbin-Watson stat	0.481971	
Prob(F-statistic)	0.000000			

FIGURE III.12 – Sortie pooled

Dependent Variable: CC				
Method: Panel EGLS (Cross-section weights)				
Date: 05/16/18 Time: 09:22				
Sample: 1992 2016				
Periods included: 25				
Cross-sections included: 20				
Total panel (balanced) observations: 500				
Linear estimation after one-step weighting matrix				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.028931	0.019846	-1.457766	0.1456
CROIS	-0.117194	0.033179	-3.532174	0.0005
AEN	0.121632	0.015050	8.081713	0.0000
CROIS POP	0.432452	0.558989	0.773632	0.4395
RDPA	0.394465	0.180550	2.184801	0.0294
REV_RE	-0.459477	0.048009	-9.570701	0.0000
S $\bar{B}$	0.086092	0.038626	2.228870	0.0263
BP	0.212238	0.042258	5.022376	0.0000
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Weighted Statistics				
R-squared	0.619012	Mean dependent var	-0.018470	
Adjusted R-squared	0.598070	S.D. dependent var	0.050149	
S.E. of regression	0.031007	Sum squared resid	0.454748	
F-statistic	29.55805	Durbin-Watson stat	0.735978	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.570339	Mean dependent var	-0.010617	
Sum squared resid	0.478344	Durbin-Watson stat	0.593065	

FIGURE III.13 – Sortie effets fixes

Dependent Variable: CC				
Method: Panel EGLS (Cross-section random effects)				
Date: 05/16/18 Time: 09:07				
Sample: 1992 2016				
Periods included: 25				
Cross-sections included: 20				
Total panel (balanced) observations: 500				
Swamy and Arora estimator of component variances				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.005884	0.019910	0.295517	0.7677
CROIS	-0.143681	0.044228	-3.248615	0.0012
AEN	0.163260	0.015929	10.24914	0.0000
CROIS POP	-0.467554	0.565612	-0.826633	0.4088
RDPA	-0.119870	0.141543	-0.846881	0.3975
REV_RE	-0.191603	0.048150	-3.979276	0.0001
SB	0.067966	0.052764	1.288112	0.1983
BP	0.159124	0.030644	5.192653	0.0000
Effects Specification				
			S.D.	Rho
Cross-section random			0.015864	0.2024
Idiosyncratic random			0.031489	0.7976
Weighted Statistics				
R-squared	0.244352	Mean dependent var	-0.003917	
Adjusted R-squared	0.233600	S.D. dependent var	0.036774	
S.E. of regression	0.032193	Sum squared resid	0.509919	
F-statistic	22.72806	Durbin-Watson stat	0.577252	
Prob(F-statistic)	0.000000			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.364336	Mean dependent var	-0.010617	
Sum squared resid	0.707688	Durbin-Watson stat	0.415934	

FIGURE III.14 – Sortie effets aléatoires

Redundant Fixed Effects Tests			
Equation: Untitled			
Test cross-section fixed effects			
Effects Test	Statistic	d.f.	Prob.
Cross-section F	9.155067	(19,473)	0.0000
Cross-section Chi-square	156.583925	19	0.0000

FIGURE III.15 – Sortie test de spécification des effets individuels

Correlated Random Effects - Hausman Test			
Equation: Untitled			
Test cross-section random effects			
Test Summary	Chi-Sq. Statistic	Chi-Sq. d.f.	Prob.
Cross-section random	29.256500	7	0.0001

FIGURE III.16 – Sortie test de Hausman

## Cross-section Fixed Effects

	COUNTRY	Effect
1	Maroc	-0.027328
2	Afrique du sud	0.023363
3	Brésil	0.042738
4	Cameroune	-0.034749
5	Chine	0.024353
6	Egypte	-0.006857
7	Ghana	-0.058604
8	Guatemala	-0.022565
9	Inde	-0.005498
10	Indonésie	0.002154
11	Malaisie	0.077336
12	Mexique	0.041132
13	Nigéria	-0.033618
14	Pakistan	-0.008862
15	Paraguay	-0.004978
16	Philippines	0.008407
17	Roumanie	-0.048935
18	Thaïlande	0.026569
19	Tunisie	-0.028537
20	Turquie	0.034478

