

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.**  
**Université Abou Bekr Belkaid – Tlemcen.**  
**Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et de Gestion.**  
**Département Des Sciences Commerciales.**



**THESE**

Pour l'obtention du diplôme de Doctorat en Sciences Economiques.

**Option : Econométrie Financière Et Bancaire.**

**THEME**

**L'EFFICIENCE DES MARCHES FINANCIERS :  
CAS DU TAUX DE CHANGE ET PRIX DU PETROLE**

**Présenté par :**

**M<sup>elle</sup> SEKKAL ILHEM FARIDA**

**Membres du jury :**

Mr BENHABIB Abderrezak	Professeur	Université de Tlemcen	Président
Mr BENBOUZIANE Mohammed	Professeur	Université de Tlemcen	Encadrant
Mr MOKHTARI Fayçal	Professeur	Université de Mascara	Examineur
Mr TCHICO Fawzi	Professeur	Université de Mascara	Examineur
Mr MALIKI Samir Bahae-eddine	Professeur	Université de Tlemcen	Examineur
Mr BOUCHIKHI Reda	Maitre de conférence A	Université de Mascara	Examineur

**Année Universitaire : 2020 / 2021**

« Fais de ta vie un rêve, et d'un rêve, une réalité »

Antoine de Saint-Exupéry

# *Remerciement*

Il me sera très difficile de remercier tout le monde car c'est grâce à l'aide de nombreuses personnes que j'ai pu mener cette thèse à son terme.

Tout d'abord, merci mon **DIEU** pour ta miséricorde continue que tu m'as accordé pour la réussite de cette thèse. Ensuite je voudrais remercier grandement mon directeur de thèse, **Pr BENBOUZIANE Mohammed**, pour toute son aide. Je suis ravie d'avoir travaillé en sa compagnie car outre son appui scientifique, il a toujours été là pour me soutenir et me conseiller au cours de l'élaboration de cette thèse.

Je tiens à remercier l'ensemble des membres du jury, **Pr BENHABIB Abderrezzak**, **Pr MALIKI Samir**, **Pr. MOKHTARI Fayçal**, **Pr. TCHIKO Faouzi** et **Dr BOUCHIKHI Réda** pour avoir accepté de participer à mon jury de thèse et pour leurs interventions scientifiques ainsi que le temps qu'ils ont consacré à ma recherche.

Je tiens à remercier particulièrement les membres du **laboratoire MIFMA** pour leur aide précieuse pour ma recherche bibliographique. Ils ont toujours fait tout leur possible pour m'aider.

Je remercie toutes les personnes avec qui j'ai partagé mes études et notamment ces années de thèse.

Parce que mon poste de doctorant ne s'est pas limité à faire de la recherche mais comprend également des cours de travaux dirigés, je n'oublie pas de remercier les étudiants à qui j'ai enseigné. Ils m'ont fourni et me procurent encore beaucoup de plaisir à leur enseigner.

Je remercie également les assistantes de bureau de post-graduation de l'Université Aboubekr Belkaid pour divers soutiens administratifs. Malgré le fait que nous devons choisir un ordre que les gens reconnaissent, je pense qu'ils sont tous importants pour mener cette thèse à sa défense.

Et pour finir, mes derniers remerciements vont à Mon père **Mohammed Fath-Eddine**, Ma mère **Fatima-Zohra**, mes deux sœurs **Faiza** et **Tsouria** et mon petit frère **Nassim** qui ont tout fait pour m'aider, qui m'ont soutenu et surtout supporté dans tout ce que j'ai entrepris.

# TABLES DES MATIERES

<b>Introduction Générale</b> .....	<b>01</b>
<b>CHAPITRE I : LE TAUX DE CHANGE ET LES PRIX DU PETROLE (CADRE THEORIQUE)</b> .....	<b>07</b>
Section I : Description Et Fonctionnement Du Marche De Change.....	09
I-1-Petite Histoire Du Marché Des Changes .....	09
I-2-Definition, Fonctionnement Et Caractéristiques Du Marché De Change .....	12
I-3-Les Différentes Mesures De Cours De Changes.....	15
I-4-Les Participants Au Marche Des Changes.....	16
I-5- Les Principaux Comportements Sur Le Marche De Change.....	18
I-6- Les Compartiments Du Marche Des Changes.....	19
Section II : Le Taux De Change.....	22
II-1-Definition Du Taux De Change.....	22
II-2-Les Différents Régimes De Changes.....	23
II-3-Les Différentes Mesures De Cours De Change.....	27
II-4-Les Théories Explicatives (Déterminants) Du Taux De Change.....	30
Section III : Le Pétrole Dans Toute Sa Splendeur.....	52
III-1-L'histoire Tumultueuse Du Pétrole .....	52
III-2-Le Pétrole : Ses Origines, Ses Grades Et Ses Substituts.....	56
III-2-1-Les Origines Du Pétrole.....	56
III-2-2-Les Grades Du Pétrole.....	56
III-2-3-Liquides Non-Bruts, Biocarburants Et Substituts Synthétiques.....	57
III-3-Le Marché Du Pétrole .....	58
III-3-1-Le Marché Spot Du Pétrole Ou Physique Au Comptant.....	60
III-3-2-Le Marche A Terme Du Pétrole.....	61
III-3-3-La Relation Entre Le Prix Au Comptant Et Le Prix A Terme Du Pétrole.....	63
III-4-Fixite Et Variabilité Des Prix Du Pétrole.....	63
III-5-Les Déterminants Du Prix Du Pétrole.....	66
III-5-1-Le Model EIA (Energy Information Administration).....	67
III-5-2-Les Facteurs De Qualité.....	74

III-5-3-L'influence De L'OPEC.....	74
III-5-4-Les Chocs Pétroliers.....	75
<b>CHAPITRE II : L'EFFICIENCE DES MARCHES FINANCIERS, DES MARCHES DE CHANGES ET DES MARCHES DU PETROLE.....</b>	<b>79</b>
Section I : Fondements Théoriques De L'hypothèse D'efficience.....	81
I-1-Définition De L'efficience Des Marchés Financiers .....	81
I-2-Les Formes D'efficience.....	84
I-2-1-La Forme Faible D'efficience (Tests De Prévisibilité Des Rentabilités) .....	85
I-2-2-La Forme Semi-Forte D'efficience Des Marches (Tests D'études D'évènements).....	88
I-2-3-La Forme Forte D'efficience Des Marchés .....	90
I-3-Les Anomalies De La Théorie D'efficience Des Marchés .....	94
I-3-1-L'effet Cycle Et Les Biais Lies Aux Caractéristiques Des Firmes.....	94
I-3-2-L'excès De Volatilité Et Les Volumes De Transactions .....	99
I-3-3-Les Bulles Spéculatives.....	100
Section II : L'efficience Des Marchés De Changes.....	104
II-1-L'hypothese D'efficience Des Marches De Change Au Sens De Fama.....	104
II-2-Les Contradictions De L'efficience De Fama (1965).....	106
II-3-Les Nouvelles Définitions De L'efficience. ....	108
II-3-1-L'hypothese D'efficience Macroéconomique.....	108
II-3-2-L'hypothese D'efficience Spéculative. ....	109
II-4-Types De Tests Pour Chaque Forme D'efficience .....	110
II-4-1-L'analyse Empirique De L'efficience Fondamentale.....	112
II-4-1-1-L'efficience Du Marche Des Changes Et La Parité Non Couverte Des Taux D'intérêt (PTINC).....	112
II-4-1-2-Est-Ce Que Le Taux De Change A Terme Est Un Prédicateur Non Biaisé Du Taux De Change Futur ?.....	114
II-4-1-3-Les Anticipations Des Agents Sont-Elles Rationnelles ?.....	117
II-4-2-L'analyse Empirique De L'efficience Spéculative : La Spéculation Peut-Elle Etre Rentable Au Sein Des Marches De Change ?.....	119
II-4-2-1- Le Chartisme Peut-Il Etre Profitable ?.....	120
II-4-2-2- Le Carry Trade Peut-Il Etre Profitable ?.....	123

II-4-3-La Vérification Empirique De L'efficience Macroéconomique (Tests).....	125
Section III-L 'Efficience Des Marchés Du Pétrole.....	130
III-1-L'efficience Du Marché Au Comptant Du Pétrole (Forme Faible D'efficience Des Marchés Du Pétrole).....	131
III-2-L'efficience Du Marché A Terme Du Pétrole.....	134
<b>CHAPITRE III : L'EFFICIENCE DES MARCHES DE CHANGES ET DES MARCHES DU PETROLE (CADRE EMPIRIQUE).....</b>	<b>140</b>
Section I : Tests D'efficience Des Marches De Changes.....	142
I-1-Verification De L'efficience Des Marchés De Changes Sur Le Court Et Le Long Terme	143
I-2-Est-Ce Que Le Taux De Change A Terme Est Un Prédicateur Non Biaise Du Taux De Change Au Comptant Futur ? (Cadre Théorique Et Cointegration).....	148
I-2-1-L'absence Du Biais Et La Cointegration.....	149
I-2-2-L'hypothese D'absence Du Biais Dans Le Taux De Change A Terme (FRUH) Et La Cointegration.....	150
I-2-2-1-Les Données.....	153
I-2-2-2-Tests De Stationnarité. ....	154
I-2-2-3-Tests De Cointegration.....	159
I-2-2-4-Le Model De Correction D'erreur (ECM).....	173
Section II : Vérification De L'efficience Des Marchés De Pétrole Sur Le Court Et Le Long Terme.....	178
II-1-Test De La Forme Faible De L'efficience Des Prix Du Pétrole.....	178
II-1-1-Les Données.....	179
II-1-2-Tests De Rapport De Variance.....	171
II-1-3-Test Des Runs.....	182
II-1-4-Tests De Correlation.....	184
II-2- Test De L'efficience Des Marchés Futures Des Prix Du Pétrole.....	188
II-2-1-La Relation Entre Les Prix Au Comptant Et Les Prix A Terme Du Pétrole.....	189
II-2-2-Efficience, Absence De Biais Et Concepts Connexes.....	191
II-2-3-Données, Méthodologie, Statistiques Descriptives Et Test De Racine Unitaire.....	192
II-2-4-Analyse De La Cointegration Et L'estimation Du VECM.....	193
II-2-5- Les Résultats.....	196

<b>Conclusion Générale</b> .....	<b>203</b>
<b>Références bibliographiques</b> .....	<b>209</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>217</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure N°01:</b> Représentations des différents régimes de changes classés par le FMI.....	<b>26</b>
<b>Figure N°02 :</b> Courbe d'équilibre IS-LM en régime de change fixe.....	<b>42</b>
<b>Figure N°03 :</b> L'Effet d'expansion monétaire.....	<b>43</b>
<b>Figure N°04:</b> U.S. refiners acquisition cost for imported crude (nominal Dollars).....	<b>65</b>
<b>Figure N°05:</b> OPEC surplus capacity (thousand barrels/day).....	<b>66</b>
<b>Figure N°06:</b> Short- and long-term variables determining the price of crude oil.....	<b>67</b>
<b>Figure N°07:</b> Crude oil supply.....	<b>68</b>
<b>Figure N°08:</b> Crude oil demand.....	<b>69</b>
<b>Figure N°09:</b> US sectoral energy intensity indices and their projections.....	<b>70</b>
<b>Figure N°10:</b> OECD Petroleum Inventories.....	<b>71</b>
<b>Figure N°11:</b> Correlations between returns of crude oil futures and other financial instruments.....	<b>73</b>
<b>Figure N°12:</b> Historical events and oil price movements.....	<b>76</b>
<b>Figure N°13 :</b> Représentation graphique des séries de logarithmes des prix.....	<b>179</b>
<b>Figure N°14 :</b> Représentation graphique des séries de rendements des prix.....	<b>180</b>

## LISTE DES TABLES

<b>Table N°01</b> : Grades Du Pétrole (Alboudwarej Et Al 2006).....	<b>57</b>
<b>Table N°02</b> : Présentation des tests pour chaque type d'efficience.....	<b>111</b>
<b>Table N°03</b> : Test de stationnarité pour les taux de change au comptant et à terme a 1, 3 et 6 mois.....	<b>156</b>
<b>Table N°04</b> : Test de stationnarité pour les variations du taux de change au comptant ( $s_{t+1} - s_t$ ).....	<b>157</b>
<b>Table N°05</b> : Test de stationnarité pour les primes a termes ( $f_t - s_t$ ).....	<b>158</b>
<b>Table N°06</b> : Test de stationnarité pour les séries résiduelles a 1mois.....	<b>160</b>
<b>Table N°07</b> : Test de stationnarité pour les séries résiduelles a 3mois.....	<b>160</b>
<b>Table N°08</b> : Test de stationnarité pour les séries résiduelles a 6 mois.....	<b>161</b>
<b>Table N°09</b> : Test de stationnarité (taux contemporains) pour les séries résiduelles a 1 mois.....	<b>161</b>
<b>Table N°10</b> : Test de stationnarité (taux contemporains) pour les séries résiduelles a 3 mois.....	<b>162</b>
<b>Table N°11</b> : Test de stationnarité (taux contemporains) pour les séries résiduelles a 6 mois.....	<b>162</b>
<b>Table N° 12</b> : Test de la trace <i>entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> a 1, 3 et 6mois</i> .....	<b>167</b>
<b>Table N° 13</b> : Test de valeurs propres maximales <i>entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> a 1, 3 et 6mois</i> .....	<b>168</b>
<b>Table N°14</b> : Test de la trace <i>pour les taux contemporains entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> a 1, 3 et 6 mois</i> .....	<b>170</b>
<b>Table N° 15</b> : Test de valeurs propres maximales <i>pour les taux contemporains entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> a 1, 3 et 6 mois</i> .....	<b>171</b>
<b>Table N° 16</b> : Paramètres estimés de l'ECM à 1mois.....	<b>174</b>
<b>Table N° 17</b> : Paramètres estimés de l'ECM à 3 et 6 mois.....	<b>175</b>
<b>Table N° 18</b> : Résultats d'analyse statistique des rendements.....	<b>176</b>
<b>Table N° 19</b> : Résultats des tests rapport de variance de Lo et MacKinlay.....	<b>182</b>
<b>Table N° 20</b> : Résultats du test des Runs.....	<b>184</b>
<b>Table N° 21</b> : Présentation des résultats des tests de corrélation.....	<b>186</b>
<b>Table N°22</b> : Tests de stationnarité des logarithmes des prix au comptant et à terme et de leurs bases respectives.....	<b>196</b>
<b>Table N°23</b> : Résultats des tests de cointégration en utilisant les tests résiduels Engle-Granger et Phillips-Ouliaris.....	<b>197</b>
<b>Table N° 24</b> : Test des restrictions de coefficient dans le modèle de correction d'erreur (Test de WALD).....	<b>198</b>
<b>Table N° 25</b> : Test d'efficience des prévisions.....	<b>198</b>
<b>Table N° 26</b> : Test d'efficience des prévisions (2).....	<b>199</b>
<b>Table N° 27</b> : Test de Box-Pearce et Ljung-Box pour les erreurs de prévision.....	<b>199</b>
<b>Table N° 28</b> : Estimation des modèles GARCH-M(1,1) des équations : $\rho_i = s_t - f_{t-i}$ ; $h_t = b_0 + b_1 h_{t-1} + b_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \mu_t$ .....	<b>200</b>

## LISTE DES ACRONYMES ET ABREVIATIONS

Abréviation	Dénomination
<b>SMI</b>	Système Monétaire International
<b>FMI</b>	Fonds Monétaire International
<b>PPA</b>	Parité Du Pouvoir D'Achat
<b>PTINC</b>	La Parité Du Taux D'intérêt Non Couverte
<b>PTIC</b>	La Parité Du Taux D'intérêt Couverte
<b>PIB</b>	Produit Intérieur Brut
<b>API</b>	American Petroleum Institute
<b>WTI</b>	West Texas Intermediate
<b>OPEP</b>	Organisation des pays exportateurs de pétrole
<b>NYMEX</b>	New York Mercantile Exchange
<b>IPE</b>	International Petroleum Exchange
<b>SYMEX</b>	Singapour International Monetary Exchange
<b>BP</b>	British Petroleum
<b>OCDE</b>	Organisation de coopération et de développement économiques
<b>TRC</b>	Texas Railroad Commission
<b>MEDAF</b>	le modèle d'évaluation des actifs financiers
<b>PER</b>	Price Earning Ratio
<b>UIP</b>	Incovered Interest Parity
<b>VECM</b>	Modèle Vectoriel A Correction D'Erreur
<b>BEER</b>	Behavioral Equilibrium Exchange Rate
<b>FEER</b>	Fondamental Equilibrium Exchange Rate
<b>PEER</b>	Permanent Equilibrium Exchange Rate
<b>CBOT</b>	Chicago Board of Trade
<b>NYMEX</b>	Le New York Mercantile Exchange
<b>ADF</b>	Augmented Dickey Fuller

# **INTRODUCTION GENERALE**

---

L'économie du marché a triomphé, manifestait-on sur les ruines du mur de Berlin ; le communisme n'a plus sa place. Ses créateurs, Marx et Engels voulaient concevoir une société sans argent ou tout serait planifié et organisé, et ou tout individu recevait les biens et les services selon ses envies et besoins. Hélas, cette vision a résulté des millions de morts et une absence totale des libertés. C'est considéré comme le plus grand échec dans l'histoire de l'économie.

En réaction, du sud comme au nord et de l'est comme de l'ouest, le marché s'est imposé, s'impose et impose sa loi. Effectivement, Loi du marché, marché conclu, marché de dupes, faire un marché, faire son marché, ..., du marché. Les discours économiques à la mode. Adulé ou décrié, le marché est omniprésent. Généralement, ce dernier représente l'endroit où s'échange les marchandises et les services contre de l'argent.

En économie, on parle souvent de marché des capitaux, l'endroit où s'échange les capitaux, ces derniers peuvent être des titres financiers ou des devises. Un lot d'échéance du très court au long terme lie à présent les marchés monétaires et financiers. Les titres des marchés monétaires (bons du trésor et titres de créances négociables) reposent sur des échéances qui varient entre le très court et le moyen terme, pendant que ceux des marchés financiers (titres hybrides, actions et obligations) portent généralement sur des échéances de long terme. Ces titres permettent aux entreprises et aux états de se financer, et aux ménages et investisseurs institutionnels d'effectuer des placements. En comptabilité, ceux qui ont un excès de capitaux sont des agents à capacité de financement, ces derniers investissent sur les marchés financiers et monétaires du monde entier dans des actifs financiers émis par des opérateurs demandeurs de capitaux et sont nommés les agents à besoins de financement.

En plus des émetteurs et des investisseurs, d'autres acteurs, tels que les instances de supervision ou les banques centrales y interviennent afin de réguler la liquidité du marché ou éventuellement stabiliser la parité de la monnaie sur le marché de change, organiser les marchés et assurer la sécurité générale.