FIGURE III.17 – Sortie effets fixes de chaque pays

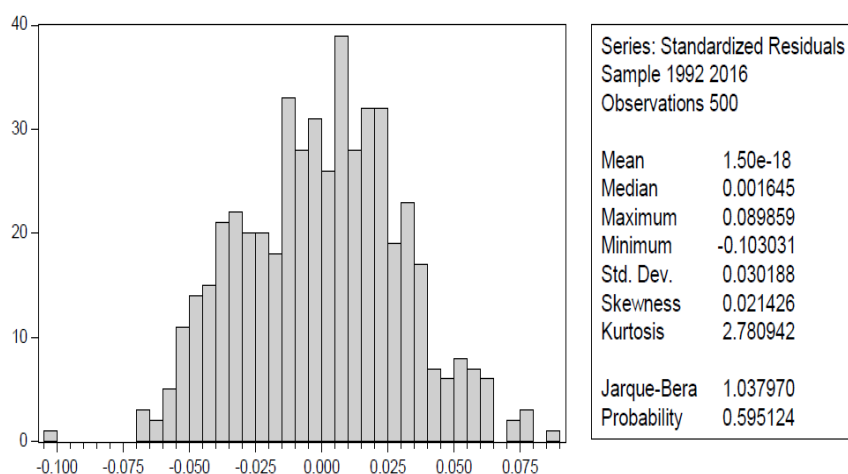


FIGURE III.18 – Sortie test de Jarque-Bera



## Annexe II : Sorties de l'approche comportementale du taux de change

Null Hypothesis: D(BC) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-9.695262	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.598416	
5% level	-1.945525	
10% level	-1.613760	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.19 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Balance commerciale

Null Hypothesis: BC has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.782287	0.3737
Test critical values: 1% level	-2.598416	
5% level	-1.945525	
10% level	-1.613760	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.20 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Balance commerciale

Null Hypothesis: D(DETEX) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-4.161798	0.0001
Test critical values: 1% level	-2.601596	
5% level	-1.945987	
10% level	-1.613496	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.21 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dette extérieure

Null Hypothesis: DETEX has a unit root  
 Exogenous: Constant  
 Lag Length: 6 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.477388	0.1256
Test critical values: 1% level	-3.534868	
5% level	-2.906923	
10% level	-2.591006	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.22 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dette extérieure

Null Hypothesis: DP has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 4 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.793174	0.9816
Test critical values: 1% level	-2.599934	
5% level	-1.945745	
10% level	-1.613633	

\*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.23 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dépenses publiques

Null Hypothesis: D(DP) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.182617	0.0019
Test critical values: 1% level	-2.599934	
5% level	-1.945745	
10% level	-1.613633	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.24 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Dépenses publiques

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.312879	0.0017
Test critical values: 1% level	-2.601024	
5% level	-1.945903	
10% level	-1.613543	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.25 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : PIB

Null Hypothesis: PIB has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	6.935502	0.9301
Test critical values: 1% level	-2.599934	
5% level	-1.945745	
10% level	-1.613633	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.26 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : PIB

Null Hypothesis: D(TCER) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-7.121578	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.598416	
5% level	-1.945525	
10% level	-1.613760	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.27 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : TCER

Null Hypothesis: TCER has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.224078	0.2008
Test critical values: 1% level	-2.597939	
5% level	-1.945456	
10% level	-1.613799	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.28 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : TCER

Null Hypothesis: D(TXCOUV) has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.725675	0.0000
Test critical values: 1% level	-2.599413	
5% level	-1.945669	
10% level	-1.613677	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.29 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Taux de couverture

Null Hypothesis: TXCOUV has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=11)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.457469	0.8107
Test critical values:		
1% level	-2.599413	
5% level	-1.945669	
10% level	-1.613677	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

FIGURE III.30 – Sortie du test de Dickey-Fuller augmenté : Taux de couverture

VAR Lag Order Selection Criteria  
 Endogenous variables: TCER BC DETEX DP PIB TXCOUV  
 Exogenous variables:  
 Date: 06/04/18 Time: 12:32  
 Sample: 1998Q1 2015Q4  
 Included observations: 63

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
1	-2002.926	NA	5.22e+20	64.72781	65.95246	65.20947
2	-1931.036	116.3935	1.71e+20	63.58844	66.03774	64.55176
3	-1842.217	126.8837	3.43e+19	61.91166	65.58560	63.35664
4	-1753.527	109.8074	7.45e+18	60.23894	65.13754*	62.16558
5	-1710.723	44.84198	7.78e+18	60.02295	66.14619	62.43125
6	-1636.026	64.02626*	3.52e+18*	58.79447*	66.14236	61.68443*

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

FIGURE III.31 – Sortie nombre de retards

Sample (adjusted): 1999Q4 2015Q1  
 Included observations: 62 after adjustments  
 Trend assumption: Linear deterministic trend  
 Series: TCER BC DETEX DP PIB TXCOUV  
 Lags interval (in first differences): 1 to 6

---



---

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.751460	205.4448	95.75366	0.0000
At most 1 *	0.547152	119.1314	69.81889	0.0000
At most 2 *	0.487392	70.01514	47.85613	0.0001
At most 3	0.307711	28.58400	29.79707	0.0685
At most 4	0.083146	5.783408	15.49471	0.7209
At most 5	0.006453	0.401404	3.841466	0.5264

Trace test indicates 3 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

\* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

\*\*MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

FIGURE III.32 – Sortie test de cointégration par la méthode Johansen

Vector Error Correction Estimates						
Date: 06/04/18 Time: 11:27						
Sample (adjusted): 1999Q4 2015Q1						
Included observations: 62 after adjustments						
Standard errors in ( ) & t-statistics in [ ]						
Cointegrating Eq:	CointEq1	CointEq2	CointEq3			
TCER(-1)	1.000000	0.000000	0.000000			
BC(-1)	0.000000	1.000000	0.000000			
DETEX(-1)	0.000000	0.000000	1.000000			
DP(-1)	-0.000404 (0.00015) [-2.63447]	0.000587 (0.00011) [ 5.33624]	-0.488132 (0.10264) [-4.75584]			
PIB(-1)	0.447282 (0.14823) [ 3.01753]	-0.235929 (0.10623) [-2.22093]	421.8027 (99.0902) [ 4.25676]			
TXCOUV(-1)	-0.090048 (0.06540) [-1.37688]	0.098534 (0.04687) [ 2.10231]	-22.99099 (43.7195) [-0.52588]			
C	-112.3426	-15.87382	-14505.86			
Error Correction:	D(TCER)	D(BC)	D(DETEX)	D(DP)	D(PIB)	D(TXCOUV)
CointEq1	-0.639118 (0.14560) [-4.38958]	-0.006722 (0.84104) [-0.00799]	599.7373 (161.798) [ 3.70670]	754.0275 (1209.50) [ 0.62342]	-0.097802 (0.67383) [-0.14514]	-0.002803 (2.89473) [-0.00097]
CointEq2	-0.026491 (0.07361) [-0.35987]	0.326143 (0.42521) [ 0.76702]	-135.3364 (81.8007) [-1.65446]	-2244.885 (611.491) [-3.67117]	-0.398874 (0.34067) [-1.17084]	0.106842 (1.46350) [ 0.07300]
CointEq3	0.000719 (0.00021) [ 3.43853]	-0.000179 (0.00121) [-0.14795]	-1.168568 (0.23221) [-5.03239]	-0.335416 (1.73585) [-0.19323]	0.000204 (0.00097) [ 0.21124]	0.001721 (0.00415) [ 0.41429]
D(TCER(-1))	0.226371 (0.16327) [ 1.38649]	-0.513165 (0.94311) [-0.54412]	-964.8729 (181.434) [-5.31804]	-102.8642 (1356.29) [-0.07584]	1.040294 (0.75561) [ 1.37676]	4.430135 (3.24604) [ 1.36478]

FIGURE III.33 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

D(TCER(-2))	0.268803 (0.21251) [ 1.26491]	-0.058477 (1.22753) [-0.04764]	-1295.009 (236.152) [-5.48379]	-424.0703 (1765.32) [-0.24022]	-0.016946 (0.98349) [-0.01723]	2.880093 (4.22500) [ 0.68168]
D(TCER(-3))	0.388401 (0.16643) [ 2.33368]	-0.087767 (0.96138) [-0.09129]	-443.6473 (184.950) [-2.39874]	462.5346 (1382.57) [ 0.33455]	0.439199 (0.77025) [ 0.57020]	3.859812 (3.30894) [ 1.16648]
D(TCER(-4))	-0.092444 (0.15967) [-0.57896]	0.004560 (0.92232) [ 0.00494]	-574.3615 (177.436) [-3.23701]	-329.1804 (1326.40) [-0.24818]	0.024500 (0.73896) [ 0.03316]	1.368453 (3.17451) [ 0.43108]
D(TCER(-5))	0.167307 (0.14696) [ 1.13848]	0.761014 (0.84887) [ 0.89650]	-494.0277 (163.306) [-3.02517]	569.4524 (1220.77) [ 0.46647]	0.321925 (0.68011) [ 0.47334]	-1.425155 (2.92170) [-0.48778]
D(TCER(-6))	0.275325 (0.14795) [ 1.86096]	0.834729 (0.85461) [ 0.97674]	-366.1042 (164.408) [-2.22680]	-430.8961 (1229.01) [-0.35060]	0.251875 (0.68470) [ 0.36786]	-1.683968 (2.94143) [-0.57250]
D(BC(-1))	0.250942 (0.10343) [ 2.42615]	-0.011065 (0.59747) [-0.01852]	173.5679 (114.940) [ 1.51008]	1921.926 (859.218) [ 2.23683]	0.426789 (0.47869) [ 0.89159]	-1.862841 (2.05639) [-0.90588]