Nous concernant, ce travail tente d'étudier les marchés de changes et les marchés du pétrole. Le but est d'analyser leur efficacité informationnelle selon la forme faible et de voir aussi si les taux de changes et les prix du pétrole à terme peuvent être considérés comme des prédictors non biaisés des taux de changes et des prix du pétrole au comptant futurs. Selon Fama (1965), un marché est informationnellement efficace si ses prix reflètent pleinement leurs valeurs fondamentales ; autrement dit, les prix doivent intégrer l'ensemble des informations disponibles (passées, présentes et futures). L'hypothèse d'efficacité suppose que les

investisseurs anticipent rationnellement, d'ailleurs Orléans (2004) parle même d'hypothèse de rationalité fondamentaliste qui considère que les agents anticipent leurs taux de change en se basant sur toutes les informations disponibles. L'hypothèse d'anticipation rationnelle indique aussi que les agents connaissent le bon modèle d'évaluation du taux de change et des prix du pétrole ils connaissent donc leurs valeurs fondamentales. Néanmoins aucune définition formelle de ce modèle n'a été avancé par Fama. De ce fait, l'hypothèse d'efficience indique que le futur est probabiliste de sorte qu'il est possible pour chaque individu d'estimer les distributions de probabilité des rendements futurs.

On peut donc présenter une anticipation optimale, celle utilisant toutes les informations disponibles  $I_t$  à l'instant  $t$  ainsi :  $S_{t+1}^a = E_t[S_{t+1} / I_t]$

L'hypothèse d'efficience des marchés nécessite la validation de plusieurs conditions : la liquidité parfaite des marchés assurée par l'hypothèse d'atomicité des agents et celle d'absence de coûts de transaction. L'hypothèse d'information parfaite est aussi obligatoire pour que les agents aient un accès libre et aucun coût à payer pour l'obtention de toute information.

Vu qu'il n'existe aucun consensus concernant la notion d'efficience et que, selon Hamon (1990), les définitions présentées peuvent être regroupées en trois courants de pensée (école empirique, approche martingale et asymétrie d'informations), seulement quelques définitions des deux premiers courants ont été retenues dans ce travail.

Un nombre important de recherche sur les taux de changes et prix du pétrole s'est dirigé sur l'hypothèse d'efficience des marchés à terme qui se présente généralement sous la forme que le taux de change ou prix du pétrole à terme soit un prédictor non biaisé du taux de change ou prix du pétrole au comptant futur. Après un examen approfondi de la littérature, Hodrick (1987) conclut que "des preuves très solides existent contre l'hypothèse prétendant que les taux de change à terme soient des prédictors non biaisés des taux de change au comptant futurs". Cette hypothèse étant le résultat d'hypothèses conjointes d'anticipations rationnelles et de neutralité au risque, les rejets ont été interprétés soit comme un rejet d'anticipations rationnelles, soit comme un rejet de la neutralité du risque, soit comme un rejet des deux hypothèses. Cependant, les chercheurs n'ont pas pu déterminer la cause exacte des rejets. Dans un article théorique, Brenner et Kroner (1994) suggèrent que les rejets pourraient être causés par une mauvaise prise en compte des propriétés des séries chronologiques du différentiel de taux d'intérêt. L'objectif principal de cette thèse est d'étudier l'hypothèse d'efficience des marchés à terme basée sur les travaux de Brenner et Kroner. En outre, l'impact de l'hypothèse d'efficience

du marché à terme sur les modèles monétaires de détermination du taux de change, qui reposent sur l'hypothèse de l'efficacité du marché à terme, est examiné.

L'hypothèse d'efficacité des marchés à terme stipule que les taux ou les prix à terme sont des prédictors non biaisés des taux et prix au comptant futurs. Cette hypothèse peut être dérivée des activités de spéculateurs neutres au risque avec des anticipations rationnelles. Un spéculateur pur est défini comme un acteur du marché qui détient des positions ouvertes sur les marchés à terme pour tirer des bénéfices du changement espéré des taux de change au comptant. Si un spéculateur neutre au risque s'attend à ce que le taux au comptant futur soit supérieur au taux à terme actuellement observé, il peut alors s'engager dans un contrat à terme pour acheter des devises. A l'expiration du contrat à terme, si ses attentes sont correctes et que le prix au comptant est effectivement supérieur à ce qui est spécifié dans le contrat à terme, il peut conclure le contrat à terme avec un profit. À l'inverse, si le spéculateur s'attend à ce que le taux au comptant futur soit inférieur au taux à terme actuellement observé, il aura également une opportunité de profit en vendant des devises à terme maintenant et en les rachetant à l'avenir. Par exemple, si le taux à terme de la livre britannique sous-prédit systématiquement le taux au comptant futur, les spéculateurs pourraient acheter un contrat à terme de la livre britannique et le vendre à un prix plus élevé à l'avenir. En moyenne, la position pourrait être clôturée avec profit à l'échéance du contrat à terme car le taux au comptant serait supérieur au taux spécifié par le contrat à terme.

Si le marché peut traiter l'information efficacement, c'est-à-dire que le spéculateur moyen a des prévisions rationnelles, alors le taux à terme doit être un prédictor non biaisé du taux au comptant futur sur les marchés de capitaux parfaits.

Au sein de la littérature, l'hypothèse selon laquelle le taux ou le prix à terme soit un prédictor non biaisé du taux ou prix au comptant futur a été appelée "hypothèse d'efficacité simple" (Hansen et Hodrick, 1980) ; "hypothèse d'efficacité spéculative" (Bilson, 1981) ; «l'hypothèse des marchés efficaces» (Baillie, Lippens et McMahon, 1983) ; «l'hypothèse de l'impartialité» (Hodrick et Srivastava, 1984), «l'efficacité du marché" (Hakkio et Rush, 1989), "hypothèse de taux sans biais" (Barnhart et Szakmar, 1991), etc. Désormais, le terme "hypothèse d'efficacité simple" sera utilisé dans ce manuscrit.

Mathématiquement, l'hypothèse d'efficacité simple se présente comme suit :

$$F_t = E_t(S_{t+1}) = S_{t+1} + u_{t+1}$$

Où  $s_t$  est le prix au comptant d'une unité de monnaie étrangère en termes de monnaie nationale au moment  $t$ ,  $F_t$  est le prix à terme d'une unité de monnaie étrangère en termes de monnaie nationale coté au temps  $t$  pour un contrat qui expire au temps  $t + 1$ ,  $E_t$  est l'opérateur d'espérance mathématiques conditionnel aux informations définies au temps  $t$ , et  $u_t$  est un terme d'erreur de bruit blanc. Pour que l'hypothèse d'efficience soit acceptée, il faudrait que les hypothèses conjointes de neutralité du risque et d'anticipations rationnelles soient respectées.

### **A-Problématique :**

Au vu de certaines publications, on peut rationnellement se poser la question si les marchés de changes et les marchés du pétrole au comptant sont efficients selon la forme faible et éventuellement vérifier si les taux de change ou prix du pétrole à terme peuvent être considérés comme des prédictors non biaisés des taux de change et prix du pétrole futurs. . On a jugé qu'il serait intéressant de vérifier si ces concepts pouvaient être mis en évidence.

La capacité de prévoir les taux de changes et les prix du pétrole au comptant par leurs contrats à terme respectifs soulève de nombreux problèmes, on a donc jugé qu'il serait intéressant de savoir pourquoi de telles conséquences sont engendrées et par la suite conclure si ces dernières sont le résultat d'un facteur mystère pas encore dévoilé. Prévoir les cours de change ainsi que les prix du pétrole au comptant par le biais de leurs contrats à terme respectifs soulève de nombreux soucis, effectivement, vu que les prévisions apparaissent souvent biaisées, on peut se demander s'il serait possible de les améliorer en introduisant d'autres facteurs. L'ampleur et l'influence de la prime de risque ainsi que le rôle de la période jusqu'à maturité sont des pistes qu'il faut étudier. L'évolution des prix et des cours à terme est largement traitée dans ce travail. Selon les modèles théoriques, l'efficience des marchés s'explique par une martingale. Cependant, les observations directes ne permettent en aucun cas de les confirmer. La vision classique est donc remise en question pour des causes économétriques. Les tests de racines unitaires peuvent-ils accommoder théorie et résultats empiriques ? Un autre thème de polémique est le déport, effectivement, Keynes a avancé son existence au sein des marchés à terme des marchandises (théorie combattue par plusieurs chercheurs). La conclusion de ce vieux débat concernant les marchés à terme se résume à la question de savoir pourquoi les taux de changes et les prix du pétrole à terme sont rarement considérés comme des prédictors non biaisés des taux de change et prix du pétrole au comptant futurs ?

**B-Intérêt du sujet :**

L'étude de l'hypothèse d'efficience a été motivée par les considérations suivantes : Premièrement, l'hypothèse d'efficience fournit une relation forte et simple entre la trajectoire future des prévisions des taux de change et prix du pétrole au comptant et le taux de change et prix du pétrole à terme actuel. Pour cette raison, de nombreux modèles macroéconomiques et financiers reposent sur cette hypothèse. Dans le contexte de la macroéconomie, l'hypothèse d'efficience se présente généralement sous la forme d'anticipations rationnelles. De nombreux modèles supposent que la parité des taux d'intérêt non couverte est maintenue, ce qui est l'hypothèse d'efficience simple étant donné la condition de parité couverte des taux d'intérêt. Sur le plan empirique, les modèles de taux de change modernes se sont plutôt mal comportés (voir, par exemple, Meese et Rogoff, 1983). Par conséquent, un examen approfondi de l'une de leurs hypothèses sous-jacentes est justifié.

Deuxièmement, l'hypothèse d'efficience est très importante dans la pratique. Si cette dernière se vérifie sur les marchés des capitaux, alors il n'y aura pas d'opportunité de profit potentiel pour spéculer sur les marchés à terme. D'autre part, si les taux et prix à terme sont des prédicteurs non biaisés des taux et prix au comptant futur, les hedgers peuvent utiliser ces taux et prix à terme actuels comme meilleurs guides pour décider quels seront les stratégies de couverture à court terme et à long terme les plus appropriées aux situations.

Troisièmement, l'hypothèse d'efficience est également importante dans l'élaboration des politiques. Les décideurs politiques et leurs conseillers craignent que des spéculations inappropriées sur les marchés à terme ne provoquent une volatilité excessive des taux de change au comptant. Une volatilité excessive des taux de change entraîne une incertitude inutile, une augmentation des coûts de transaction et une mauvaise allocation des ressources, de sorte que l'économie s'écarte de l'optimalité de Pareto. Les arguments en faveur d'une intervention gouvernementale sur les marchés des changes reposent souvent sur le jugement selon lequel un marché de change non réglementé fixe les taux à terme à des niveaux qui ne sont pas liés aux conditions économiques sous-jacentes, en particulier pendant les périodes de forte volatilité. Les preuves de la capacité du taux de change à terme à prévoir le futur taux de change au comptant sont utilisées dans les arguments pour ou contre l'intervention des banques centrales sur les marchés de change. Si les données empiriques favorisent l'hypothèse d'efficience, elles affaibliraient la base de l'intervention gouvernementale, et vice versa.

### **C-Organisation de la thèse :**

La thèse se compose de trois grands chapitres, une bibliographie et d'une conclusion. Les chapitres sont numérotés par ordre croissant.

Le premier chapitre se compose de trois sections qui décrivent respectivement les marchés de changes ainsi que les marchés du pétrole, il exposera leurs histoires, définitions, fonctionnement, caractéristiques, participants, comportements et leurs compartiments.

Le second chapitre se compose également de trois sections qui présentent l'hypothèse d'efficience des marchés financiers selon Fama, ses définitions, ses conditions, ses formes, ses différents types (fondamentale, macroéconomique et spéculative), il décrira également la relation entre l'hypothèse d'efficience et la parité non couverte des taux d'intérêts et traitera la question que tout chercheur convoite qu'est celle de savoir si les taux ou prix à terme sont considérés comme des prédicteurs sans biais des taux et prix au comptant futurs.

Le troisième et dernier chapitre se compose de deux sections. La première teste l'hypothèse d'efficience des sept devises suivantes : le Dollar Canadien CAD, le Dollar Australien AUD, la Roupie Indienne IND, le Yen Japonais JAY, le Franc Suisse CHF, l'euro Européen EUR et la Livre Sterling Anglaise GBP tous indiqués en unités de Dollar Américain (USD) par le biais de tests de cointegration afin de savoir si les taux de changes à terme peuvent être considérés comme des prédicteurs non biaisés des taux de change au comptant futurs ;

La seconde section teste la forme faible d'efficience de cinq marchés du pétrole brut (le West Texas Intermediate (WTI) américain, le Brent britannique, Heating Oil, Propane et l'Essence Régulier) et éventuellement, vérifiera si les prix du pétrole à terme peuvent être considérés comme des prédicteurs non biaisés des prix du pétrole au comptant futur pour les deux matières premières WTI (West Texas Intermediate) et le HO (Heating Oil).

# **CHAPITRE I**

---

## **LE TAUX DE CHANGE ET LES PRIX DU PETROLE (CADRE THEORIQUE).**

*« L'âge de la chevalerie a pris fin ; celui des sophistes, des économistes et des calculateurs lui a succédé. » EDMOND BURKE en 1756.*

## **Introduction :**

Les media affichent quotidiennement les taux de changes des devises et les prix du brut pétrolier car ce sont les facteurs les plus importants pour toutes les économies. On remarque pour le taux de change que certaines devises comme le Dollar et l'Euro fluctuent tous les jours contrairement à d'autres qui sont plus stables parce qu'elles sont contrôlées par leurs autorités comme le Yuan chinois. Quant aux prix du pétrole, leurs variations sont la résultante selon l'EIA (de l'offre, la demande, les réserves et les marchés financiers), la qualité de la substance et l'influence de l'OPEC.

Le taux de change est une variable qui attire beaucoup d'attention, cette importance revient à son pouvoir de mesurer les prix des devises nationales et étrangères les unes par rapport aux autres. Le taux de change est alors le centre des relations entre pays. Ce dernier suscite la question suivante : comment ces taux de changes sont-ils déterminés ? L'objectif de la première partie de ce chapitre est de donner une réponse pédagogique à cette question dans les deux sections qu'on présentera ci-dessous.

- La première présentera le marché des changes, cet endroit où s'échangent les différentes devises domestiques et étrangères entre elles. Cette présentation commencera par son histoire qui a débuté 3000 ans avant J-C, puis se succèdera par ses définitions qui lui ont attribué le titre du marché planétaire par sa grandeur et sa liquidité, son fonctionnement, ses caractéristiques, ses cotations, ses participants, les différents comportements qu'on peut avoir dans ce lieu ainsi que ses compartiments (qui sont le marché au comptant et le marché à terme).
- La seconde passe en revue le taux de change par sa définitions, ses différents régimes de change et par les principales théories explicatives du change. Les économistes arrivent assez bien à décrire les déterminants sur le long terme. Cependant, leurs

modèles ont du mal à prévoir les variations des parités à court terme (moins d'un an) et, n'ont aucun pouvoir prédictif sur les crises de change à cause de leur caractère autoréalisateur. C'est d'ailleurs pour cela que les intervenants au sein des marchés de changes utilisent généralement des techniques de prévision et d'analyse qui se basent sur les évolutions passées, sans donner beaucoup d'importance aux variables fondamentales supposées influencer les taux de change (taux d'intérêt, inflation, solde commercial).

Le pétrole est la ressource la plus convoitée au monde au point d'être la cause des guerres entre pays. C'est cette substance qui a permis l'émergence des économies industrielles au XXe siècle grâce à sa particularité de contenir énormément d'énergie dans un volume qu'on peut facilement transporter. Et c'est la raison pour laquelle nous nous sommes intéressés à cette source et particulièrement à ses prix et à où et comment ces derniers sont déterminés ?

L'objectif de la seconde partie est de répondre à cette question dans la section qu'on présentera ci-dessous.

- Cette section présentera la ressource du pétrole dans toute sa splendeur en commençant par son histoire, ses origines, ses grades et ses substituts ensuite on exposera le marché ou cette source se commercialise et enfin on énoncera ses déterminants de prix.

## **Section I : Description Et Fonctionnement Du Marche De Change**

### **I-1-Petite histoire des marchés de change :**

Le marché des changes est l'un des marchés financiers qui a le plus évolué au cours de l'histoire. En effet, 3000 ans avant Jésus-Christ des morceaux en métal étaient apparus en Chine avec de diverses apparences, ces morceaux étaient transformés en Turquie un siècle après et faisaient l'objet de pièces de monnaie, ces dernières étaient utilisées en Grèce puis en Gaule.

A cette époque chacune des cités grecques marquait ces pièces avec son emblème qu'était autrefois le portrait du roi Alexander. Leur usage était très limité durant le Moyen Âge jusqu'au dixième siècle après Jésus-Christ ou le commerce avait commencé à se développer au niveau national et Européen. Afin de faciliter les échanges entre pays, En 1291 à Florence en Italie des lettres de changes, qui avaient pour but de fixer le taux de change et le taux d'intérêt étaient mises pour régler les échanges entre les différents pays, Ces dernières avaient même fait objet plus tard de négociation sur la première bourse en 1409 à Bruges.

Au XVI<sup>e</sup> siècle avec l'apparition des bourses en Europe, le commerce international s'était développé fortement et sur les différentes places boursières, les taux de changes variaient en fonction de la balance commerciale des pays, et certains négociants commençaient même à faire des profits sur les différences des taux de changes. En 1572, la réglementation s'est renforcée, et les états qui utilisaient les lettres de changes afin de financer leurs dépenses avaient recruté des agents de change.

Au cours du XIX<sup>e</sup> siècle, toutes les monnaies se valaient au sein des bourses jusqu'en 1866 ou le câble transatlantique qui relie l'Europe aux Etats-Unis avait marqué un tournant dans l'histoire de la communication et des échanges entre la Livre Sterling et le Dollar Américain. De nombreuses banques étrangères s'étaient installées en Angleterre et avaient fait d'elle la première place financière mondiale. Les échanges se faisaient principalement en Livre Sterling, cependant l'or était toujours considéré comme la monnaie de réserve la plus fiable, d'ailleurs toutes les monnaies étaient convertibles en or, et chaque banque centrale devait assurer la convertibilité de sa devise avec ses réserves d'or, c'est le système de l'étalon-or.

La première Guerre Mondiale de 1914 avait mis fin à l'étalon-or. Les pays dépensaient des sommes considérables pour financer la guerre et imprimaient plus de monnaie qu'ils n'en possédaient. Cette situation a fait augmenter le niveau d'inflation et les pays étaient obligés de suspendre la convertibilité de leur devise en or.

En 1922, les accords de Gènes avaient mis en place le Gold Exchange Standard qui stipulait que certaines monnaies pouvaient être convertibles en or. Les monnaies non convertibles en or pouvaient quant à elles être converties en devises convertibles (le Franc, le Dollar ou la Livre Sterling).

En 1925, le Royaume-Uni avait adopté à nouveau le système d'étalon or. Malgré l'importante inflation d'après-guerre, le gouvernement avait mis en place une politique monétaire drastique pour revenir à la parité d'avant-guerre. Une déflation de l'économie Britannique avait été provoquée par l'augmentation de la valeur de la Livre par rapport à l'or.

La crise de 1929 avait mis fin une nouvelle fois au système de l'étalon d'or. Effectivement, en 1931 la Grande-Bretagne, l'Allemagne et le Japon avaient abandonné l'étalon d'or. En 1933, les États-Unis avaient renoncé à leur tour à l'étalon d'or, et en 1934 ils avaient dévalué le Dollar de 40% par rapport à l'or. La France avait abandonné la convertibilité du Franc en 1936. Le monde s'était divisé à l'époque en bloc monétaire.