FIGURE III.34 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

D(BC(-2))	0.106702 (0.08553) [ 1.24750]	-0.311689 (0.49407) [-0.63086]	312.4749 (95.0484) [ 3.28754]	447.4753 (710.522) [ 0.62978]	0.185913 (0.39584) [ 0.46966]	0.255899 (1.70051) [ 0.15048]
D(BC(-3))	0.030170 (0.04610) [ 0.65445]	0.027528 (0.26629) [ 0.10338]	38.69113 (51.2282) [ 0.75527]	-402.2729 (382.950) [-1.05046]	0.065747 (0.21335) [ 0.30817]	-0.201699 (0.91652) [-0.22007]
D(BC(-4))	-0.177537 (0.03889) [-4.56554]	-0.105402 (0.22462) [-0.46924]	-281.2451 (43.2127) [-6.50839]	-113.9458 (323.031) [-0.35274]	0.170471 (0.17997) [ 0.94724]	0.096689 (0.77312) [ 0.12506]
D(BC(-5))	-0.118826 (0.06216) [-1.91154]	-0.153773 (0.35907) [-0.42825]	-124.5442 (69.0781) [-1.80295]	857.1531 (516.385) [ 1.65991]	0.251002 (0.28769) [ 0.87249]	0.760523 (1.23588) [ 0.61537]
D(BC(-6))	-0.005682 (0.05568) [-0.10205]	0.013615 (0.32163) [ 0.04233]	-5.385154 (61.8748) [-0.08703]	312.2474 (462.537) [ 0.67508]	0.099258 (0.25769) [ 0.38519]	0.034621 (1.10700) [ 0.03127]
D(DETEX(-1))	-0.000577 (0.00020) [-2.93992]	7.24E-05 (0.00113) [ 0.06387]	0.373902 (0.21820) [ 1.71359]	2.471474 (1.63111) [ 1.51521]	0.000122 (0.00091) [ 0.13390]	-0.000458 (0.00390) [-0.11736]
D(DETEX(-2))	-0.000188 (0.00017) [-1.07750]	0.000117 (0.00101) [ 0.11594]	0.149541 (0.19357) [ 0.77255]	1.836951 (1.44699) [ 1.26950]	-2.42E-05 (0.00081) [-0.03003]	-0.000658 (0.00346) [-0.19007]
D(DETEX(-3))	-0.000196 (0.00015) [-1.31648]	0.000583 (0.00086) [ 0.67811]	0.165525 (0.16541) [ 1.00069]	1.695674 (1.23651) [ 1.37134]	-7.61E-06 (0.00069) [-0.01105]	-0.003174 (0.00296) [-1.07251]
D(DETEX(-4))	-5.96E-05 (0.00012) [-0.48468]	0.000500 (0.00071) [ 0.70429]	0.466138 (0.13670) [ 3.40985]	1.634513 (1.02191) [ 1.59947]	6.09E-05 (0.00057) [ 0.10697]	-0.001363 (0.00245) [-0.55714]
D(DETEX(-5))	-0.000137 (7.7E-05) [-1.78366]	0.000501 (0.00044) [ 1.12797]	-0.006657 (0.08549) [-0.07788]	0.074219 (0.63905) [ 0.11614]	-7.35E-05 (0.00036) [-0.20655]	-0.002765 (0.00153) [-1.80801]
D(DETEX(-6))	-0.000104 (7.1E-05) [-1.47802]	0.000398 (0.00041) [ 0.97563]	0.269896 (0.07849) [ 3.43849]	0.663732 (0.58676) [ 1.13118]	0.000126 (0.00033) [ 0.38641]	-0.001375 (0.00140) [-0.97878]

FIGURE III.35 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

D(DP(-1))	5.41E-05 (5.3E-05) [ 1.02980]	-7.82E-05 (0.00030) [-0.25743]	-0.260311 (0.05842) [-4.45548]	0.233526 (0.43675) [ 0.53469]	0.000280 (0.00024) [ 1.15223]	0.000744 (0.00105) [ 0.71163]
D(DP(-2))	1.59E-05 (4.6E-05) [ 0.34577]	-0.000201 (0.00027) [-0.75717]	-0.282852 (0.05108) [-5.53781]	-0.113600 (0.38182) [-0.29752]	0.000168 (0.00021) [ 0.78780]	0.001535 (0.00091) [ 1.67924]
D(DP(-3))	-1.04E-05 (5.1E-05) [-0.20174]	-1.87E-05 (0.00030) [-0.06295]	-0.301941 (0.05714) [-5.28389]	-0.353255 (0.42717) [-0.82697]	0.000214 (0.00024) [ 0.90022]	0.001015 (0.00102) [ 0.99262]
D(DP(-4))	-3.53E-05 (4.5E-05) [-0.78530]	3.78E-05 (0.00026) [ 0.14552]	-0.213593 (0.04999) [-4.27233]	0.315217 (0.37373) [ 0.84344]	0.000147 (0.00021) [ 0.70595]	0.000820 (0.00089) [ 0.91665]
D(DP(-5))	6.23E-07 (3.3E-05) [ 0.01884]	-6.39E-05 (0.00019) [-0.33460]	-0.144456 (0.03672) [-3.93391]	0.102419 (0.27450) [ 0.37311]	7.41E-05 (0.00015) [ 0.48486]	0.000577 (0.00066) [ 0.87773]
D(DP(-6))	-7.32E-06 (2.7E-05) [-0.27391]	0.000105 (0.00015) [ 0.68153]	-0.078096 (0.02968) [-2.63098]	0.092236 (0.22189) [ 0.41568]	0.000134 (0.00012) [ 1.08019]	-0.000409 (0.00053) [-0.77086]