La seconde guerre mondiale de 1939-1945 avait marqué la suprématie du Dollar. En 1944, les accords de Bretton Woods réunissant 44 nations avaient instauré le premier véritable Système Monétaire International (SMI) pour réguler les fluctuations des monnaies et restaurer une stabilité économique. Cet accord avait défini que seul le Dollar pouvait être convertible en or à un taux fixe de 35\$ l'once. A cette époque, les États-Unis détenaient les trois quarts des réserves d'or mondiale. Le Dollar était devenu donc la monnaie de référence, les taux de changes des autres devises étaient fixés (avec une marge de +/- 1 %) et reliés au Dollar. Les banques centrales étaient tenues d'intervenir pour maintenir la parité de leur devise. Les dépréciations monétaires entre pays ne pouvaient pas avoir lieu à cause du principe du libre-échange. Le FMI (Fonds Monétaire International) a été créé pour réguler le SMI.

Dans les années 60, les détenteurs du Dollars avaient perdu confiance en cette devise et avaient demandé sa conversion en or. Parallèlement à l'accroissement du déficit Américain, le stock d'or avait diminué jusqu'à devenir inférieur à la quantité du Dollar. En 1971, la convertibilité du Dollar avait été suspendue et les banques centrales ne soutenaient plus cette monnaie qui avait été dévaluée à plusieurs reprises.

En 1972, l'accord de Bâle avait engendré le Serpent monétaire Européen. Les pays s'étaient engagés à stabiliser leurs monnaies avec une marge maximum de +/- 2.5 %. La dévaluation du Dollar qui s'était accentuée entre 1972 et 1978 avait contraint la plupart des devises à sortir du serpent monétaire rapidement.

En 1973, le système monétaire international avait basculé dans un régime de changes flottant et le marché de change tel que nous le connaissons aujourd'hui avait pris forme. La fin du système monétaire de Bretton Woods avait provoqué un bouleversement dans le monde de la finance. L'offre et la demande qui étaient influencées par les taux d'intérêts déterminaient les taux de changes entre les parités de devises qui sont maintenant adossées à des dettes publiques et privées. A partir de ce moment, la création monétaire s'était intensifiée et les pays n'étaient plus dans l'obligation de maintenir leurs taux de changes et pouvaient facilement emprunter de l'argent sur les marchés financiers en cas de besoin.

En janvier 1976, les accords de Jamaïque officialisaient définitivement la fin des accords de Bretton Woods. Le marché de change s'était libéralisé, il n'y avait plus de règles qui géraient les taux de changes entre les devises, l'or n'était plus un instrument de réserve et les pays pouvaient s'ils le souhaitaient adopter un système de changes flottant. Cependant, trois systèmes de taux de changes avaient fait leur apparition.

- *La Dollarisation* : le pays décide d'utiliser la monnaie d'un autre pays comme devise nationale.
- *Le taux de change stabilisé* : le pays décide de rattacher sa monnaie de façon fixe à une autre devise.
- *Le taux de flottement dirigé* : le taux de change évolue librement en fonction de l'offre et de la demande.

En 1979 s'était créé le système monétaire Européen qui avait instauré un étalon commun appelé l'ECU (l'ancêtre de l'EURO). L'accord avait prévu que les banques centrales s'engageraient à maintenir le taux de change de leur devise avec une marge de +/- 2.5 % autour du cours pivot. Les monnaies européennes étaient donc presque fixes entre elles, mais variaient par rapport aux devises mondiales.

En 1985, sous la pression du groupe des cinq (USA, Japon, Allemagne, Royaume-Unis et la France) le Dollar s'était dévalué.

En 1986, le marché déréglementé de Londres était devenu une place financière très importante.

En 1990, les mouvements de capitaux entre les différentes nations s'étaient accentués grâce aux nouvelles technologies. Le marché de change qui était réservé aux grandes institutions financières était devenu accessible aux investisseurs, traders forex, et particuliers qui pouvaient spéculer sur les devises.

En 1992, on avait assisté à plusieurs crises liées à des mouvements de spéculation sur devises. Le milliardaire George Soros avait pris une position à découvert de 10 milliards de Livres, pariant ainsi sur la baisse de cette devise. La Banque d'Angleterre s'était vue contrainte de sortir la Livre sterling du Système Monétaire Européen. La plus-value réalisée par George Soros sur cette opération s'était estimée à un milliard de Dollars.

Depuis 1995 les cambistes particuliers pouvaient négocier les devises en temps réel par le biais d'une plateforme de trading en ligne grâce à internet et aux brokers forex. Depuis 2002, l'intérêt des particuliers pour le trading de devises avait connu une très forte expansion. Les sociétés de courtage forex en ligne avaient innové avec leurs plateformes de trading en ligne et leurs réseaux sociaux de traders.

## **I-2-Définition, Fonctionnement Et Caractéristiques Du Marché De Change :**

### **I-2-1-Définition :**

La plupart des pays du monde possèdent leur propre monnaie nationale le Dollar pour les Etats unis, le Real pour le Brésil ou encore la Roupie pour l'Inde. La zone euro fait exception puisque les treize pays qui y sont membre ont une monnaie commune l'Euro. Les échanges commerciaux entre pays entraînent des échanges d'espèces monétaires. En effet lorsqu'une entreprise locale achète des biens à l'étranger, des services ou des actifs financiers, sa monnaie doit être transformée en devises afin de payer ces biens, services et actifs financiers achetés. Ces échanges d'espèces se déroulent sur un marché appelé marché de change.

En 2003, Dominguez l'a défini comme suit: "The foreign exchange market is decentralized and open 24hours a days. Even though foreign exchange trading occurs at all hours."

Le marché de change est l'endroit où se crée le taux de change entre différentes devises et se négocient les liquidités internationales. Ce marché n'est pas un lieu physique où se fait la rencontre entre les teneurs de marché et les clients mais tout se fait à travers un écran où sont indiquées les cotations des différents courtiers sur le marché tel que l'écran REUTERS Fx.

D'autres parts, ce marché est l'endroit où s'échangent les devises de l'ensemble des économies à monnaies convertibles. Dans ce marché tout se fait par l'intermédiaire des réseaux internationaux de télécommunication entre les banquiers et les courtiers de chaque pays, ces derniers sont tout le temps en contact soit par téléphone soit par télex ou par d'autres techniques de télécommunication formant ainsi le marché interbancaire de change.

Au cours de ces dernières années ce marché s'est agrandi afin de devenir le plus grand marché financiers du monde. Il assure la rencontre entre l'offre et la demande des devises et permet d'établir les cours en termes de monnaie nationale ; ce marché est plus considéré comme un réseau qu'un lieu : l'échange se fait par de simple crédits et débits de comptes dans les livres des banques concernées.

### **I-2-2- Fonctionnement Du Marché De Change :**

Les échanges de devises se font sur plusieurs places financières.

New York, Tokyo, Singapour et Francfort sont les places dans lesquelles s'échangent les plus gros volumes, ces derniers sont faramineux et ne cessent d'augmenter jour après jour. En effet, vers la fin des années 90, les volumes avoisinaient les 600 milliards de Dollars en moyenne par jour et 30 ans après vers les années 2019 ces volumes ont atteint 6600 milliards de Dollars en moyenne par jour dont la plus grande partie s'échange sur le marché de New York.

Grace aux différents moyens de télécommunications tels que les lignes téléphoniques, fax ou encore internet les principales places financières ont fait de ce marché un marché unique et mondial qui fonctionne en continu c'est-à-dire 24heures sur 24. A n'importe quelle heure les informations économiques s'affichent partout dans le monde entier et peuvent ainsi provoquer un débordement de réactions.

Les banques et les entreprises qui ont des filiales dans le monde entier peuvent ainsi rester actives même après la fermeture de leurs places locales grâce à leurs filiales à l'étranger.

L'insertion aux places financières les engage à ne pas avoir une différence marquante entre les taux de changes cotés sur les places de New York et ces mêmes taux de change cotés à Paris au même moment car si par exemple l'Euro s'échange à 1,2 Dollar à New York contre 1,3 Dollar à Francfort on peut ainsi réaliser un arbitrage, en d'autres termes cette petite différence va nous permettre de réaliser un profit sans avoir eu recours au moindre risque et à la moindre dépense.

Cette opération se réalise par un trader qui va acheter des devises bon marché dans une des places financières et les revendre en réalisant des bénéfices dans d'autres places financières sans risque et sans engager le moindre centime.

Si tous les traders faisaient la même démarche, ils entraîneraient ainsi une hausse de la demande sur la devise bon marché et donc une augmentation de son prix initial de vente et l'offre sur la place financière étrangère va diminuer et va entraîner une baisse de son prix sur ce marché. Ce mécanisme va permettre d'absorber cette différence.

Les transactions sur le marché de change touchent toutes les devises du monde mais la plupart des échanges se font contre le Dollar Américain. En effet, même en cas d'échange de deux monnaies autres que le Dollar la banque doit d'abord vendre des devises contre des Dollar afin d'acheter l'autre devise, il est question alors du taux de change croisé. Cette procédure peut sembler longue et compliquée, cependant elle reste plus abordable pour les banques que celle qui consiste à échanger les deux devises directement sans opération intermédiaire. En effet, sur le marché des changes le Dollar fait partie de toutes les transactions ou presque, on le considère alors comme une monnaie internationale ou une monnaie véhiculaire. Cette monnaie est utilisée dans pratiquement tous les deals internationaux concluent par les pays ou leurs monnaies n'est pas le Dollar.

### **I-2-3-Caractéristiques Du Marché De Change :**

Par rapport à d'autres marchés, ce marché se distingue par ses propres caractéristiques qui sont :

#### ***-Un Marché Réseau Dominé Par Quelques Places Financières :***

Le marché de change n'a aucune localisation géographique et aucune frontière. En effet, il n'y a qu'un seul marché de change dans le monde entier. Les transactions sur devises peuvent se faire au même moment à Paris, Tokyo, New York ou Londres. De par sa nature, ce marché est considéré comme une organisation économique sans organisation véritable. Le marché des changes est un marché Auto-Organisé par les personnes qui y interviennent.

#### ***-Un Marché Dominé Par Les Monnaies :***

Les opérations sur le marché de change se font avec un petit nombre de monnaie et principalement en Dollar qui intervient dans 87% de ses opérations que ce soit du côté de l'offre ou de la demande. L'Euro apparait dans 52% des transactions, le Yen Japonais dans 21% et la Livre Britannique dans 11% des opérations.

#### ***-Un Marché Risqué Dominé Par Les Opérations A Terme :***

Le risque de change se résume sur le risque de perte de capital dû aux changements futurs du taux de change. Ce risque s'est accentué au cours des années 70 avec le flottement généralisé des monnaies et l'extension des transactions commerciales et financières internationales.

Les variations de changes poussent les intervenants sur le marché des changes soit à parier sur les taux de change futur et ce en s'exposant a un risque de change au cours de leurs opérations et d'y remédier en cherchant un moyen de se couvrir de cette situation créditrice ou débitrice, soit en spéculant sur l'évolution future des changes au moyens d'opérations d'arbitrage.

***-Un Marché Dominé Par Les Banques :***

Trois groupes d'agents opèrent sur le marché de change, le premier se constitue par les entreprises, les gestionnaires de fonds et les particuliers ; le deuxième groupe par les banques centrales et le troisième rassemble les banques et les courtiers qui assurent le fonctionnement quotidien du marché. Les agents du premier groupe transmettent aux banques des ordres de clientèle pour la vente ou l'achat des devises. C'est le marché du détail, les autorités monétaires interviennent afin de réguler les cours de vente-achat de devises et possiblement règlementer les opérations de change.

Les courtiers et les cambistes de change ont l'exclusivité d'intervenir en privé et d'opérer sur les marchés de changes. Chose qui a fait de ce marché un marché interbancaire en gros.

**I-3-Les Différentes Mesures De Cours De Change <sup>1</sup>:**

Le cours de change est le prix auquel s'échange les différentes monnaies entre elles. Il existe plusieurs types de cotations que nous présenterons successivement :

- ***Cotation Acheteur/ Vendeur***

Les taux de changes font l'objet d'une double cotation acheteur/vendeur. Le cours acheteur représente le prix auquel le cambiste est prêt à acheter une monnaie et le cours vendeur représente le prix auquel le cambiste accepte de vendre sa monnaie. Le cours acheteur est inférieur au cours vendeur et la différence entre ces deux prix représente le spread (la marge) du cambiste qu'il prend.

- ***Cotation Au Certain Et A L'incertain***

La cote a l'incertain indique le nombre d'unités de monnaie locale par une unité de devise étrangère et la cotation au certain indique le nombre d'unités monétaires étrangères équivalant à une unité de monnaie locale.

- ***Cotation Directe Et Croisés***

Sur le marché de change international, toutes les monnaies sont cotés au Dollar Américain \$, ceci permet de limiter les monnaies (au lieu de N on aura N-1).les institutions qui désirent échanger entre elles des monnaies autres que le Dollar doivent passer par des cours croisés.

- ***Cours Bilatéral Et Effectif<sup>2</sup>***

Le cours de change bilatéral représente le taux de change entre deux monnaies, c'est-à-dire que pour une monnaie donnée s'il existe N monnaies étrangères convertibles en cette dernière alors on aura N cours de change bilatéraux.

---

<sup>1</sup> Larbi dohni, Carol hainaut, P15-16« Le taux de change : déterminants, opportunités et risques »Edition de boeck & larcier 2004

<sup>2</sup> <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1438>

Le taux de change effectif représente le taux de change d'une zone monétaire, il est mesuré comme une somme pondérée des taux de change avec les différents concurrents et partenaires commerciaux.

- ***Cours De Change Nominal Et Réel***<sup>3</sup>

Le taux de change représente le rapport d'échange entre les devises. L'observation du taux de change nominal (par exemple, 1 Euro = 0,96 Dollar) est généralement complétée par le calcul du cours de change réel, qui corrige le change nominal par l'évolution d'inflation dans chacune des deux zones.

#### **I-4-Les Participants Au Marché De Change :**

Les entreprises investis dans le commerce international, les institutions financières, les banques centrales et les banques commerciales sont les principaux intervenants sur le marché de change en plus des ménages qui ont eux aussi leurs parts de participation au sein de ce marché par l'achat des devises. Cependant, cette participation reste insignifiante par rapport à la totalité des transactions effectuées.

Que ce soit les opérations sur les produits traditionnels ou sur les produits dérivés, l'objectif des intervenants sur les marchés des changes est soit de couvrir les risques des entreprises et des banques contre les risques de changes, soit de réaliser des profits en faisant le choix entre deux types de stratégies suivant la nature de l'initiateur s'il souhaite ou non s'exposer au risque de change. Dans ce qui suit nous allons décrire les principaux intervenants sur le marché des changes ainsi que leurs rôles respectifs :

##### **I-4-1-Les Banques Commerciales :**

Les banques commerciales sont très présentes au sein des échanges de devises. En effet, toute opération internationale de taille importante comprend le débit et le crédit de compte auprès de ces banques sur les différentes places financières.

De cette façon-là, chaque opération en devises étrangère implique l'échange de dépôts bancaires libellés dans les différentes devises.

Exemple : la société L'OREAL doit 230 400 Dollars à un fournisseur américain.

En premier, L'OREAL doit obtenir de sa banque qui est Société Générale le cours de change puis elle va demander à sa banque de débiter son compte de 230 400 Dollars et les verser sur le compte de son fournisseur auprès de sa banque commerciale Américaine. Si le taux de change donné par la banque Société Générale de L'OREAL est de 1,2 Dollar par Euro le compte de L'OREAL sera alors débité de 192 000 Euros ( $230\,400/1,2$ ) cette transaction amène la Société

---

<sup>3</sup> <https://www.universalis.fr/encyclopedie/taux-de-change/>

Générale à s'acquitter d'un dépôt de 192 000 Euros contre un dépôt de 230 400 Dollars qu'elle va utiliser afin de régler sa dette auprès du fournisseur Américain .

Comme le montre l'exemple ci-dessus, les banques commerciales interviennent sur les marchés de changes afin de répondre aux besoins des clients qui sont majoritairement des entreprises. De plus, ces banques fournissent les cotations des taux de changes correspondantes à leurs prix d'achat et de vente des monnaies à d'autres banques, ces échanges de devises entre ces banques se font sur le marché interbancaire et représentent la plus grande partie des activités des marchés de changes. Les taux de changes « au détail » correspondent au taux d'achat des entreprises et sont généralement moins avantageux que les taux de changes « en gros » correspondant au marchés interbancaires c'est à dire au taux de change entre banques.

#### **I-4-2- Les Entreprises :**

Les entreprises qui travaillent avec l'étranger, reçoivent ou effectuent des règlements dans tout genre de devises. Afin de régler les salaires des ouvriers au Brésil, RENAULT a besoin de monnaie brésilienne qui est le Real. Si RENAULT n'a pas le Real Brésilien et dispose que des Euros reçus lors de ses ventes en Europe. L'entreprise doit faire quelques démarches pour avoir des Real sur les marchés de changes contre des Euros. En revanche, si RENAULT décide de vendre ses voitures au Brésil elle n'aura pas besoin de passer par les marchés de changes pour régler ses salariés et fera appel à ce marché qu'au moment de la répartition des bénéfices qui doivent être convertis en Euro.

#### **I-4-3- Les Institutions Financières Non Bancaire :**

Depuis quelques années, la libération des marchés de changes a fait naître des institutions financières non bancaires qui offrent un grand choix de service afin de répondre à leurs besoins et ces services peuvent parfois être similaires à ceux des banques. Les opérations qui ont un rapport avec les devises sont concernées. Les sociétés d'assurance, les investisseurs institutionnels, les fonds de pension ou les fonds spéculatifs sont aussi très actifs sur les marchés de changes.

#### **I-4-4- Les Banques Centrales :**

La participation des banques centrales au sein des marchés de changes atteint rarement des niveaux importants mais leur participation peut se révéler indispensable. En effet, les acteurs qui opèrent sur les marchés de changes observent minutieusement les actions des banques centrales car ils cherchent à avoir des informations sur les conjonctures macroéconomiques futures qui pourraient déstabiliser les taux de changes. Il y'a d'autres

administrations publiques qui y interviennent aussi mais n'ont aucune influence sur les anticipations des acteurs ni sur les taux de changes et leurs rôles reste strictement administratif.

#### **I-4-5- Les Courtiers :**

Ces derniers sont considérés comme des intermédiaires dont le but est de réunir deux contreparties l'une acheteuse et l'autre vendeuse, leur rémunération dépend des volumes de transactions traités. Ces courtiers sont très liés aux banques par différents moyens de télécommunications (téléphone, télex, fax,.....). Ils rapportent les informations données par différents participants afin de les transmettre aux autres, l'information doit être fiable et la transmission doit se faire dans des délais très brefs afin d'assurer le bon fonctionnement des échanges.