FIGURE III.36 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

D(PIB(-1))	0.082862 (0.06703) [ 1.23621]	0.236469 (0.38718) [ 0.61074]	372.1945 (74.4861) [ 4.99683]	-199.1725 (556.811) [-0.35770]	-0.440764 (0.31021) [-1.42086]	-1.016827 (1.33263) [-0.76302]
D(PIB(-2))	0.115886 (0.07770) [ 1.49144]	0.163928 (0.44883) [ 0.36524]	324.7005 (86.3456) [ 3.76048]	-1589.494 (645.465) [-2.46256]	-0.489863 (0.35960) [-1.36225]	-1.491863 (1.54481) [-0.96573]
D(PIB(-3))	0.044573 (0.08251) [ 0.54022]	0.474756 (0.47661) [ 0.99612]	346.1994 (91.6889) [ 3.77581]	-1545.678 (685.408) [-2.25512]	-0.251809 (0.38185) [-0.65944]	-1.316010 (1.64041) [-0.80225]
D(PIB(-4))	0.000685 (0.09001) [ 0.00762]	-0.013860 (0.51991) [-0.02666]	251.8429 (100.021) [ 2.51791]	-1848.481 (747.691) [-2.47225]	-0.589295 (0.41655) [-1.41470]	0.695551 (1.78947) [ 0.38869]
D(PIB(-5))	-0.132930 (0.08332) [-1.59550]	-0.107264 (0.48126) [-0.22288]	57.41499 (92.5848) [ 0.62013]	-1272.684 (692.106) [-1.83886]	-0.254878 (0.38558) [-0.66102]	0.761242 (1.65644) [ 0.45957]
D(PIB(-6))	-0.078906 (0.06227) [-1.26719]	-0.096256 (0.35969) [-0.26761]	6.743106 (69.1961) [ 0.09745]	-819.7952 (517.266) [-1.58486]	-0.481065 (0.28818) [-1.66933]	-0.080076 (1.23799) [-0.06468]
D(TXCOUV(-1))	0.016385 (0.02139) [ 0.76602]	0.139473 (0.12356) [ 1.12882]	71.74198 (23.7697) [ 3.01821]	210.1326 (177.687) [ 1.18260]	0.067997 (0.09899) [ 0.68689]	-0.578018 (0.42526) [-1.35920]
D(TXCOUV(-2))	-0.032997 (0.01691) [-1.95139]	-0.015137 (0.09768) [-0.15497]	96.33880 (18.7909) [ 5.12687]	-44.88248 (140.469) [-0.31952]	-0.024027 (0.07826) [-0.30702]	-0.193915 (0.33619) [-0.57680]
D(TXCOUV(-3))	-0.018279 (0.01995) [-0.91636]	0.035649 (0.11522) [ 0.30939]	40.46393 (22.1662) [ 1.82548]	-150.1691 (165.701) [-0.90627]	-0.009939 (0.09231) [-0.10766]	-0.322230 (0.39658) [-0.81253]
D(TXCOUV(-4))	-0.060405 (0.01383) [-4.36615]	-0.056066 (0.07992) [-0.70156]	-30.32262 (15.3740) [-1.97232]	-9.252744 (114.927) [-0.08051]	0.028161 (0.06403) [ 0.43982]	0.069200 (0.27506) [ 0.25159]
D(TXCOUV(-5))	-0.028856 (0.01780) [-1.62156]	-0.101099 (0.10279) [-0.98351]	25.81978 (19.7754) [ 1.30565]	259.6724 (147.828) [ 1.75658]	0.011519 (0.08236) [ 0.13987]	0.382720 (0.35380) [ 1.08174]

FIGURE III.37 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

D(TXCOUV(-6))	0.005292 (0.01471) [ 0.35963]	0.035458 (0.08500) [ 0.41717]	-0.294735 (16.3516) [-0.01802]	-9.390587 (122.235) [-0.07682]	-0.003072 (0.06810) [-0.04511]	-0.262392 (0.29255) [-0.89692]
C	-0.317388 (0.68263) [-0.46495]	-0.962873 (3.94316) [-0.24419]	-1331.390 (758.582) [-1.75510]	16584.40 (5670.68) [ 2.92459]	6.676770 (3.15923) [ 2.11341]	-1.375506 (13.5718) [-0.10135]
R-squared	0.866092	0.716961	0.990305	0.997938	0.569815	0.755022
Adj. R-squared	0.628708	0.215210	0.973118	0.994281	-0.192786	0.320743
Sum sq. resids	11.51413	384.1888	14218733	7.95E+08	246.6147	4551.250
S.E. equation	0.723443	4.178891	803.9316	6009.686	3.348098	14.38315
F-statistic	3.648497	1.428919	57.61962	272.9494	0.747199	1.738563
Log likelihood	-35.78384	-144.5182	-470.6052	-595.3253	-130.7757	-221.1509
Akaike AIC	2.444640	5.952199	16.47114	20.49436	5.508892	8.424223
Schwarz SC	3.816985	7.324544	17.84348	21.86671	6.881237	9.796567
Mean dependent	-0.213532	-0.441130	-40.36613	-82.24194	2.285331	0.283218
S.D. dependent	1.187262	4.717201	4903.286	79470.98	3.065609	17.45166
Determinant resid covariance (dof adj.)		8.90E+16				
Determinant resid covariance		1.78E+14				
Log likelihood		-1544.991				
Akaike information criterion		58.16101				
Schwarz criterion		67.01264				
Number of coefficients		258				