### **I-5- Les Principaux Comportements Sur Le Marché De Change :**

#### **I-5-1-L'Arbitrage<sup>4</sup> :**

Un arbitrage est une suite d'opérations qui a pour objectif la réalisation d'un profit par l'exploitation des différences pouvant exister momentanément entre les prix du même actif coté sur différentes places ou différents marchés, cette suite d'opération est autofinancée (chaque achat est financé par une vente simultanée) de manière à ce qu'à tout moment la position de l'agent qui la réalise (l'arbitragiste) soit fermée c'est-à-dire qu'il ne s'expose à aucun risque. Lors d'un arbitrage, la différence entre les prix est de très faible ampleur et ne dure qu'un petit moment. En effet, quand un arbitragiste réalise un arbitrage et en tire profit il se met en position d'éliminer indirectement cette différence de prix ce qui va induire une convergence des prix de l'actif en question vers son prix initial et de là l'absence totale de la possibilité de réaliser des gains. Les opérations d'arbitrages conduisent donc à une situation d'absence d'opportunités d'arbitrages

#### **I-5-2-La Spéculation<sup>5</sup> :**

Une opération de spéculation implique une exposition volontaire au risque de change dans l'espoir (chose qui peut se réaliser ou pas) de réaliser un gain en capital ultérieurement. En vrai, le simple fait de ne pas se couvrir pour les exportateurs est considéré comme un comportement spéculatif. De manière que parfois on confond entre les opérations de spéculations et les opérations liées à des transactions financières ou commerciales.

---

<sup>4</sup> Larbi dohni, Carol hainaut, P66-67« Le taux de change : déterminants, opportunités et risques »Edition de boeck & larcier 2004.

<sup>5</sup> Larbi dohni, Carol hainaut, P71« Le taux de change : déterminants, opportunités et risques »édition de boeck & larcier 2004.

Il existe plusieurs façons de spéculer selon la nature du spéculateur et son amour pour le risque. Un spéculateur qui s'expose fortement au risque va automatiquement placer un fond initial conséquent. Dans tous les cas spéculer suppose former des anticipations.

On distingue la spéculation sur le change au comptant qui reste la plus simple et qui consiste à vendre aujourd'hui de la monnaie nationale contre la devise étrangère et à débloquer la position un mois après, cette méthode nécessite un fond initial important, contrairement à la spéculation sur le change à terme qui nécessite un fond initial beaucoup moins conséquent.

### **I-5-3-La Couverture :**

La couverture est une opération qui consiste à se protéger contre les fluctuations des cours de change. Elle correspond à la prise d'une position inverse à celle générée par l'activité normale de l'entreprise et de ce fait le risque est transféré au marché.<sup>6</sup>

Afin de se couvrir contre les risques courus au sein du marché de change, on a le choix entre deux méthodes qui reposent chacune d'entre elles sur des principes différents, on distingue :<sup>7</sup>

- La méthode de la gestion interne du risque de change qui consiste à réduire l'exposition au risque de change ; cette dernière s'intègre dans la gestion financière interne de l'entreprise et n'implique pas de relations avec des tiers. Elle comprend plusieurs techniques telles que le termaillage<sup>8</sup>, la politique de marge<sup>9</sup> et le netting<sup>10</sup>.
- La méthode de la gestion externe du risque de change qui consiste à s'exposer au risque de marché et à se couvrir par des instruments qui permettent de fermer la position de change, contrairement à la première méthode celle la suppose l'intervention d'un tiers (marché financier, banque) qui accepte de prendre le risque à sa charge, le risque est alors transféré de l'entité à la banque ou au marché financier.

### **I-6- Les Compartiments Du Marché De Change :**

Pour permettre l'achat et la vente des devises, les marchés de changes disposent d'un réseau de traders de devises qui travaillent jour et nuit pour effectuer les transactions de change.

---

<sup>6</sup> « Les instruments de couvertures des risques de changes. » Ecole supérieure de banque Alger - Diplôme supérieur des études bancaires 2009 ; FOUAD BERRA.

<sup>7</sup> Larbi dohni, Carol hainaut, P202-203« Le taux de change : déterminants, opportunités et risques »édition de boeck & larcier 2004.

<sup>8</sup> Le termaillage consiste à modifier les termes de paiements liés aux transactions commerciales.

<sup>9</sup> La politique de marge repose sur la répercussion ou non des fluctuations de change sur les prix appliqués par la firme ou sur ses choix des monnaies de facturations.

<sup>10</sup> Le netting est la compensation des créances et des engagements de même échéances entre les filiales d'un même groupe.

Ces transactions s'effectuent sur deux marchés principaux que sont : le marché de change au comptant (SPOT MARKET) et le marché de change à terme (FORWARD MARKET). Ces derniers sont considérés comme des marchés de gré à gré.

### **I-6-1-Le Marché De Change Au Comptant (Spot Market) :**

Le marché de change au comptant ou le marché SPOT est un marché qui permet la confrontation entre l'offre et la demande des devises. Ce dernier se distingue par sa délocalisation et son fonctionnement en continu dans le temps puisque les échanges peuvent être traités partout dans le monde et à n'importe quelle heure. Une transaction dans ce genre de marché peut être définie comme un commun accord entre deux parties adverses l'une en position d'offre et l'autre en position de demande afin d'échanger une devise contre une autre à un cours préalablement déterminé. Cet échange doit se concrétiser dans les quarante-huit heures ouvrées après la date de la transaction.

Le marché spot est un marché qui réunit plusieurs participants, on distingue les banques qui restent indispensables pour sa survie car ce sont ces institutions qui font tout le boulot ou presque, en traitant les opérations de change par l'intermédiaire des cambistes. Ces derniers vont à leurs tours chercher les informations qui jugent être importantes dans les anticipations des cours futurs tels que les taux d'intérêts, la situation de la balance commerciale, les déclarations d'hommes politiques,...etc. ; afin de profiter des meilleurs offres et des meilleurs demandes sur ce marché, on sollicite généralement des professionnels indépendants connus sous le nom de courtiers qui servent de relais pour les établissements entre lesquels ont lieu les transactions. A côté de ces participants, on distingue l'apparition des banques centrales comme un soutien pour la monnaie nationale et une satisfaction des besoins de devises pour l'état.

Les flux des capitaux dans ce marché proviennent essentiellement de la confrontation entre l'offre et la demande des devises. En effet, les demandes de devises émanent les acheteurs de biens et services facturés en devises étrangères, des investisseurs à l'étranger, des emprunteurs en devises étrangères et des résidents et touristes qui se rendent à l'étranger quant aux offres, elles proviennent de vendeurs de biens et services facturés en devises nationales, des investisseurs qui transfèrent leurs dividendes étrangères en monnaie nationale. Toutes ces opérations sont comptabilisées dans la balance des opérations courantes ainsi que dans la balance des paiements.

Il existe plusieurs cotations dans ce genre de marché, on distingue la cotation à l'incertain qui est utilisée dans pratiquement tous les pays à l'exception du Royaume-Unis, cette cotation nous indique le nombre d'unités de monnaie domestique nécessaires à l'achat d'une unité de monnaie étrangère (ex : 1USD=0,89EURO) et la cotation au certain qui est utilisée

exclusivement au Royaume-Unis et qui permet de coter directement la livre sterling en monnaie étrangère. Cette cotation nous donne le nombre d'unités de monnaie étrangère qu'il est possible d'acheter avec une unité de monnaie domestique (ex : 1GBP= 1,29USD). Afin d'avoir un ajustement sur ce marché, les banques par l'intermédiaire de leurs cambistes centralisent des ordres de vente et d'achats des clients et font une comparaison entre eux afin de faire sortir un solde net acheteur ou vendeur pour chaque devise.

### **I-6-2-Le Marché De Change A Terme :**

Le marché des changes à terme (FORWARD MARKET) permet de fixer immédiatement le cours d'échange futur des devises. Une transaction de change à terme (ou à terme sec) est un accord d'échanger une devise contre une autre devise à un prix fixé immédiatement, l'échange se fera à une date déterminée au-delà de deux jours ouvrés.

Comme tout marché de change, le marché de change à terme se distingue par sa délocalisation et son fonctionnement en continu. Ce dernier réunit plusieurs participants indispensables à sa survie que sont les banques (commerciales et centrales) et les courtiers.

Plusieurs opérations sont traitées sur ce marché afin de se couvrir contre certains risques :

- Les risques qui sont liés exclusivement aux opérations commerciales (achat des devises à termes par les importateurs et vente de devises à terme par des exportateurs).
- Les risques qui sont liés aux opérations financières tels que les emprunts de devises, prêts de devises, investissement directs à l'étranger et les achats des titres à l'étranger.

On remarque parfois quelques opérations de spéculation selon les anticipations des cours des spéculateurs.

La cotation sur le marché de change à terme diffère par rapport à la cotation sur le marché de change au comptant. En effet, pour déterminer le cours à terme (Forward Rate), on doit se porter sur le différentiel par rapport au taux au comptant. Ces cotations sont exprimées en déport (discount) ou en report (premium).

Donc les cours à terme et plus précisément les taux de déport et les taux de report sont fonction des différentiels des taux d'intérêt existant entre les monnaies nationales sur les marchés monétaires nationaux et les devises étrangères sur les marchés des Euro-devises.

## Section II : Le Taux De Change :

Le taux de change fait partie des facteurs économiques les plus importants. Il détermine le bien-être économique du pays. C'est le taux auquel la monnaie nationale peut être échangée contre une devise étrangère, il peut être vu comme étant le prix d'une devise étrangère par rapport à la devise nationale. Son importance réside dans le fait que les importations et exportations dépendent de lui.

En effet, si une monnaie s'apprécie par rapport à une autre monnaie, les produits importés seront meilleur marché et, par conséquent, les produits étrangers seront plus attrayants pour les consommateurs nationaux. Une conséquence négative pour les exportations, car elles seront plus chères par rapport aux autres biens sur le marché étranger. Le contraire se produit en cas de dépréciation.

### II-1-Définition Du Taux De Change :

Selon (King, 2005), "An exchange rate can be defined as the price of the national currency that is valued against the demand and supply of a foreign currency".

La première chose à comprendre concernant le taux de change c'est qu'il s'agit simplement d'un prix<sup>11</sup>. Les échanges d'espèces et de dépôts bancaires libellés en différentes monnaies se déroulent sur le marché de change, les opérations réalisées au sein de ce marché déterminent le taux (prix) auquel s'échangent les monnaies entre elles d'où la dénomination de taux de change. Ce taux représente le coût d'achat des biens, des services ou des objectifs financiers étrangers<sup>12</sup>.

Selon Kenichi Ohmae, le cours de change ne représente pas un prix quelconque comme le représente le prix d'un bien simple. Pour lui le taux de change est le prix de la monnaie nationale. De ce fait, ses fluctuations, son mode de détermination et son niveau affectent la monnaie dans toutes ses fonctions. Cette définition nous permet donc de comprendre d'un côté l'intérêt porté par la théorie économique pour l'analyse du taux de change et de l'autre côté, l'attention qu'accordent les autorités monétaires aux multiples questions concernant cette variable (choix des régimes de change, degrés de convertibilités, la composition des paniers de devises et le niveau de la parité de la monnaie nationale)<sup>13</sup>.

---

<sup>11</sup> « exchange rate and international finance » Laurance S Copeland, Pearson education, 2005, P3

<sup>12</sup> « monnaie, banque et marchés financiers » Frederic S Mishkin, Pearson education, 2007, P591

<sup>13</sup> « Modélisation du taux de change du dinar algérien à l'aide des modèles ECM » Adouka Lakhdar, Thèse de doctorat, université de tlemcen, 2010-2011 P16

Pour chaque économie le taux de change représente une variable très importante car elle situe le prix des biens domestiques par rapport aux biens étrangers. En effet, le prix d'un bien fabriqué aux USA est déterminé par son prix en Dollar et par le taux de change Euro-Dollar. Donnons l'exemple d'un citoyen européen qui décide d'acheter un ordinateur aux USA. Son prix est de 2000\$ si le taux de change Euro-Dollar est de 1,1789 cet ordinateur lui coûtera en Europe 1696€, supposant que ce même citoyen attende un peu pour effectuer son achat et que le taux de change Euro-Dollar tombe à 0,8252, ce même ordinateur lui coûterait beaucoup plus cher, soit 2424€. Cette dépréciation de l'Euro est due à une appréciation du Dollar qui fait que les prix des produits européens soient en baissent aux USA. Supposant maintenant qu'un américain achète un produit européen valant 1000€ en Europe, il l'a donc payé à 1178€ s'il a acheté au taux de 1,1789 et s'il a décidé d'attendre que le taux descende a 0,8252 il l'aurait payé a seulement 825€<sup>14</sup>. Donc lorsqu'une monnaie d'un pays quelconque s'apprécie c'est-à-dire que sa valeur augmente par rapport à d'autres monnaies, les biens de ce pays se vendent plus chers à l'étranger et les biens étranger deviennent relativement moins chers, et le contraire se passe dans le cas où la valeur d'une monnaie baisse c'est à dire qu'elle subit une dépréciation alors les biens de ce pays se vendent moins cher à l'étranger et les biens étrangers deviennent plus chers.

## II-2-Les Différents Régimes De Change :

Le taux de change de chaque pays reflète le processus décisionnel des investisseurs, des commerçants, des spéculateurs et décideurs dirigés par les fondamentaux économiques, les mesures politiques et chocs économiques internationaux (Van Bergen, 2004).

La plupart des pays ont suivi un régime de change fixe avant la Première Guerre mondiale, sous la forme d'étalon-or international, où les pays ont lié leur monnaie à la valeur de l'or et delà la permission des exportations et importations sans restriction (Melvin, 2000)<sup>15</sup>.

Après la Seconde Guerre mondiale, le système de Bretton Woods a été utilisé pendant deux décennies (Van der Merwe, 2003: 1). Au cours des années 1960, les déficits dans les balances des paiements des pays ont intensifié la pression contre ce système et l'ont abandonné en 1973. Depuis, Les pays ont été forcés de trouver une autre façon de restructurer leurs politiques monétaires et leurs régimes de change (Van der Merwe, 2003: 1-2).

---

<sup>14</sup> « Monnaie, Banque et Marchés financiers » Frederic S Mishkin, Pearson education, 2007, P593

<sup>15</sup> « Public Information Arrival, Exchange Rate Volatility, and Quote Frequency », melvin et xixi yin, Working Papers, Arizona State University, Department of Economics, 2000, P43-44.

Le choix d'un régime de change pour n'importe quel pays revêt une très grande importance car ce dernier met en cause sa politique économique, son mode d'ajustement macroéconomique et ses marges de manœuvres. Les partenaires de ce pays qui sont sensibles aux conséquences de régimes de changes sur leurs compétitivités, ou pouvant être amenés à soutenir une monnaie liée à la leur par un régime de change fixe sont également concernés.

Les régimes de change déterminent alors les conditions d'insertion internationale des économies. La classification la plus courante de ces régimes est celle donnée par le FMI en 1999 qui se présente comme suit<sup>16</sup> :

- Un régime de change fixe suppose la création d'une parité de référence entre la devise du pays considéré et une devise étrangère (ou un panier de devises), à laquelle la banque centrale échangera sa monnaie. Lorsqu'il y'a une libéralisation sur le marché des changes, le respect de cet engagement impose à la banque centrale d'intervenir sur le marché des changes dès que le taux de change s'éloigne de la parité établie, et ce par l'achat de la monnaie nationale. Si la monnaie tend à se déprécier sur le marché de change par sa vente et dans le cas contraire lorsque le marché de change est contrôlé, la monnaie est inconvertible, la parité est alors définie et soutenue.<sup>17</sup>

Ce système a ses avantages et ses inconvénients, parmi ses avantages on distingue : la permission d'une politique anti-inflationniste ; accélère les échanges internationaux grâce à une stabilité qui élimine l'incertitude ; avantage l'alliance international et limite le « chacun pour soi ». En parallèle ce système entraîne la perte d'autonomie de la politique monétaire ; encourage la spéculation jusqu'à sa déstabilisation ; l'ajustement devient impossible d'où la difficulté de faire face aux chocs asymétriques.

- Dans un régime de change flexible, aucun engagement n'a été pris concernant le taux de change, ce dernier flotte librement, en fonction de la demande et l'offre sur le marché de change. L'autonomie de la politique monétaire est alors retrouvée, mais la banque centrale abandonne le contrôle du taux de change nominal, qui est déterminé sur le marché de change. Le flottement s'applique donc, en principe, à un marché de change

---

<sup>16</sup> « Les régimes de change »Amina Lahrèche-Revil, l'université d'Amiens. Éditions La Découverte, collection Repères, Paris, 1999.P94

<sup>17</sup> « Les régimes de change »Amina Lahrèche-Revil, l'université d'Amiens. Éditions La Découverte, collection Repères, Paris, 1999.P93

libéralisé, même si l'on peut imaginer un régime de flottement impur encadré par un contrôle de change<sup>18</sup>.

Comme tous les systèmes, ce système a ses points forts et ses points faibles, parmi ses avantages, on distingue la stabilisation de la spéculation, l'autonomie distinguée de la politique monétaire ainsi que l'ajustement instantané de la balance des paiements. En contrepartie, ce système ne peut rééquilibrer les échanges extérieurs car il n'y'a aucune concordance entre les différentes politiques budgétaires étrangères ; permet aux politiques monétaires de lâcher prise et delà accentuer l'inflation et pour finir il entraine une volatilité excessive du taux de change et delà l'accroissement de l'incertitude.

- Entre ces deux régimes on distingue des régimes intermédiaires qui diffèrent selon les fluctuations autour des parités de références autorisées par la banque centrale et selon les réalignements de ces parités.

Les principaux régimes de change, classés par ordre de rigidité croissante du taux de change :<sup>19</sup>

#### ***-Taux De Change Fixe :***

- Le cas d'absence d'une monnaie légale propre au pays : dans ce cas soit une devise étrangère s'avère être la seule monnaie ayant cours légal dans le pays soit le pays est membre d'une union monétaire qui a adopté une monnaie commune ayant cours légale dans chacun des pays membres.
- Le régime de caisse d'émission : c'est un système de change fixe par rapport à une monnaie d'ancrage<sup>20</sup>.
- Le régime de parité fixe traditionnelle : le pays rattache sa monnaie a une monnaie unique ou à un panier de monnaie, le taux fluctuant à l'intérieur d'une bande étroite de +/- 1% autour d'un cours pivot fixe.

#### ***-Régimes Intermédiaires :***

- Les systèmes à bandes de fluctuations fixes : le cours de change de la monnaie est maintenu à l'intérieur des bandes de fluctuations fixes supérieures à 1% et a un taux central également fixe.

---

<sup>18</sup> « Les régimes de change »Amina Lahrèche-Revil, l'université d'Amiens. Éditions La Découverte, collection Repères, Paris, 1999.P94.

<sup>19</sup> <sup>19</sup> Larbi dohni, Carol hainaut, P19-20« Le taux de change : déterminants, opportunités et risques »Edition de boeck & larcier 2004.

<sup>20</sup> **Ancrage** on dit d'un pays qu'il ancre sa monnaie sur une autre lorsqu'il cherche à maintenir la parité avec cette devise, dans une marge étroite (ancrage fixe) ou pouvant évoluer plus ou moins régulièrement (ancrage glissant).

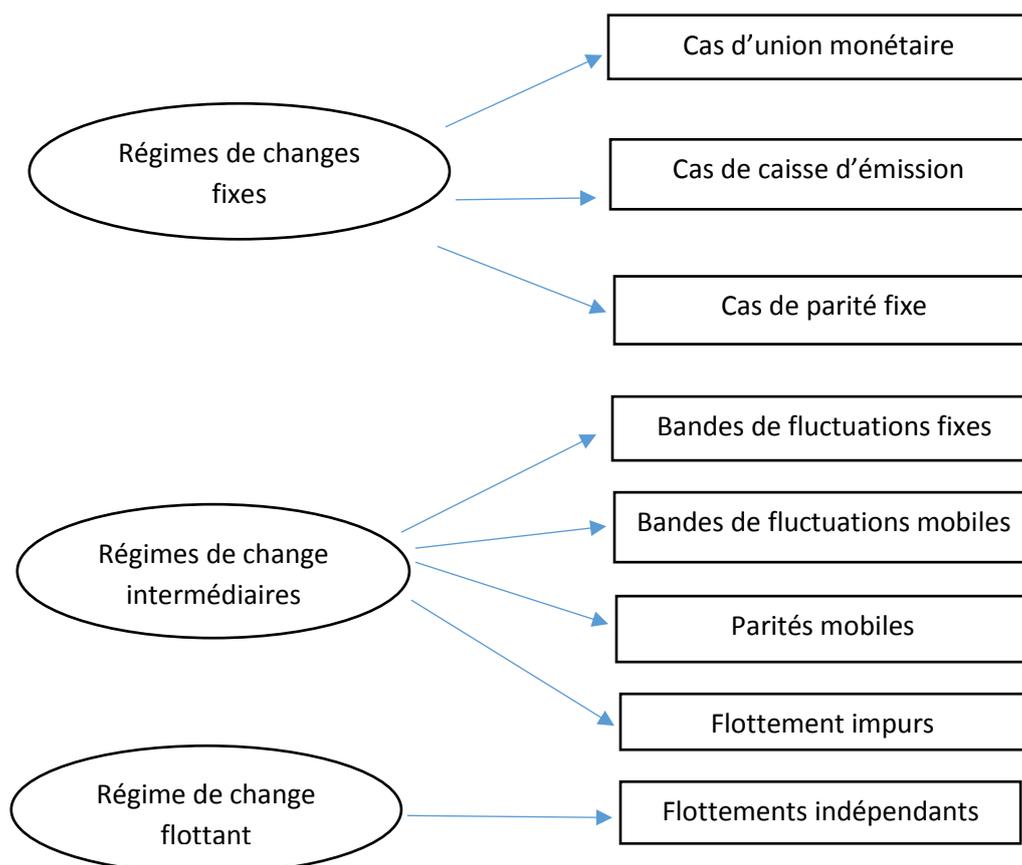
- Les systèmes de bandes de fluctuations mobiles : les cours de changes sont maintenus à l'intérieur de certaines marges de fluctuations de part et d'autre d'un taux central qui est ajusté périodiquement par rapport à un taux fixe pré annoncé.
- Les systèmes de parité mobiles : le taux de change d'une monnaie est ajusté périodiquement dans de faibles proportions par rapport à un taux pré annoncé.
- Les régimes de flottements impurs : les autorités monétaires interviennent sur le cours de change sans spécifier au préalable sa trajectoire.

**-Flottement Pure :**

- Les flottements indépendants : les cours de change sont déterminés au sein du marché de change.

Ces régimes de changes sont présentés dans le schéma ci-dessous :

**Figure N° 01 :** Représentations des différents régimes de changes classés par le FMI



## **II-3-Les Différentes Mesures De Cours De Change :**

### **II-3-1-Le Taux De Change Nominal (TCN) :**

Le taux de change est un comparateur de valeurs des biens ou des actifs dans différents pays. L'évolution de ces valeurs dépend des variations des prix plus ou moins rapide, selon les pays.<sup>21</sup>

Selon Boyer, Dehove Et Plihon, 2004 « le taux de change nominal est une arme de la politique économique. »<sup>22</sup>, Le taux de change nominal est le prix relatif de deux monnaies sans tenir compte des différences de pouvoir d'achat des deux devises respectives et de la conjoncture. Ce taux peut être modifié selon l'offre et la demande des monnaies. Même si les prix peuvent l'affecter aussi mais avec une faible proportion. Une appréciation de la monnaie domestique est une augmentation du prix de cette monnaie en monnaie étrangère, alors qu'une dépréciation représente une diminution. Une appréciation de la monnaie domestique équivaut à une baisse du taux de change par rapport à une devise étrangère. Lorsque qu'on souhaite avoir le prix absolu de deux monnaies, on fait appel au taux de change réel.

### **II-3-2-Le Taux De Change Réel (TCR) :**

Selon Mondher cherif « le taux de change réel permet de comprendre l'évolution de la compétitivité-prix d'un pays par rapport à un autre, en tenant compte à la fois de l'évolution du taux de change nominal et des mouvements de prix dans l'un et l'autre des deux pays en question. »<sup>23</sup>

Le taux de change réel est un indicateur synthétique qui nous permet de comparer les prix entre les différents pays. Cet indicateur se construit sur la base des indices des prix à la consommation et nous permet de faire des comparaisons plus larges que celles basées sur les biens échangés internationalement.<sup>24</sup>

Selon Edwards 1988<sup>25</sup> et Montiel 1999 le taux de change réel se détermine par rapport aux structures productives affiliées dans les modèles macroéconomiques, on distingue principalement deux définitions :

- La première définition se base sur la parité du pouvoir d'achat. Elle conduit à l'indicateur du taux de change réel qualifié d'externe (TCRE), censé mesurer la

---

<sup>21</sup> « Le taux de change » Mondher cherif, Edition RB, 2002, P15.

<sup>22</sup> « IX. Les instruments des politiques de change », Dominique Plihon, éd La Découverte, 2012, pp. 89-90.

<sup>23</sup> « Le taux de change » Mondher cherif, Edition RB, 2002, P17.

<sup>24</sup>« Taux de change réel et compétitivité de l'économie réunionnaise » Michaël Goujon, Fabien Candau, Jean-François Hoarau, Serge Rey, CERDI, Etudes et Documents, E 2010.29,P 7.

<sup>25</sup> "Real and monetary determinants of real exchange rate behavior: Theory and evidence from developing countries", Sebastian Edwards, NBER Working Paper 2721 September 1988, P 1-51

compétitivité externe du pays, c'est à dire la compétitivité du pays comparée à celle des pays étrangers. Le TCRE (taux de change réel externe) est calculé comme le ratio des prix étrangers sur les prix intérieurs, exprimés dans la même monnaie, soit <sup>26</sup>

$$\text{TCRE} = N.P/P^*$$

Avec : N : le taux de change nominal au certain.

P\* : les prix étrangers.

P : les prix intérieurs.

- La seconde définition repose sur les modèles d'économies dépendantes, cette définition a été notamment développée pour les petits pays en voie de développement (Salter 1959 et Swan 1960, Aukrust 1977). Elle mène à l'indicateur du taux de change réel que l'on peut qualifier d'interne (TCRI). Le taux de change réel interne permet de mesurer la compétitivité interne du pays, c'est-à-dire entre les biens échangeables (importables et exportables) et les biens non échangeables (qui ne peuvent être consommés qu'à l'intérieur du pays).

$$\text{TCRI} = P_{NE}/P_E$$

Avec : P<sub>NE</sub> : le prix des biens non-échangeables.

P<sub>E</sub> : le prix des biens échangeables.

Une hausse du taux de change réel interne est une incitation à produire plus de biens non échangeables par rapport aux biens échangeables, entraînant ainsi un déplacement des ressources productives, une baisse dans les exportations et une hausse de production des biens substituables aux différentes importations. On en déduit alors une perte de compétitivité.

### II-3-3-Le Taux De Change Effectif :

Le taux de change effectif représente le taux de change d'une zone monétaire. Il est considéré comme une moyenne pondérée de l'évolution du taux de change de la monnaie d'un pays par rapport aux devises de ses partenaires commerciaux ou concurrents<sup>27</sup>. Ce taux de change peut être réel ou nominal :

<sup>26</sup> « Taux de change réel et compétitivité de l'économie réunionnaise » Michaël Goujon, Fabien Candau, Jean-François Hoarau, Serge Rey, CERDI, Etudes et Documents, E 2010.29, P 7.

<sup>27</sup> « Le taux de change » Mondher cherif, Edition RB, 2002, P17.

- **Taux de change effectif réel :**

Ce taux permet de mieux apprécier les conséquences économiques et sociales des fluctuations des taux de change<sup>28</sup>. Il s'obtient en faisant des corrections sur chaque taux de change en lui ajoutant l'écart des hausses des prix entre le pays considéré et les pays étrangers afin de suivre l'évolution compétitivité-taux de change.

Le taux de change effectif réel de la devise j s'obtient de manière analogue<sup>29</sup>:

$$ER_j = \Pi (R_j)\alpha_i$$

où  $R_i$  représente le taux de change bilatéral réel défini par  $R_i = E_i (P_j/P_i)$

où  $P_i$  (respectivement  $P_j$ ) est un indice des prix du pays  $i$  (resp.  $j$ ) avec là aussi plusieurs choix possibles,

$\alpha_i$  a la même définition que pour le taux effectif nominal.

- **Taux de change effectif nominal :**

Le taux de change effectif nominal d'une monnaie se mesure généralement par l'évolution moyenne pondérée des cours de change bilatéraux. Il s'agit de l'indice calculé à partir de moyenne géométrique pondérée des variations des cours bilatéraux des monnaies considérées, les pondérations étant basées sur l'importance des exportations de ces pays tant entre eux que sur les marchés tiers.<sup>30</sup>

Le taux de change effectif nominal d'une devise j se définit par<sup>31</sup>:

$$EN_j = \Pi (E_j)\alpha_i$$

Où pour chaque partenaire  $i$  :

- $E_i$  représente le taux de change bilatéral (nombre d'unités de la devise  $i$  pour une unité de la devise  $j$  ;  $E_i$  s'accroît donc lorsque la devise  $j$  s'apprécie) ;

- $\alpha_i$  est censé refléter l'importance, du point de vue concurrentiel, du pays  $i$  ( $\alpha_i = 1$ ).  $\alpha_i$  est généralement construit à partir des flux commerciaux internationaux, avec plusieurs variantes possibles :

-  $\alpha_i = X_{ij} / 2X_{jj}$  où  $X_{ij}$  sont les exportations de  $j$  vers  $i$  (ou la somme des exportations et des importations) ;

<sup>28</sup> « 100 fiches pour comprendre les sciences économiques » Marc Montoussé, Dominique Chamblay, page 156, 2005

<sup>29</sup> « Les taux de change effectifs des grandes devises. » Le Cacheux Jacques, Lecointe François. Revue de l'OFCE, n°26, 1989. pp. 189-196.

<sup>30</sup> « Les déterminants du taux de change en Algérie : Quelle ampleur du taux de change parallèle ? », alloui fatima, these doctorat, univ tlemcen, 2015, p38

<sup>31</sup> « Les taux de change effectifs des grandes devises. » Le Cacheux Jacques, Lecointe François. Revue de l'OFCE, n°26, 1989. pp. 189-196.

$-a_i = X_j / SX$ , où  $X_j$  sont les exportations totales de  $i$  (ou la somme des exportations et des importations) ;

$-a_i = 2S_{ik} (X_{kj}/2X_{kj})$  où  $S_{ik}$  est la part de marché du pays  $i$  sur un Marché  $k$ .

#### **II-4-Les Théories Explicatives (Déterminants) Du Taux De Change :<sup>32</sup>**

Le lendemain de la deuxième guerre mondiale, le système de Bretton Woods a vu le jour par les fondateurs du FMI. Ce système était basé d'un côté sur un régime de change fixe ou quasi-fixe dans lequel le Dollar Américain jouait un rôle central d'étalon change-or et de l'autre côté sur la bonne santé de l'économie Américaine c'est à dire stabilité politique, balances commerciales excédentaires et absence d'inflation (conditions de bon fonctionnement du système).

Des 1964, Avec la diminution de la quantité d'or observée aux états unis par rapport aux avoirs en Dollar Américain qui s'y trouvaient, les déficits cumulés durant plusieurs années dans les balances des paiements Américaines et l'hyperinflation au sein des pays industrialisés ont suffi pour mettre un terme au système établi trente ans plus tôt.

En décembre 1971, l'inconvertibilité et la dévaluation du Dollar Américain par rapport aux autres monnaies est adopté dans l'accord de SMITHONIAN. L'accord de KINGSTON conclut en 1976 et appliqué en 1978 met fin au système de Bretton Woods et instaure le système de flottement général des monnaies. L'or comme étalon monétaire est alors abandonné.

Depuis 1973, on commence à parler du système monétaire international, mais ce dernier ne représente pas tout à fait ce que les théoriciens avaient conçu auparavant concernant son mode de fonctionnement et la diversité des modes d'ajustements. (Bourguignat 1985). En effet, on remarque plusieurs régimes adoptés par les 145 pays membre du FMI (voir plus haut les différents régimes de taux de change instaurés par le FMI). Face à cette situation, la crainte de réapparition de l'expérience du flottement généralisé entre 1931 et 1936 (spéculation déstabilisatrice et hyperinflation généralisée) resurgit.

Les années qui nous séparent depuis l'accord de SMITHONIEN nous permettent de faire un petit bilan sur son fonctionnement en outre, son argument de prédominance concernant sa volonté d'accéder au flottement. L'observation des cours de change montre que l'argument de leurs stabilités reste celui qui a été le plus mis à l'épreuve ; les recherches de comparaisons

<sup>32</sup> « Les théories explicatives du taux de change : de Cassel au début des années quatre-vingt. », Drunat Jérôme, Dufrenot Gilles, Mathieu Laurent. In: Revue française d'économie, volume 9, n°3, 1994. pp. 53-111.

entre régimes de changes fixes et flexibles (Mussa 1986 ; Stochman 1988) confirment la forte variabilité des taux de changes entre pays industrialisés dans les régimes de changes flottants.

Depuis, les objectifs des chercheurs ont pris un autre tournant, en effet, dans un système étalon-or les buts étaient basés sur la détermination des meilleures politiques économiques à mettre en œuvre et sur les choix des régimes de changes et maintenant, les buts sont plus centrés vers la compréhension, l'explication et surtout la prévoyance des phénomènes brusques pouvant affecter l'évolution des cours des monnaies.

Face à ces défis, les chercheurs ont eu recours aux théories anciennes dans un premier temps afin de comprendre les différents facteurs qui influencent leurs valeurs d'équilibre.

Devant l'incapacité du pouvoir explicatif de ces anciennes théories face à la variabilité inexplicée de court terme des cours de change, de nouvelles interprétations théoriques ont surgi vers la fin des années soixante-dix sous forme de modélisation dynamique. Parmi les premiers qui se sont lancés, on cite (Dornbusch 1976)<sup>33</sup> qui a développé la théorie du flottement du taux de change dans le cadre de la mobilité parfaite des capitaux, de l'ajustement long des marchés des biens et d'une expansion cohérente en essayant ainsi de concilier volatilité de change à court terme et convergence vers l'équilibre de long terme. Mais devant les faits il constate qu'il y'a eu une insuffisance des paramètres financiers traités.

Une nouvelle direction apparait et insiste cette fois ci sur les rôles des anticipations et le comportement psychologiques des acteurs des marchés de changes.

Nous présenterons ainsi les théories dont l'objectif essentiel est d'expliquer les phénomènes indésirables rencontrés au sein du marché de change.

#### **II-4-1-Les Approches Statiques :**

##### **II-4-1-1-La Théorie De La Parité Du Pouvoir D'Achat :<sup>34</sup>**

La théorie de la parité du pouvoir d'achat (PPA) repose sur l'idée qu'une unité monétaire quelconque doit pouvoir être échangée contre la même quantité de bien quel que soit le pays ou l'échange s'effectue (le taux de change est alors le prix relatif des deux biens). Si cette hypothèse est vérifiée, c'est-à-dire si un produit vaut 2\$ par exemple, ce dernier doit se vendre au même prix dans tous les pays du monde.

---

<sup>33</sup> "Expectations and exchange rate dynamics?" J R. Dornbusch [1976], journal of political economy, vol. 84, n° 6. P 1161-1176.

<sup>34</sup> «Les théories explicatives du taux de change : de Cassel au début des années quatre-vingt ». Drunat Jérôme, Dufrenot Gilles, Mathieu Laurent ; Revue française d'économie, vol 9, n°3, 1994. pp. 53-111;

Cette théorie était autrefois la base d'analyses des économistes « classiques » et a été développée par Cassel au début du 20<sup>ème</sup> siècle. Elle justifie l'existence des taux de change de longs termes vers lesquels les taux de changes au comptant tendent.

Il existe deux versions de cette théorie que nous présenterons ci-dessous :

- **La Parité Du Pouvoir D'achat Dans Sa Version Absolue :**

Dans cette version absolue, on distingue une liaison entre la PPA et la théorie quantitative de la monnaie. Selon cette dernière, la quantité de monnaie qui circule détermine le niveau général des prix dans les pays étrangers et par conséquent leurs pouvoirs d'achats relatifs aux devises. Le cours de change se détermine par le rapport entre les niveaux de prix.

Cette approche s'explique dans la loi du prix unique qui repose sur la concurrence pure et parfaite entre les pays et une liberté totale des transactions. Si les conditions se vérifient, le bien doit avoir un prix unique quel que soit le pays (étranger ou domestique).

Le prix du bien est déterminé par le taux de change, et varie selon ses variations ; en cas de dépréciation il y'aura une demande sur la marchandise étrangère et c'est l'opération d'arbitrage qui rétablira par la suite l'égalité du pouvoir d'achat entre les pays par l'adaptation de taux de change.

Si on suppose l'existence d'une concurrence pure et parfaite, une gratuité dans les déplacements des biens, l'existence d'un prix unique pour chaque bien quel que soit son pays, La PPA dans sa version absolue est incontestable. Cependant, les produits ne sont pas tous échangeables, les coûts de transport ne sont pas nuls, les goûts des agents diffèrent entre les pays et les arbitrages n'ont pas toujours lieu.

Formellement, la PPA dans sa version absolue s'écrit comme suit :

$$\frac{1}{P^*} = \frac{S}{P}$$

P : indice de prix domestique.

P\* : indice de prix étrangers.

S : taux de change au comptant.

Le taux de change s'exprime ainsi :

$$S = \frac{P}{P^*}$$

Si les prix des biens sont égaux dans tous les pays et les paniers sont constitués des mêmes produits alors la PPA se vérifie dans sa version absolue.

Si les prix nationaux sont exprimés en monnaies étrangères sous la forme de  $P=S \cdot P^*$

Et les prix étrangers sous la forme  $P^*=P/S$ .

- En terme nominaux, le taux de change se réduit au rapport entre les différents indices de prix.

$$TCN = S P^* / P$$

- En terme réel, le taux de change est égal au rapport entre les pouvoirs d'achats :

$$TCR = ((P/P^*) \cdot P^*) = 1$$

- **La Parité Du Pouvoir D'achat Dans Sa Version Relative :**

Cette version est moins étroite que l'absolue. En effet, l'égalité entre le taux de change et le rapport des prix n'est pas nécessaire. Il suffit juste que ces derniers varient dans le même sens. Ainsi pour tous t et t+1 on obtient :

$$\frac{S_{t+1}}{S_t} = \frac{P_{t+1}/P_t}{P^*_{t+1}/P^*_t} = \frac{P_{t+1}}{P^*_{t+1}} \cdot \frac{P^*_t}{P_t}$$

Dans ce cas la PPA ne peut être vérifiée dans la version absolue.

En termes réels, le TCR est constant avec le temps :  $TCR = S_{t+1} = S_t$

En termes de taux d'inflations, la PPA dans sa version relative est égale à :

$$\pi = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t} \quad \text{et} \quad \pi^* = \frac{P^*_{t+1} - P^*_t}{P^*_t}$$

$\pi$  : le taux d'inflation domestique.