FIGURE III.38 – Sortie de l'estimation du modèle VECM

Dependent Variable: D(TCER)				
Method: Least Squares (Gauss-Newton / Marquardt steps)				
Date: 06/04/18 Time: 11:27				
Sample (adjusted): 1999Q4 2015Q2				
Included observations: 63 after adjustments				
$D(TCER) = C(1)*(TCER(-1) - 0.000404485255962*DP(-1) + 0.447281790212*PIB(-1) - 0.0900475425137*TXCOUV(-1) - 112.342552321) + C(2)*(BC(-1) + 0.000587165549517*DP(-1) - 0.235928966093*PIB(-1) + 0.0985343880319*TXCOUV(-1) - 15.8738167821) + C(3)*(DETEX(-1) - 0.488132254574*DP(-1) + 421.802712167*PIB(-1) - 22.9909930727*TXCOUV(-1) - 14505.8584718) + C(4)*D(TCER(-1)) + C(5)*D(TCER(-2)) + C(6)*D(TCER(-3)) + C(7)*D(TCER(-4)) + C(8)*D(TCER(-5)) + C(9)*D(TCER(-6)) + C(10)*D(BC(-1)) + C(11)*D(BC(-2)) + C(12)*D(BC(-3)) + C(13)*D(BC(-4)) + C(14)*D(BC(-5)) + C(15)*D(BC(-6)) + C(16)*D(DETEX(-1)) + C(17)*D(DETEX(-2)) + C(18)*D(DETEX(-3)) + C(19)*D(DETEX(-4)) + C(20)*D(DETEX(-5)) + C(21)*D(DETEX(-6)) + C(22)*D(DP(-1)) + C(23)*D(DP(-2)) + C(24)*D(DP(-3)) + C(25)*D(DP(-4)) + C(26)*D(DP(-5)) + C(27)*D(DP(-6)) + C(28)*D(PIB(-1)) + C(29)*D(PIB(-2)) + C(30)*D(PIB(-3)) + C(31)*D(PIB(-4)) + C(32)*D(PIB(-5)) + C(33)*D(PIB(-6)) + C(34)*D(TXCOUV(-1)) + C(35)*D(TXCOUV(-2)) + C(36)*D(TXCOUV(-3)) + C(37)*D(TXCOUV(-4)) + C(38)*D(TXCOUV(-5)) + C(39)*D(TXCOUV(-6)) + C(40)$				
	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C(1)	-0.655398	0.152747	-4.290748	0.0003
C(2)	-0.063786	0.074395	-0.857395	0.4001
C(3)	0.000709	0.000220	3.227795	0.0037
C(4)	0.242839	0.171343	1.417264	0.1698
C(5)	0.256440	0.223241	1.148716	0.2625
C(6)	0.347903	0.173398	2.006381	0.0567
C(7)	-0.080610	0.167683	-0.480727	0.6353
C(8)	0.143703	0.153868	0.933936	0.3600
C(9)	0.236833	0.153944	1.538436	0.1376
C(10)	0.269409	0.108200	2.489914	0.0204
C(11)	0.124679	0.089312	1.396002	0.1760
C(12)	0.033851	0.048406	0.699310	0.4914
C(13)	-0.167941	0.040503	-4.146330	0.0004
C(14)	-0.111632	0.065205	-1.712005	0.1003
C(15)	0.004096	0.058255	0.070305	0.9446
C(16)	-0.000617	0.000205	-3.008866	0.0063
C(17)	-0.000210	0.000183	-1.151486	0.2614
C(18)	-0.000234	0.000155	-1.508077	0.1451
C(19)	-9.95E-05	0.000127	-0.781295	0.4426
C(20)	-0.000151	8.05E-05	-1.880079	0.0728

FIGURE III.39 – Sortie estimation de l'équation du modèle

C(21)	-0.000131	7.27E-05	-1.804701	0.0842
C(22)	5.56E-05	5.53E-05	1.005489	0.3251
C(23)	1.87E-05	4.83E-05	0.387415	0.7020
C(24)	-1.34E-05	5.40E-05	-0.248902	0.8056
C(25)	-4.16E-05	4.72E-05	-0.881791	0.3870
C(26)	3.17E-06	3.47E-05	0.091290	0.9281
C(27)	-9.91E-06	2.80E-05	-0.353552	0.7269
C(28)	0.018974	0.060329	0.314505	0.7560
C(29)	0.089558	0.080277	1.115605	0.2761
C(30)	0.042085	0.086707	0.485372	0.6320
C(31)	-1.79E-05	0.094598	-0.000189	0.9999
C(32)	-0.142845	0.087384	-1.634679	0.1157
C(33)	-0.076982	0.065436	-1.176448	0.2514
C(34)	0.018030	0.022462	0.802700	0.4304
C(35)	-0.030181	0.017700	-1.705134	0.1016
C(36)	-0.017041	0.020953	-0.813302	0.4244
C(37)	-0.054547	0.014153	-3.854095	0.0008
C(38)	-0.026128	0.018639	-1.401802	0.1743
C(39)	0.009148	0.015309	0.597560	0.5560
C(40)	-0.142148	0.710491	-0.200070	0.8432
R-squared	0.846541	Mean dependent var	-0.226582	
Adjusted R-squared	0.586329	S.D. dependent var	1.182195	

FIGURE III.40 – Sortie estimation de l'équation du modèle

S.E. of regression	0.760355	Akaike info criterion	2.552139
Sum squared resid	13.29722	Schwarz criterion	3.912859
Log likelihood	-40.39237	Hannan-Quinn criter.	3.087317
F-statistic	3.253271	Durbin-Watson stat	2.064472
Prob(F-statistic)	0.001881		

FIGURE III.41 – Sortie estimation de l'équation du modèle

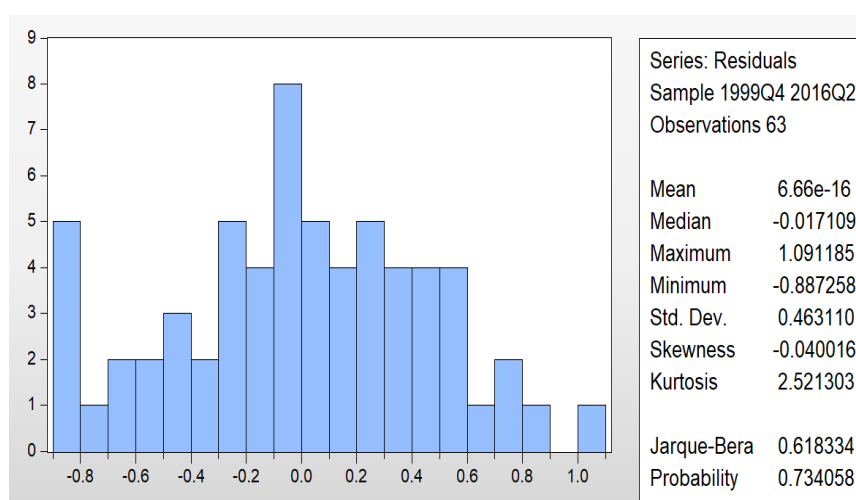


FIGURE III.42 – Sortie du test de normalité des résidus

## Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags

F-statistic	0.567670	Prob. F(2,21)	0.5753
Obs*R-squared	3.231320	Prob. Chi-Square(2)	0.1988

FIGURE III.43 – Sortie du test d'autocorrélation des résidus

## Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey

Null hypothesis: Homoskedasticity

F-statistic	0.414081	Prob. F(42,20)	0.9920
Obs*R-squared	29.30240	Prob. Chi-Square(42)	0.9308
Scaled explained SS	2.970731	Prob. Chi-Square(42)	1.0000