$\pi^*$  : le taux d'inflation étranger

La PPA s'exprime ainsi :

$$(S_{t+1} - S_t) / S_t = (\pi - \pi^*) / (1 + \pi^*) \approx \pi - \pi^*$$

A partir de cette équation, on conclut l'existence d'une compensation entre les variations du taux de change et le différentiel d'inflation. Delà on peut justifier le fait que les pays acceptent des taux d'inflations élevés par rapport aux autres qui s'accompagnent d'une dépréciation de leurs taux de change.

La PPA dans ses deux versions a reçu plusieurs critiques qui se résument dans ce qui suit :

- La loi du prix unique n'est vérifiable qu'approximativement à cause d'imperfections existantes au sein du marché (couts de déplacements, droits douaniers, ..., etc.)
- La composition des indices de prix diffère d'un pays à l'autre, d'où la nécessité de présenter les différences de prix pour qu'elles soient vérifiées.
- Et pour finir Aftalion en 1923 montre que les devises étaient demandées pour leur pouvoir d'achat et les transferts de fonds. Et que l'appréciation ou la dépréciation d'une devise dépend de son taux de change à l'inverse de la PPA qui relate que le taux de change se détermine par les niveaux des prix intérieurs et étrangers.

Cependant, cette théorie n'a pas été critiquée tant que ça, effectivement, cette dernière a été testé dans ses deux versions notamment par Frenkel 1980 et plusieurs autres auteurs par la suite en utilisant les paramètres suivants :

Dans la version absolue :  $\text{Log } S_t = a + b \text{ Log } (P_t / P^*_t) + \mu_t$

Dans la version relative :  $\Delta \text{ Log } S_t = C \text{ Log } (P_t / P^*_t) + \varepsilon_t$

$S_t$  : le taux de change nominal ;  $P_t$  : niveaux des prix nationaux ;  $P^*_t$  : niveau des prix étrangers ;  $\Delta$  : opérateur de première différence.

Si  $a \neq 0$  ou si  $b \neq 1$  alors les deux versions de la PPA ne sont pas vérifiées.

Frenkel 1980<sup>35</sup> a montré que durant la période allant de 1921 à 1923, relative à la période d'hyperinflation Allemande, les indices de prix et les taux de changes ont varié de manière simultanée donc il y'a eu validation de la PPA, contrairement à la période allant de Juin 1973 à Juillet 1979 ou elle a été rejetée pour différentes monnaies Dollar / Livre ; Dollar / FF ;

Il existe une autre méthode afin de tester la PPA comme une relation de long terme en vérifiant si le taux de change nominal suit une marche aléatoire avec la relation ci-dessous :

$$\text{Log } S_t = \Phi_1 \text{ Log } S_{t-1} + \varepsilon_t$$

$\varepsilon_t$  : Erreur ;  $E(\varepsilon_t) = 0$  ;  $\text{var}(\varepsilon_t) = \sigma^2$  ;  $E(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+h}) = 0$

Si  $\varepsilon_t$  est un processus de bruit blanc, le taux de change suit une marche aléatoire et la théorie de la PPA est validée.

<sup>35</sup> "Exchange Rates, Prices, and Money: Lessons From the 1920s." Frenkel, Jacob A., The American Economic Review, Vol. 70, No. 2, (1980), pp. 242-255.

Frenkel 1980, Adler et Lehmann 1983<sup>36</sup> et Patel 1990<sup>37</sup> ont validé la théorie de la PPA en montrant qu'il y'avait une autocorrélation mensuelles entre les taux de change.

D'autres travaux ont été effectués par Abuaf et Jorion 1990<sup>38</sup> et Whitt 1991 en utilisant respectivement les tests de Dickey Fuller et Bayesian, ces derniers n'ont pas validé cette théorie ; Glen 1992 à son tour a confirmé son invalidation pour des périodes relativement longue. Selon ces travaux, on peut conclure que la PPA est validé à long terme seulement. Donc l'hypothèse d'existence d'un taux de change d'équilibre est justifiée.

#### II-4-1-2-L'Approche Par Les Elasticités :

Cette approche remonte à Robinson 1947. Dedans, on approuve l'hypothèse de substituabilité imparfaite des produits internationaux. Afin de justifier les variations des taux de changes il suffit alors de s'atteler sur les élasticités des fonctions des demandes d'importations et exportations qu'on présentera dans un modèle qui, décrira les relations entre les taux de changes et les balances commerciales.

Supposant que l'économie est constituée d'un secteur qui produit des biens et services échangeables ou les prix se déterminent par la loi du prix unique et d'un secteur de biens et services non-échangeables ou les prix sont fixes (indépendants du taux de change). Dans cette perspective, il est évident que le lien entre le taux de change et la balance commerciale dépend des fonctions des offres et demandes d'importations et d'exportations sur le marché des biens et services échangeables ; La fonction de demande  $M^d(P_m)$  qui est fonction des prix des importations exprimée en monnaie locale ; la fonction d'offre  $M^o(P_m/S)$  qui dépend des importations exprimée en devises étrangères ( $P_m/S = P^*_m$ ). Cela signifie que c'est le taux de change entre les devises qui va déterminer l'offre et la demande des importateurs. Donc les prix d'importations n'ont aucun lien avec les exportations ce qui se traduit par une non-substituabilité entre les biens importés et exportés. Chaque fonction a son coefficient d'élasticité qui lui est associé :

$$\varepsilon_m^d = (dM^d/dP_m) * (P_m/M^d) \quad \text{avec} \quad \varepsilon_m^d < 0$$

$$\varepsilon_m^o = (dM^o/d(P_m/S)) * ((P_m/S)/M^o) \quad \text{avec} \quad \varepsilon_m^o > 0$$

<sup>36</sup> "Deviations from Purchasing Power Parity in the Long Run."; Michael Adler and Bruce Lehmann The Journal of Finance Vol. 38, No. 5 (1983), pp. 1471-1487.

<sup>37</sup> "Purchasing Power Parity as a Long-Run Relation.", Jayendu Patel; Journal of Applied Econometrics; Vol. 5, No. 4 (1990), pp. 367-379

<sup>38</sup> "Purchasing Power Parity in the Long Run"; NISO ABUAF et PHILIPPE JORION; the journal of finance; vol45 ; 1990; pp 157-174

De même, le marché des exportations se caractérise par une fonction d'offre et de demande  $X^d(P_x/S)$  qui ont les élasticités suivantes :

$$\begin{aligned}\varepsilon_x^o &= (dX^o/dP_x) * (P_x/X^o) && \text{avec} && \varepsilon_x^o < 0 \\ \varepsilon_x^d &= (dX^d/d(P_x/S)) * ((P_x/S)/X^d) && \text{avec} && \varepsilon_x^d > 0\end{aligned}$$

Il convient de préciser que ces fonctions aussi dépendent du taux de change.

La balance commerciale est mesurée par la différence entre les exportations et les importations, soit en monnaie locale :

$$BC = P_x X - P_m M \quad \text{en cas d'équilibre } BC = 0$$

Dans un régime de change flexible le solde de la BC est exogène et le taux de change est endogène (il s'ajuste afin de l'équilibrer). Par conséquent, si les capitaux ne sont pas transférables alors toute modification sur l'offre et la demande des importations ou exportations peut faire varier le taux de change. S'il y'a une augmentation sur les exportations, l'impact sur le taux de change se justifiera par le système suivant :

$$\frac{\Delta S}{S} = \frac{-(\varepsilon_m^o - \varepsilon_m^d)(1 + \varepsilon_x^o)(\Delta Xd/X)}{\varepsilon_x^d \varepsilon_m^d (1 + \varepsilon_m^o + \varepsilon_x^o) - \varepsilon_x^o \varepsilon_m^o (1 + \varepsilon_m^d + \varepsilon_x^d)}$$

En se basant sur les signes d'élasticités, il semblerait que la monnaie d'un pays quelconque s'apprécierait en cas de hausse de ses exportations si cette condition se vérifie.

$$\varepsilon_x^d \varepsilon_m^d (1 + \varepsilon_m^o + \varepsilon_x^o) > \varepsilon_x^o \varepsilon_m^o (1 + \varepsilon_m^d + \varepsilon_x^d)$$

Cette condition reste difficilement vérifiable car si les élasticités des fonctions sont faibles et si les prix des exportations étaient exprimés en devises étrangères alors une hausse d'exportations entrainerait une dépréciation de la monnaie nationale et donc une dégradation du solde commercial et un flottement du taux de change. Krugman 1989 a démontré empiriquement qu'une forte volatilité du taux de change était due à une forte sensibilité des prix intérieurs par rapport aux exportations.

La principale critique adressée à ce modèle est que l'offre de monnaie n'a aucun rôle dans la détermination du taux de change. Ces modèles n'ont pas eu beaucoup de succès empiriquement parlant et se sont fait remplacés au début des années soixante-dix par une approche monétariste afin de déterminer les taux de change.

### II-4-1-3-La Théorie De La Parité Du Taux D'intérêt :

Conceptuée par Keynes dans son livre "A Tract on Monetary Reform" en 1923 dans sa forme couverte et par Fisher en 1930 dans sa forme non couverte, la théorie de la parité du taux d'intérêt met en avant la relation existante entre le marché de change et le marché monétaire.<sup>39</sup> Elle s'appuie sur les arbitrages de placements financiers, on lui distingue deux approches :

- **La Parité Du Taux D'intérêt Non Couverte<sup>40</sup> (PTINC).**

Cette approche reste une énigme pour la finance internationale. Sous l'hypothèse parfaite de substituabilité des actifs nationaux et étrangers et parfaite mobilité des capitaux, cette théorie prédit une égalité parfaite entre la variation anticipée du taux de change au cours d'une période et le différentiel du taux d'intérêt domestique et étranger.

Empiriquement parlant, les dérivations du taux de change et le différentiel du taux d'intérêt étrangers et domestiques, la PTINC s'exprime algébriquement comme suit :

$$\frac{E_t S_{t+1} - S_t}{S_t} = \frac{R_t}{R_t^*}$$

$E_t S_{t+1}$  : taux de change au comptant anticipé dans le future ;  $S_t$  : taux de change au comptant en période t ;  $R_t$  : taux d'intérêt nominal domestique ;  $R_t^*$  : taux d'intérêt nominal étranger.

Sous forme logarithmique, la relation s'exprime ainsi :

$$E_t S_{t+1} - S_t = i_t - i_t^* \quad (1)$$

Ou :  $S_t$  : logarithme de  $S_t$  a la période t ;  $E_t S_{t+1}$  : logarithme du taux de change anticipé pour t+1

$i_t$  ,  $i_t^*$  : logarithmes respectifs de  $R_t$  et  $R_{t+1}^*$  .

Sous l'hypothèse d'anticipations rationnelles, le taux de change au comptant dans le futur est égal au taux de change anticipé plus un terme d'erreur  $\varepsilon_{t+1}$  soit :

$$S_{t+1} = E_t S_{t+1} + i_t - i_t^* \quad (2)$$

Depuis (1) et (2) on obtient :  $S_{t+1} - S_t = (i_t - i_t^*) + \varepsilon_{t+1}$

<sup>39</sup> « Risque de change »j. peyrard, edition vuibert, 1986, P89

<sup>40</sup> Cette approche est dite non couverte car elle fait entrer une anticipation du taux de change futur, ce qui se traduit par un risque non couvert ; quand le taux de change future est couvert l'agent transmet le risque a la banque et n'en court aucun.

Afin de tester la validité de la parité non couverte du taux d'intérêt on doit tester l'hypothèse jointe  $\alpha=0$  et  $\beta=1$  pour le model suivant :

$$\Delta S_{t+1} = \alpha + \beta (i_t - i_t^*) + \varepsilon_{t+1}$$

$\Delta S_{t+1}$ : la différence entre le taux de change au comptant et future ;

$\alpha$  et  $\beta$  : paramètres à estimer.

Empiriquement, les tests menés sur cette approche ont eu des résultats mitigés, Thaler, Froot 1990<sup>41</sup> et Mccallum 1994<sup>42</sup> ont confirmé l'existence de dérivations par rapport à la PTINC. Chinn et Meredith 2004<sup>43</sup> confirment que ces dérivations n'existent qu'à court termes alors que pour Wright et Chaboud 2005<sup>44</sup>, la PTINC ne se vérifie même pas à court terme, ce n'est qu'à très court termes qu'elle prend tout son sens.

- **La Parité Du Taux D'intérêt Couverte<sup>45</sup> (PTIC):**

Le théorème de la parité des taux d'intérêts couverts avance que la différence entre les taux d'intérêts couverts de deux actifs identiques libellés dans deux devises différentes doit être égale à zéro, les écarts rentables par rapport à la parité représentent des opportunités d'arbitrage sans risque et indiquent donc l'inefficience du marché.<sup>46</sup>

De nombreuses études ont identifié la PTIC comme un élément clé pour la détermination du taux de change. Au-dessus de son utilisation comme un indicateur d'efficience du marché des changes, la PTIC est capable non seulement d'expliquer l'arbitrage des intérêts couverts, mais aussi préciser les conditions de la spéculation sur les marchés des changes.

Afin de comprendre son comportement, nous allons présenter un exemple<sup>47</sup>:

Supposant qu'un agent qui détient un montant  $X$  en monnaie locale pour une durée  $h$  a le choix de faire deux placements sans risque de change. L'un est d'acheter au comptant des actifs en

<sup>41</sup> "Anomalies: foreign exchange"; Kenneth Froot, Richard Thaler; *the journal of economic perspectives* vol 4; PP 179-192

<sup>42</sup> "A reconsideration of the uncovered interest parity relationship"; Bennett et Mccallum; *Journal of Monetary Economics* Vol 33, 1994, Pages 105-132

<sup>43</sup> "Monetary Policy and Long-Horizon Uncovered Interest Parity"; Menzie D. Chinn and Guy Meredith; *IMF Staff Papers* Vol. 51, No. 3; 2004;

<sup>44</sup> "Uncovered interest parity: it works, but not for long"; Alain P. Chaboud and Jonathan Wright; *Journal of International Economics*, 2005, vol. 66, issue 2, 349-362

<sup>45</sup> Cette approche est dite couverte car les agents se prémunissent contre les risques en utilisant le marché à terme.

<sup>46</sup> "Covered Interest Parity: A High-Frequency, High-Quality Data Study"; Mark P. Taylor; *Economica*, Vol. 54; 1987, pp. 429-438

<sup>47</sup> «Les théories explicatives du taux de change : de Cassel au début des années quatre-vingt ». Drunat Jérôme, Dufrenot Gilles, Mathieu Laurent; *Revue française d'économie*, vol 9, n°3, 1994. pp. 53-111;

monnaie locale pour le montant  $X$  et en  $t+h$  son capital vaudra  $X(1+i_t)$ , il peut aussi se servir du marché à terme de change en achetant au comptant des actifs en devises étrangères en quantité  $X/S_t$  et les revendre directement à terme ;  $Z_{t,t+h}$  étant le taux de change à terme fixé en date  $t$  pour la date  $t+h$ . Son capital en monnaie locale vaudra à l'exécution du contrat à terme :

$$X(1+i_t^*) \left( \frac{Z_{t,t+h}}{S_t} \right)$$

Admettons que les taux d'intérêts  $i_t$  et  $i_t^*$  sont égaux, la deuxième stratégie est rentable si et seulement si le taux de change à terme est supérieur au taux de change au comptant. Dans ce type d'opération l'agent ne court aucun risque de change car le taux de change au comptant et le taux de change à terme sont connus à l'instant  $t$ , le seul risque que prend l'agent est l'annulation du contrat à terme.

Si un placement à terme de devise étrangères est plus avantageux qu'acheter des actifs nationaux. Il est primordial pour tout agent d'emprunter un montant  $X$  en monnaie nationale pour acheter au comptant des devises étrangères et les revendre à termes. Le gain en  $t+h$  sera de :

$$X(1+i_t^*)^h (Z_{t,t+h}/S_t) - X(1+i_t^*)^h$$

- $X(1+i_t^*)^h (Z_{t,t+h}/S_t)$  : valeur du capital du contrat à terme ;
- $X(1+i_t^*)^h$  : coût de l'emprunt de  $X$  en monnaie nationale.

#### II-3-1-4-Le Modèle Monétariste :

Ce type de modélisation est apparu dans le début des années soixante-dix. Ce modèle fait de la monnaie (qui n'a aucun effet sur le marché réel) la base dans l'explication des déséquilibres rencontrés lors des échanges.

Ce modèle se base sur trois hypothèses :

- **H 01/** La PPA est vérifiée à tout moment, ce qui suppose une parfaite flexibilité des prix, nous pouvons écrire sous forme logarithmiques ce qui suit :

$$\text{Log } P_t = \text{Log } P_t^* + \text{Log } S_t \quad (1)$$

$P_t, P_t^*$  : Prix respectifs des biens domestiques et étrangers. ;  $S_t$  : taux de change nominal.

Dans ce cas, la PPA provient de la loi du prix unique et non de l'arbitrage des monnaies.

- **H 02/** L'hypothèse fondamentale du modèle monétariste est que l'offre de monnaie est déterminée par l'état, d'où la stabilité de la demande de monnaie, l'équilibre sur le marché peut être présenté comme suit :

$$\text{Log } M_t - \text{Log } P_t = \alpha \text{Log } Y_t - \beta \text{Log } i_t \quad \alpha, \beta > 0 \quad (2)$$

$M_t$  : Masse monétaire ;  $Y_t$  : revenu réel ;  $i_t$  : taux d'intérêt nominal domestique

Et pour le pays étranger :

$$\text{Log } M_t^* - \text{Log } P_t^* = \alpha \text{Log } Y_t^* - \beta \text{Log } i_t^* \quad \alpha, \beta > 0 \quad (3)$$

- **H 03/** La PTINC est vérifiée c'est-à-dire qu'il y'a une parfaite substituabilité et mobilité des agents et les déséquilibres constatés dans les balances des paiements sont financés par les mouvements de capitaux entre les deux pays, on peut alors écrire :

$$i_t = i_t^* + \hat{S}_{t+1}^a$$

$\hat{S}_{t+1}^a = S_{t+1}^a - S_t$  : le taux de dépréciation de change anticipé

On suppose que le taux de chômage des deux pays est à niveau naturel, donc il n'y'a aucune incidence sur le secteur réel à terme.

La résolution du système d'équation (1), (2) et (3) nous donne :

$$\text{Log } S_t = (\text{Log } M_t - \text{Log } M_t^*) - \alpha (\text{Log } Y_t - \text{Log } Y_t^*) + \beta (\text{Log } i_t - \text{Log } i_t^*) \quad (4)$$

On peut écrire :

$$\text{Log } S_t = (\text{Log } M_t - \text{Log } M_t^*) - \alpha (\text{Log } Y_t - \text{Log } Y_t^*) + \beta \hat{S}_{t+1}^a \quad (5)$$

On conclut que le modèle monétariste prévoit une dépréciation du taux de change en cas de hausse de la masse monétaire, d'une baisse de revenu national ou une hausse de taux d'intérêt.

Donc, ce model va à l'encontre du model basé sur l'approche des élasticités qui conclut une appréciation du taux de change lorsque le taux d'intérêt du pays augmente ou le revenu national baisse.

Frenkel en 1976 a été le premier à avoir vérifié la relation pour le taux (Mark/Dollar) à partir de données mensuelles entre 1920 et 1923 et en supposant que  $\alpha_1=1$  ;  $\alpha_2<0$  ;  $\alpha_3>0$  ; les résultats montrent qu'en période d'hyperinflation, les variables monétaires sont les principales déterminantes du taux de change, cependant très peu d'étude ont confirmé cette approche monétariste. Certains ont tenté de modifier le model afin d'avoir de meilleurs résultats mais il apparait que ce model ne se confirme qu'en cas d'hyperinflation.

#### **II-4-1-5-Le Model Mundell-Fleming:**

Développé en 1962 par Mundell<sup>48</sup> et Fleming<sup>49</sup>, ce modèle est une extension de la version keynésienne IS-LM appliquée à l'économie ouverte qui s'appuie sur l'approche classique de la balance des paiements.

<sup>48</sup> "The Appropriate Use of Monetary and Fiscal Policy for Internal and External Stability"; Robert A. Mundell  
IMF staff Papers, Volume 9; 1962, PP 70–79.

<sup>49</sup> « Dynamic financial policies under fixed and floating exchanges rates » ; J.M.Fleming ; IMF staff paper; volum 9.PP369-380.

Ce modèle présente l'avantage d'associer dans une même étude l'effet des variations de la demande intérieure des biens, d'actifs financiers et de monnaie avec les variations occasionnés par les échanges extérieurs. Et son objectif est double, celui de l'équilibre domestique sur le marché monétaire et le marché des biens et l'équilibre externe présenté par la balance des paiements.

Le modèle Mundell-Fleming repose sur les hypothèses suivantes :

- Le modèle suppose que l'économie soit ouverte, en position de sous-emploi et une fixité des taux des salaires.
- Les prix des importations dépendent des cours de changes tandis que ceux des exportations restent constants.
- La substituabilité imparfaite entre les biens domestiques et étrangers, et la substituabilité parfaite entre les actifs financiers (aucun comportement de spéculations ou d'anticipations des cours futurs car les actifs sont parfaitement substituables).
- L'ajustement se fait par les quantités et non par les prix.
- L'économie est suffisamment petite pour prendre les variables étrangères comme données.

Ce modèle est une synthèse du modèle économique et du marché des biens et services de type keynésien IS-LM et peut être établi en deux conditions d'équilibre : le marché monétaire et le marché des biens et services.

Ce dernier est très proche du modèle IS-LM sauf que celui-ci on lui a ajouté les exportations nettes ce qui nous donne :

$$Y + Z(Y^+, S^-) = C(Y^+) + I(i) + G + X(S^-)$$

Où : **Y** : PIB ; **C** : la consommation ( $y-t$ ) ; **I** : investissement ; **G** : dépenses publiques ;

**X** : les exportations en volume ; **Z**( $Y^+, S^-$ ) : les importation en volume

**La figure n°1** : la relation IS, lieu géométrique présentant l'équilibre des marchés des biens et services a taux de change donné. On constate que toute diminution de S ou augmentation de G aura un impact sur le déplacement de IS vers la droite (de IS a IS').

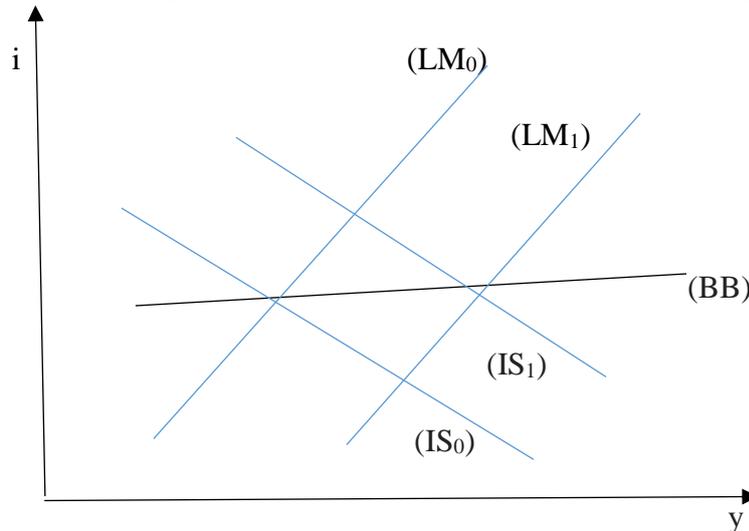
Et concernant le marché monétaire, **M** : représente l'offre de monnaie qui est déterminée par l'état ; **L** : la demande de monnaie déterminée par les citoyens. Cette dernière est fonction

croissante du revenu mais décroissante du taux d'intérêt. L'équilibre est donné par la fonction suivante (l'équation de la courbe LM)

$$M = L(Y^+, i^+)$$

La figure N°02 nous montre qu'en cas de politique expansionniste la courbe LM se déplace vers la droite.

**Figure N°02 : Courbe d'équilibre IS-LM en régime de change fixe.**



L'équilibre extérieur en cas de change flexible :

En cas de change flexible, la balance des paiements est en équilibre quand le flux des capitaux finance les déficits engendrés par les échanges commerciaux. Le solde courant représente le flux des transactions sur bien et service avec l'extérieur, ce dernier dépend de Y car la croissance du PIB induit à une hausse des importations. En revanche il varie inversement au taux de change. Le flux d'entrée des capitaux est représenté comme suit :

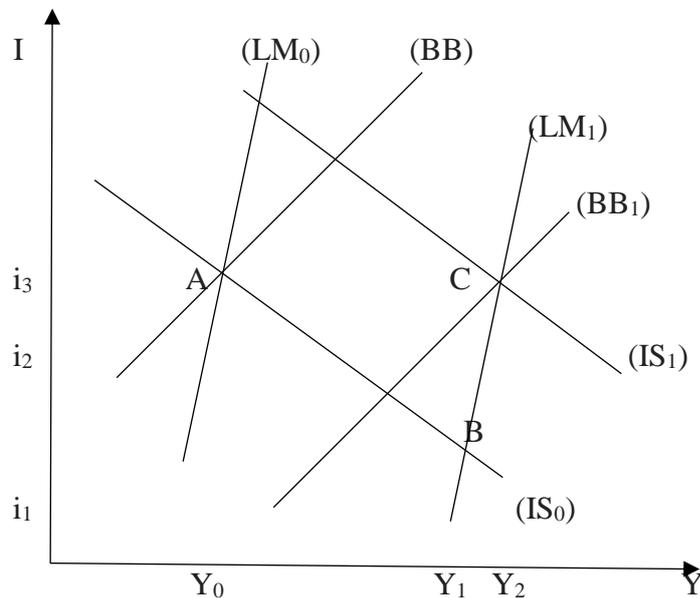
$$B(Y^-, S^+) + K(i^+) = 0$$

La droite BP représentée sur la Figure N°02 est le lieu des points d'équilibres de la balance des paiements. L'équilibre sur les trois marchés est déterminé par l'intersection des trois courbes (IS), (LM) et (BP).

La Figure N°03 montre l'effet d'une expansion monétaire ; on constate le déplacement de  $LM_0$  vers  $LM_1$  et l'économie de A vers B le taux d'intérêt baisse de  $(i_0)$  à  $(i_1)$  chose qui va freiner l'entrée des capitaux. La relance économique va provoquer un déficit au sein de la balance des paiements et va faire déprécier les taux de changes. Le gain de compétitivité qui en résulte va

ramener l'équilibre à la balance commerciale et améliorer l'activité (déplacement de IS vers la droite), d'où une hausse du taux d'intérêt. Donc l'équilibre des trois marchés se trouve en C.

**Figure N°03 : L'Effet d'expansion monétaire.**



Ce modèle a été très peu utilisé comme moyen de détermination de taux de change, d'ailleurs Frenkel et Froot<sup>50</sup> l'ont appliqué à la situation des USA entre 1980 et 1985, et la hausse du Dollar a été expliquée comme résultat d'un enchaînement : déficit budgétaire → hausse du taux d'intérêt → déficit commercial, etc.

#### II-4-1-6-Les Modèles De Portefeuilles :

Le point commun entre tous les modèles présentés plus haut est qu'après un choc monétaire, le réajustement des encaisses se fait par les agents sur les marchés d'actifs financiers. Ces derniers diffèrent selon leurs origines nationales ou étrangères des titres échangés.

On distingue ainsi deux modèles de choix de portefeuilles :

- Le premier, développé par Tobin en 1969<sup>51</sup> et repris par Branson, Halttunen et Masson en 1977<sup>52</sup>, Ce modèle élimine la devise étrangère dans la composition du portefeuille des agents et les actifs sont imparfaitement substituables.

<sup>50</sup> "Understanding the US Dollar in the eighties: the expectations of charists and fundamentalists." ; Frenkel & Froot ; special issue economic record ; 1986 ; pp24-38.

<sup>51</sup> "A General Equilibrium Approach To Monetary Theory. " ; James Tobin ; Journal of Money, Credit and Banking, ; 1969 ; pp. 15-29

<sup>52</sup> "Exchange rates in the short run: The dollar-dentschemark rate." ; Branson, Halttunen and Masson; European Economic Review, 1977, pp 303-324

- Le second, développé en 1981 par Girton et Roper<sup>53</sup>, ce modèle défend la parfaite substituabilité des actifs et la composition du portefeuille comprend la devise nationale et étrangère.

- **Le Modèle D'Ajustement De Portefeuille :**

Ce modèle montre l'ampleur de l'impact des politiques économiques sur les variations des taux de changes (appréciation ou dépréciation) et il repose sur les hypothèses suivantes :

- Le portefeuille des agents est constitué de titres nationaux<sup>54</sup>, monnaie nationale et titres étrangers et la demande des titres et de la monnaie dépend du taux d'intérêt nominal national et étranger.

De façon explicite l'équilibre sur le marché monétaire et d'actifs est présenté comme suit :

$$\frac{M}{W} = m^d(i, i^*) \quad (1)$$

$$\frac{B}{W} = b^d(i, i^*) \quad (2)$$

$$\frac{SF}{W} = f^d(i, i^*) \quad (3)$$

**M** : encaisses totaux ; **B** : avoirs en monnaie nationale ; **F** : avoirs en devises étrangères ;

**S** : taux de change ; **m<sub>a</sub>** : la demande de monnaie ; **b<sub>a</sub>** : demande des titres nationaux ;

**f<sub>a</sub>** : demande des titres étrangers ; **i** : taux d'intérêt nominal domestique ;

**i\*** : taux d'intérêt nominal étranger ; **w** : la richesse du pays (M+B+F).

- Cette hypothèse décrit les variables d'ajustement qui garantissent l'équilibre sur les trois marchés lorsqu'une composante de la richesse est modifiée de façon exogène (modification de M, B ou F). Dans le système précédent les taux de changes et les taux intérêts représentent des variables endogènes. Les variations des variables restantes sont dues soit à une politique d'open market (variation de la masse monétaire), soit à un financement de déficit budgétaire (variation de B) ou à une intervention de la part de la banque centrale sur le marché des titres étrangers (variation de SF), la traduction empirique de ces variations est représentée dans le système suivant :

$$\bullet \quad \frac{\partial m^d}{\partial t} < 0 \quad ; \quad \frac{\partial m^d}{\partial t^*} < 0$$

<sup>53</sup> "A Monetary Model of Exchange Market Pressure Applied to the Postwar Canadian Experience."; Girton and Roper ; The American Economic Review ; 1977; pp. 537-548.

<sup>54</sup> Ces titres sont détenus qu'en cas de surplus de la balance courante

- $\frac{\partial b^d}{\partial t} < 0$  ;  $\frac{\partial b^d}{\partial t'} < 0$
- $\frac{\partial f^d}{\partial t} < 0$  ;  $\frac{\partial f^d}{\partial t'} < 0$

Quelques chocs pourraient être envisagés, on avance que :

-En cas de politique expansionniste cela se traduirait par une baisse du taux d'intérêt et une hausse du taux de change ;

-Une politique budgétaire financée par des emprunts obligataires aura pour conséquence une hausse des taux d'intérêt ainsi qu'une augmentation des demandes sur les titres nationaux ;

-L'accroissement des titres étrangers par l'état suite à un surplus dans la balance des paiements permet au taux d'intérêt de se stabiliser et au taux de change de s'apprécier.

- **Le Model Avec Substitution Entre Monnaies :**

Ce modèle est basé sur les hypothèses suivantes :

- Les portefeuilles se composent de monnaies nationales et étrangères.
- Il y'a une parfaite substituabilité entre les titres nationaux et étrangers.
- Il n'y'a plus d'anticipations statiques à cause de la non stabilité du taux de change, les anticipations seront rationnelles ou adaptatives.

L'analyse empirique de ce modèle se fait par les étapes suivantes :

**Premièrement**, on admet l'existence de fonctions de demandes de monnaies de la forme suivante :

$$M_i - P_i = m^d [Y, (r_i - r), (r_i - r_j), \theta] \quad i, j=1, \dots, n$$

$M_i$  : quantité de monnaie du pays  $i$  ;  $P_i$  : indice de prix des biens du pays  $i$  ;  $Y$  : production mondiale ;  $r_i$  : taux de rendement réel anticipé des actifs non monétaires ;  $r$  : taux de rendement des actifs non monétaires ;  $(r_i - r_j)$  : différentiel de rendement entre monnaies ;  $\theta$  : le vecteur contenant un coefficient de substituabilité entre les monnaies.

Cette relation décrit un système qui comprend autant d'équations que de pays dont la monnaie est demandée, cependant ce système ne montre aucune trace du taux de change, d'où la nécessité de rajouter d'autres hypothèses :

**Deuxièmement**, on teste la théorie de la PPA sous sa forme empirique ci-dessous :

$$\text{Log } S_{ij} = \text{Log } P_i + \text{Log } P_j$$

**Troisièmement**, si la PPA est vérifiée alors les variations anticipés des taux de changes reflèteront les écarts entre les taux d'inflations anticipés. Dans ce cas le différentiel entre le taux de rendement réel anticipé entre deux monnaies est égal à la différence entre le taux d'intérêt nominal et les variations du taux de change anticipées.

## II-4-2-Les Approches Dynamiques :

### II-4-2-1-Le Model De Dornbush :

Ce modèle a été développé suite aux dérivations de la PPA par Dornbush en 1976<sup>55</sup>. Le fondement de son hypothèse était basé sur l'ajustement des prix, ce dernier suppose que les prix s'ajustent lentement au sein du marché des biens et services et restent en équilibre dans le marché des actifs financiers. Donc, l'implication principale de cette hypothèse est d'établir l'équilibre entre l'offre et la demande dans le marché monétaire et pour y arriver il faut que les taux de changes s'ajustent progressivement tout en compensant par leurs variations la rigidité des prix. De ce fait, on peut conclure que l'objectif de ce modèle est de décrire les caractéristiques de l'équilibre stationnaire de longue durée et les processus d'ajustements qui y conduisent.

Ce modèle s'attelle sur l'équilibre du marché monétaire et la PTINC, cependant il change dans sa façon de déterminer les prix et d'anticiper les taux de changes.

Dans le cadre d'un petit pays, ce modèle se compose de cinq équations :

**La première** représente l'équation d'équilibre sur le marché monétaire :

$$m - p = \alpha y + \beta i \quad \alpha, \beta > 0 \quad (1)$$

**m** : logarithme de l'offre de la monnaie ; **p** : logarithme des niveaux des prix. ; **y** : logarithme du revenu réel exogène. ; **i** : taux d'intérêt nominal.

**Le deuxième** représente la PTINC (une parfaite substituabilité des capitaux) :

$$i - i^* = \dot{S}^a \quad \text{avec} \quad \dot{S}^a = s^a - s \quad (2)$$

**i\*** : Taux d'intérêt étranger ; **S<sup>a</sup>** : taux de variation de change anticipé.

**La troisième** représente l'équilibre sur les marchés des biens locaux (les prix s'ajustent lentement afin d'équilibrer l'offre et la demande).

<sup>55</sup> "Expectations and Exchange Rate Dynamics." ; Rudiger Dornbusch ; Journal of Political Economy Vol. 84 ; 1976 ; pp. 1161-1176.

$$d = \varphi Y + \delta (S + P^* - P) - \sigma \left( i - \frac{dP}{dt} \right) + d_0 \quad (3)$$

$(S + P^* - P)$  : TCR ;  $d$  : la demande de biens domestique. ;  $d_0$  : la demande autonome.

**La quatrième** représente l'évolution des prix ( $y$ ) qui est fonction du différentiel entre la demande des biens locaux et l'offre des biens.

$$\frac{dP}{dt} = \zeta (d - y) \quad (4)$$

**La cinquième** concerne les anticipations de change faites par les agents.

$$\dot{S}^a = \theta (\check{s} - s) \quad 0 < \theta < 1 \quad (5)$$

$\check{s}$  : le taux de change d'équilibre à terme. ;

Selon  $\theta$  on aura plusieurs anticipations : Si  $\theta = 1$  : anticipations rationnelles. ; Si  $\theta > 1$  : anticipations adaptatives. Toutefois Dornbush utilise les anticipations régressives qui supposent que les agents connaissent le taux de change d'équilibre à terme et que le taux de change anticipé tend vers le taux de change à terme.

Supposant qu'à long terme on a une fixité des prix et des taux de changes alors :

$$\frac{dP}{dt} = 0 \quad \Rightarrow \quad \zeta (d - y) = 0 \quad \Rightarrow \quad d = y \quad \text{si } \zeta \neq \infty$$

$$\dot{S}^a = 0 \quad \Rightarrow \quad s^a = s \quad \Rightarrow \quad i = i^*$$

$$(1) \Leftrightarrow p = m - \alpha y + \beta i = m - \alpha y + \beta i^*$$

$$(3) \Leftrightarrow d = \varphi Y + \delta S + \delta P^* - \delta P - \sigma i + d_0$$

On aura alors :

$$Y(1 - \varphi - \alpha \delta) = \delta S + \delta P^* - \delta m - i(\beta \delta + \sigma) + d_0$$

$\zeta \neq \infty$ , le taux de change d'équilibre à terme ne s'atteint pas de manière instantanée donc :

$$\check{s} = m - p + \frac{1}{\delta}((1 - y - \varphi \delta) y + i(\beta \delta + \sigma) + d_0)$$

Ce modèle a été utilisé afin d'étudier une augmentation de la masse monétaire, l'offre de demande étant fixe et le taux de change à terme d'équilibre étant égal à l'offre de monnaie, nous aurons l'équation suivante :

$$i = \dot{S} = \theta (\check{s} - s) = -\theta (s - m)$$

La dynamique des prix s'écrit :

$$\frac{dP}{dt} = \zeta (d - y) = \frac{dP}{dt} = \zeta d$$

D'après la troisième équation :

$$d = \varphi Y + \delta (S + P^* - P) - \sigma \left( i - \frac{dP}{dt} \right) + d_0$$

$$d = d (s - p) - s (i - \zeta d)$$

$$d = \frac{\sigma(s - p) - \sigma\theta(s - m)}{1 - \sigma\zeta} \quad (6)$$

L'équilibre sur le marché monétaire devient :

$$(m - p) = \alpha y - \beta i \quad \Rightarrow \quad m - p = -\beta i$$

D'où

$$(p - m) = -\beta \theta (s - m) \quad \text{soit} \quad \frac{dP}{dt} = \beta \theta \frac{ds}{dt} \quad (7)$$

En introduisant (7) à (6) on obtient :

$$\frac{ds}{dt} = \frac{\xi}{\beta \theta} \left( \frac{\sigma\theta + \delta(1 + \beta\theta)}{1 - \sigma\theta} \right) (s - m) \quad (8)$$

(8) représente la dynamique d'ajustement des prix du modèle de Dornbush.