FIGURE III.44 – Sortie du test d'homoscédasticité

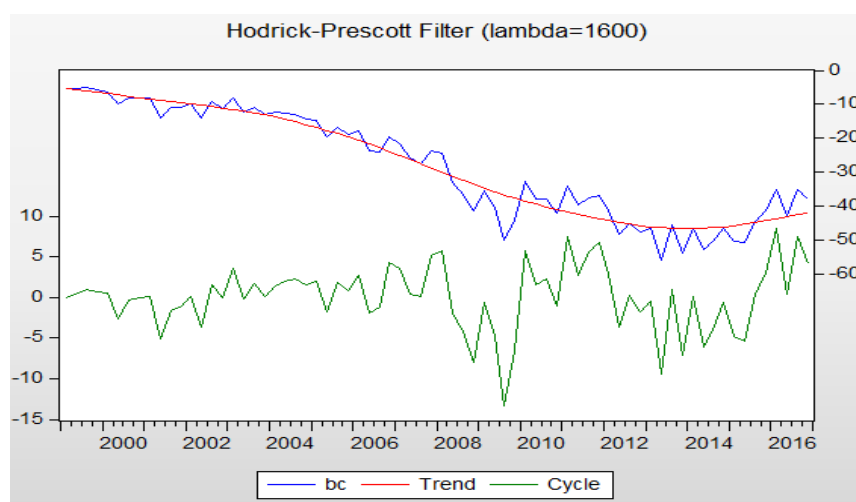


FIGURE III.45 – Sortie du filtre de Hodrick-Prescott

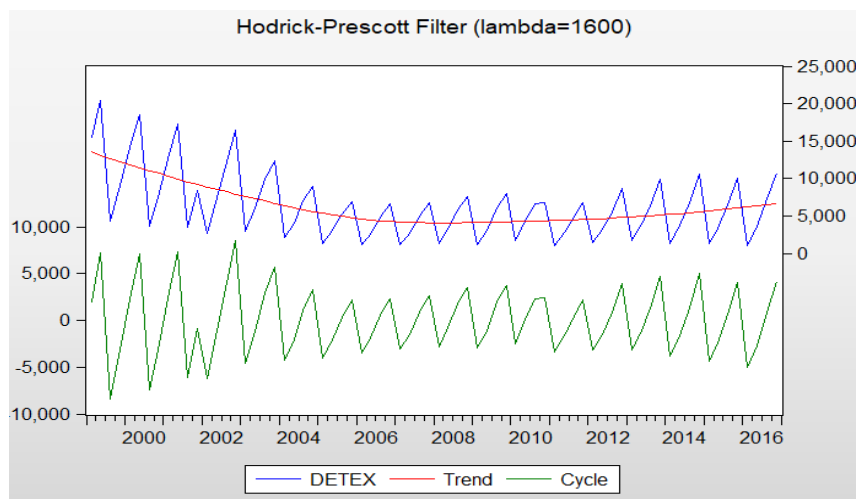


FIGURE III.46 – Sortie du filtre de Hodrick-Prescott

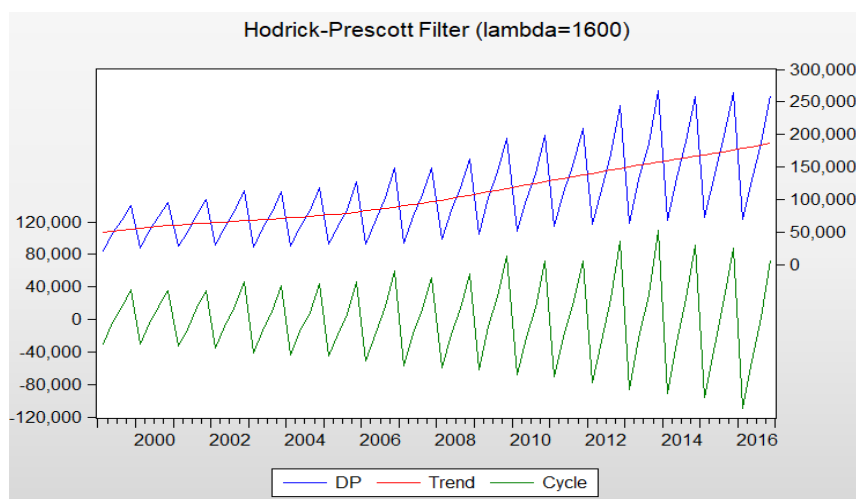


FIGURE III.47 – Sortie du filtre de Hodrick-Prescott

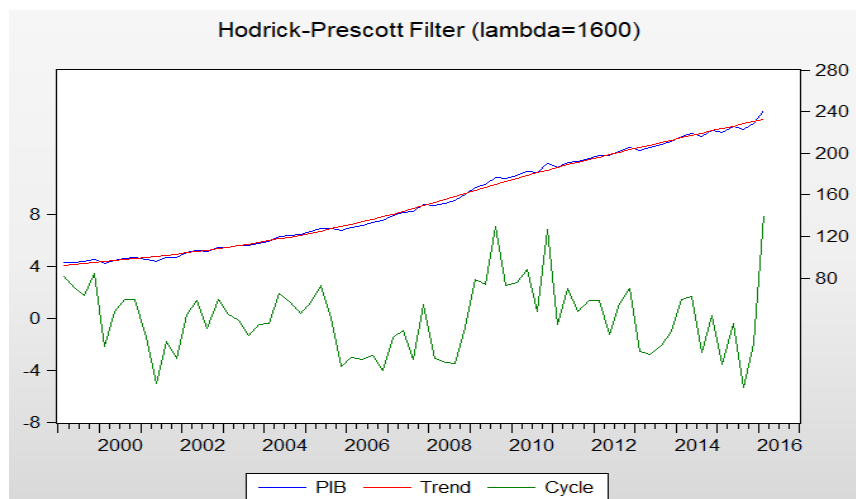


FIGURE III.48 – Sortie du filtre de Hodrick-Prescott

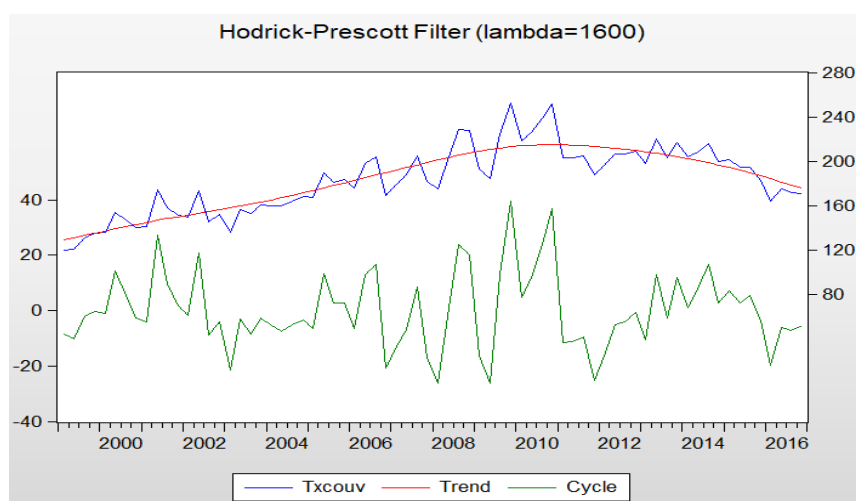


FIGURE III.49 – Sortie du filtre de Hodrick-Prescott