Ce modèle a été étudié par plusieurs chercheurs, notamment par Feroldi et Sterdyniak en 1984 qui ont rejeté l'hypothèse selon laquelle il y'a un réajustement rapide de la production à la compétitivité en expliquant qu'après un choc monétaire, l'effet sur les marchés de changes est instantané tandis que l'effet des gains de compétitivité sur la production ne se fait qu'après un retard.

#### II-4-2-2-L'Approche Des Bulles Spéculatives :

Cette théorie remet en cause l'hypothèse de DORNBUSH concernant l'équilibre sur le marché des actifs financiers.

Ces théories expliquent que les fluctuations du taux de change sont dues aux anticipations des agents. Ce concept a été développé par Hecksher en 1931 et Keynes en 1936, pour ce dernier la bulle est une résultante du comportement des agents qui interviennent sur les marchés financiers. Leurs choix d'investissement dépendent des rendements anticipés dans le future, donc l'optimisme ou le pessimisme des prévisions dépend de l'affection qu'a l'agent envers

l'évènement future ; s'il n'y'a pas de modèle de prédiction, il est fort probable que les anticipations soient fausses. Et concernant l'Esperance, l'erreur des prévisions n'est conclue que plus tard. Il faut donc un critère de décision conventionnel.

D'après l'approche keynésienne, la valeur d'un titre dépend de la préférence de l'ensemble des opérateurs. Un agent rationnel est celui qui peut se procurer le titre désiré par la majorité. Dans ce cas la manipulation du marché est possible. En effet, l'achat massif d'un titre quelconque par un ou plusieurs agents peut faire monter son prix sans pour autant qu'il ne soit apprécié par un grand nombre d'individus. Cette opération durera tant que l'actif est demandé, c'est l'effet boule de neige.

Samuelson en 1967<sup>56</sup> a développé le concept des anticipations auto-validantes, l'idée est que les anticipations des agents peuvent se réaliser si ces derniers adoptent un comportement adéquat (c'est-à-dire s'ils prévoient la hausse du prix d'un actif dans le futur, ils l'achètent aujourd'hui a un prix réduit par rapport à demain.)

Ce concept a été repris par plusieurs, notamment Blanchard et Watson en 1984<sup>57</sup> qui ont montré que même en cas d'anticipations rationnelles des bulles peuvent se former.

Le fait que le prix d'un actif s'écarte de sa valeur fondamentale a pris plusieurs noms tels que feu follet, taches solaires, .... Et qui veulent tous dire bulles ; il existe deux types de bulles, on notera : bulles déterministes et bulles stochastiques.

- **Bulle Déterministe Et Bulle Stochastique.**

Une bulle est dite déterministe lorsque le prix d'un actif financier s'éloigne de sa valeur fondamentale un certain temps.

Supposons que le taux de change soit fonction des anticipations des agents et d'un vecteur  $x_t$  de variable exogènes, c'est-à-dire :

$$S_t = X_t E_t [S_{t+1}]^\lambda \quad (1)$$

$S_t$ : taux de change a la période t. ;  $E_t [S_{t+1}]^\lambda$ : anticipations faites pour t+1. ;  $\lambda$ : vecteur d'actualisation  $0 < \lambda < 1$ , il mesure l'influence du taux de change future sur le taux de change actuel.

<sup>56</sup> "Efficient Portfolio Selection for Pareto-Lévy Investments." ; Samuelson, P. Journal of Financial and Quantitative Analysis; 2 ; 1967 , 107-122.

<sup>57</sup>« Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers. » ; Olivier J. Blanchard and Mark W. Watson Annales de l'inséé ; 1984 ; pp. 79-100.

En introduisant le logarithme à la fonction (1) on obtient :

$$S_t = X_t + \lambda E_t [S_{t+1}] \quad 0 < \lambda < 1 \quad (2)$$

On suppose la mémoire parfait des agents, donc :

$$E (E_t (X / I_{t+r}) / I_t) = E_t (X / I_t)$$

Les anticipations des agents résultent des informations disponibles ( $I_t$ ) à la période  $t$  et de l'excellente mémoire des agents ( $I_t \subseteq I_{t+r}$ ), ces dernières doivent vérifier l'équation suivante :

$$E_t [S_{t+r} / I_t] = E_t [x_{t+r} / I_t] + \lambda E_t [S_{t+r+1} / I_t]$$

La solution générale de l'équation (2) est la suivante :

$$S_t = \sum_{k=0}^{\infty} \lambda^k E_t [S_{t+k}] + b_t$$

$b_t$  étant un processus arbitraire dont la forme générale est la suivante :

$$S_t = F_t + b_t$$

Le taux de change est alors égal à la valeur fondamentale  $F_t$  plus  $b_t$  si elle vérifie ce qui suit :

$$E [b_{t+1} / I_t] = \lambda^{-1} b_t \quad b_t > 0 \quad ; \quad 0 < \lambda < 1$$

Cette équation admet deux solutions :

Le première :  $b_t = \lambda^{-1}$

La deuxième :  $b_{t-1} - \lambda^{-1} b_t = V_{t+1}$

$V_{t+1}$  : informations nouvelles à l' instant  $t$  qui est égal à :

$$V_t = -\lambda^{-1} b_{t-1} (1 - \pi^{-1}) + \mu_t \quad \text{avec probabilité} \quad \mu_t : \text{est un bruit blanc} \quad (3)$$

$$V_t = -\lambda^{-1} b_{t-1} + \mu_t \quad \text{sans probabilité} \quad \mu_t : \text{est un bruit blanc} \quad (3)$$

Il existe alors des bulles rationnelles déterministes et stochastiques, les bulles déterministes se reconnaissent par une divergence des prix par rapport aux prix des fondamentaux et les stochastiques (aléatoires) génèrent des écarts aléatoires par rapport aux divergences de prix.

Une bulle déterministe a la possibilité de croître indéfiniment dans un schéma explosif, ce concept vient mettre en relief l'idée que les comportements spéculatifs déstabilisateurs ne sont pas vraiment irrationnels. Dans ce cas les anticipations sont considérées comme auto-

validantes. Cependant, le problème dans ce type de bulles est de savoir quand cette dernière va éclater. Le développement d'une bulle déterministe s'explique par les anticipations des agents qui vont toujours dans le même sens donc ils prévoient une infinité de prix à long terme.

Les bulles stochastiques sont représentées par les conditions en équation (3), qui résolvent la hausse infinie du taux de change. Dans ce cas les agents ont une confiance limitée en l'hypothèse d'appréciation des devises quand les déterminants fondamentaux prévoient une dépréciation. Cette approche permet une modélisation de la situation où les anticipations sont faites rationnellement. Ainsi, selon Blanchard et Watson en 1984 lorsque les divergences avec les fondamentaux persistent il y'a un grand risque pour que les bulles éclatent.

Le concept de bulles rationnelles a été étudié par plusieurs, on cite :

Meese en 1986<sup>58</sup> en testant l'existence de bulles aléatoires au sein du marché de change, l'auteur a utilisé un modèle monétariste avec des prix flexibles et des anticipations rationnelles. Ce dernier reconnaît la présence de bulles entre Octobre 1973 et Novembre 1982 pour DM/Dollar. Woo en 1987<sup>59</sup> teste un modèle de portefeuille avec bulles rationnelles aléatoires, les taux d'intérêts et les anticipations des agents résultent d'un modèle VAR, le teste est employé pour DM/Dollar, FF/Dollar et YEN/Dollar entre Avril 1973 et Avril 1980. Les résultats lui permettent de prouver l'existence de deux bulles en cette période.

---

<sup>58</sup> "Testing for Bubbles in Exchange Markets: A Case of Sparkling Rates?" ; Richard Meese ;Journal of Political Economy, 1986, 345-73

<sup>59</sup>"Some Evidence of Speculative Bubbles in the Foreign Exchange Markets", Woo W. T. Journal of Money, Credit, and Banking ; 1987 ; pp 499-514.

## **Section III : Le Pétrole Dans Toute Sa Splendeur**

### **III-1-L'Histoire Tumultueuse Du Pétrole :**

L'histoire du pétrole est très ancienne, depuis la nuit des temps légendé et récits racontent comment la vie des peuples a été marquée par cette substance.

Des sources indiquent que des puits étaient creusés avec des tiges en bambou en Chine dès le IV<sup>ème</sup> siècle, Shen Kuo un grand scientifique utilise le terme sheu too afin de désigner le pétrole. Ce dernier est employé pendant deux millénaires que pour réparer les navires.

Tout change au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle quand les scientifiques s'intéressent à la distillation du pétrole brut. Le premier à en avoir fait l'expérience est Benjamin Sulliman en 1854 et depuis l'ère du pétrole roi est né.

En 1859 le monde va voir sa première extraction du pétrole par la méthode du forage à Titusville en Pennsylvanie par Edwin Drake. Ce forage a entraîné une ruée vers cette substance qu'est le pétrole.

Avec le développement des activités pétrolières, John Rockefeller un riche homme d'affaire américain voit en cette substance l'industrie du futur. Ce dernier investit dans quelques puits et crée sa propre raffinerie à Cleveland.

En 1870, la Standard Oil Company voit le jour et devient la clef voute de l'empire Rockefeller. Elle triomphera avec un chiffre d'affaire de plus de 1000milliard \$. C'est l'entité la plus admirée, crainte et riche du monde.

A cette époque le reste du monde se développe scientifiquement, industriellement et économiquement parlant et l'Europe ne pouvait rester indifférente à cet essor et le premier pays à avoir ramené le pétrole en Europe était les Pays Bas.

En 1907, la Shell Detering une alliance de trois entreprises (Royal Dutch Detering, la Shell de Samuel et La Branche Parisienne de Rotchild.) chevronnées et très compétentes a été créée pour lutter contre le monopole de la Standard Oil Company.

Le troisième pôle à avoir rejoint la scène est le Caucase par la famille suédoise Nobel qui a investi à Bakou dans le développement d'une petite raffinerie qui deviendra par la suite un centre important dans l'industrie du pétrole. Les Nobel transporteront le pétrole de Bakou vers St Petersburg, Moscou puis vers l'Europe et ce jusqu'à 1917 où la révolution bolchevique bloque le marché.

Le pétrole va révolutionner le XX<sup>ème</sup> siècle. Avec le choc de la première guerre mondiale, les pays en ont de plus en plus besoin pour se déplacer (chars, avions, automobiles).

Georges Clemenceau déclare même que : « dans les batailles, l'essence sera aussi nécessaire que le sang. ». Le pétrole devient alors un outil de politique internationale.

Après le choc de la première guerre mondiale débute la période des états. Le triomphe a été donné à la diplomatie britannique qui avait fondé son action sur la sécurisation militaire et politique des routes de l'Inde puis avait pris le contrôle sur le Moyen-Orient (Égypte, Bahreïn, Koweït) qui étaient une préoccupation pour elle. Les britanniques s'implantent au Moyen-Orient et créent la Anglo Persian Oil Company.

Afin de défendre les intérêts britanniques, Sarkis Gulbenkian un riche ottoman apparaît comme le principal créateur de la Turkish Petroleum Company pour exploiter le pétrole irakien. Les anglais vont convaincre les allemands qui exploitent en même temps les sous-sols de Bagdad d'investir dans la TPC et réalisent ainsi un coup de maître, Ces derniers dominant le pétrole du Moyen-Orient jusqu'à la première guerre mondiale.

Le déclenchement de la première guerre mondiale changera la politique en place au Moyen-Orient. Les arabes veulent libérer leur péninsule de l'occupation ottomane, récupèrent Akaba en 1917 et évacuent les turcs de la Palestine. Les britanniques quant à eux cherchaient à bénéficier de leur soutien et conclurent avec eux un second accord afin de déterminer le sort de l'empire ottoman après la guerre.

La France quant à elle s'allie avec les britanniques. Cette alliance aboutira aux accords de « Sykes-Picot » qui permettront la démolition de l'empire ottoman. Deux mandats seront donnés : le premier à la France et le second à la Grande Bretagne, situation qui va durer jusqu'à l'avènement de la deuxième guerre mondiale.

Après la première guerre mondiale la carte politique du Moyen-Orient a été totalement bouleversée par la reprise des affaires pétrolières. Les français créent La Compagnie Française Du Pétrole (CFP) en 1924, le royaume de l'Arabie saoudite a été créé en 1932 par Abdelaziz Ben Abderrahmane Al Saoud qui a chassé Cherif Hussein l'allié des anglais durant la révolte. Les anglais quant à eux négocièrent un nouveau contrat concernant le droit d'extraction, de raffinage et de vente du pétrole irakien pour une durée de soixante-quinze ans en 1925. Ces derniers étaient contraints d'introduire les français et les américains au sein de la TCE, bien qu'ils avaient gardé le monopole du contrôle de l'entreprise sus citée.

Les américains contestant les dispositions des statuts avaient demandé le partage équitable au sein de la TCE en 1928, ces derniers ayant abouti à la signature de l'accord dit « la ligne rouge » qui a permis par la suite leur entrée en force au Moyen-Orient.

Après la guerre la demande du pétrole crût de façon importante et l'industrie pétrolière devait y faire face ; les dirigeants de la Shell, La Standard Oil et L'Anglo-Persian Oil et quatre

autres compagnies élaborèrent un accord dit « des sept sœurs », ce dernier dominera la production et le marché du pétrole mondial pendant près d'un demi-siècle.

En Perse, les anglais voulaient garder leur position au niveau de l'APOC, mais les dirigeants perses étaient tout à fait contre et voulaient se libérer de leur tutelle ; en Arabie saoudite, l'édifice britannique était mis à bas par Jack Philby le conseiller britannique d'Al Saoud qui a permis l'introduction et l'installation exclusives des Américains en Arabie dès 1933 au moment où les arabes ne produisaient que 6% du pétrole mondial.

Avec l'avènement de la deuxième guerre mondiale l'ère des Etats s'étant achevée, la demande pétrolière s'est développée de manière exponentielle situation qui a totalement bouleversé l'économie pétrolière des pays belligérants en matière de gestion, possession et transport de l'or noir.

En 1945 après la guerre, les Etats Unis sont devenus le modèle du développement économique mondial et se sont affirmés comme puissance dominante, l'Europe quant à elle devait se reconstruire grâce au plan Marshall qui a engendré une très forte demande de cette substance excédant largement l'offre.

Le Moyen Orient va prendre sa part du pétrole par les profits qui s'y dégagent et ses pays vont même demander des augmentations des royalties versées. L'Arabie a conclu un accord 50/50 sur les revenus d'exploitation de son pétrole.

L'Iran étant le principal et le plus ancien producteur du pétrole au Moyen Orient ne voulait plus continuer à être exploité par les britanniques entre en confrontation directe avec l'AIO et demande un partage des équitable des revenus (50/50). Les anglais ayant refusé ce deal. Mossadegh le premier ministre du chah a procédé à la nationalisation de L'Anglo-Iranian Oil, situation qui a été rejetée par les britanniques bien que la nationalisation sera maintenue et les bénéfices partagés entre l'Iran et un consortium international a 50/50.

A cette époque les prix mondiaux du pétrole brut étaient relativement bas et les pays qui disposaient les plus grandes réserves (Venezuela, Arabie, Irak, Koweït) avaient créé L'organisation Des Pays Producteurs De Pétrole (OPEP) pour défendre leurs intérêts.

En 1973, on assiste à un retournement de situation en faveur des pays producteurs. Ces derniers ont le soutien politique de l'Union Soviétiques et possèdent à présent des compagnies pétrolières. A ce moment la moitié du pétrole mondial est produite au Moyen Orient. La pression étant à son comble chez les occidentaux, elle s'exercera avec la création de l'OPAEP (Organisation Des Pays Arabes Exportateurs Du Pétrole) qui a l'exception de l'Iran décrète un embargo contre les Pays Bas et procède à la baisse de la production situation qui a entraîné la hausse des prix du pétrole. Le Monde Vient De Connaitre Sa Première Crise Pétrolière.

Les années soixante-dix représentent l'Age d'or des Pays producteurs de pétrole. L'Egypte, la Syrie et l'Irak se retrouvent depuis leurs indépendances à la tête du monde Arabe, ces derniers veulent améliorer leurs situations économiques et se moderniser contrairement aux Emirats du Golfe et l'Arabie Saoudite qui veulent exploiter leurs rentes sur le long terme en réinvestissant majoritairement aux USA.

Après ce premier choc, les Occidentaux réagissent et construisent des supertankers permettant la transmission du pétrole du Moyen Orient par le Cap et créent de nouvelles sources énergétiques tel que le nucléaire. Mais cette riposte est stoppée en 1979 par la révolution Iranienne. En effet, quand le régime chiite a pris le pouvoir les relations avec les USA se sont détériorées et ont entraîné une baisse de la production mondiale. Le Monde Vit Alors Son Deuxième Choc Pétrolier.

Au Moyen Orient, la révolution Iranienne fait installer une théocratie chiite en Iran qui devient un danger pour ses voisins sunnites (Emirats du golfe et Arabie saoudite) et particulièrement l'Irak où la majorité de sa population est chiite et la totalité de son pouvoir sunnite en commençant par le président Saddam Hussein. Des conflits voient le jour entre ces deux pays producteurs.

Le régime Irakien qui a le soutien des Emirats du Golfe et l'Arabie Saoudite attaque l'Iran en 1980. Le conflit durera huit ans et prolongera le second choc pétrolier de 1979. Mais l'augmentation de la production des Emirats du Golfe et l'Arabie Saoudite, la récession dans les pays industrialisés et les mesures de l'économie du pétrole mettront fin à la crise. C'est le contre choc pétrolier.

Ce contre choc crée un conflit entre le duo (Koweït, Arabie Saoudite) qui s'est enrichi durant la guerre et l'Irak qui a contracté des dettes astronomiques auprès d'eux. Le président Saddam Hussein demande un effacement de la dette auprès du Koweït en le considérant partie intégrante de l'Irak.

Comptant sur la neutralité américaine le président Saddam envahit le Koweït en 1990. Les Al Saoud se sentant trop près du danger font appel aux USA dont les forces armées vont occuper la péninsule. En 1991 la coalition anti-Irakienne en Arabie Saoudite engage l'opération « tempête du désert ». Cette guerre du golfe aura marquée des temps nouveaux, ceux des incertitudes.

### **III-2-Le Pétrole : Ses Origines, Ses Grades Et Ses Substituts :**

#### **III-2-1-Les Origines Du Pétrole :**

Le pétrole est sans doute la ressource naturelle la plus importante du monde. Il est présent dans le monde entier et dans de nombreux secteurs tel que : le transport, la chaleur, l'électricité et les matières premières.

Selon la théorie des combustibles fossiles, le pétrole (ainsi que les autres hydrocarbures) s'est formé au cours de centaines de millions d'années à partir de matières organiques se trouvant entre les couches sédimentaires de la croûte terrestre sous des pressions et températures très élevées. Plus précisément le pétrole brut s'est formé à partir de plancton des algues dans les anciens fonds marins (encyclopédie britannique 2008).

Son processus de formation mène à l'un des points les plus importants de l'analyse économique du pétrole : son épuisabilité. En effet, la race humaine le consomme des millions de fois plus vite qu'il ne se crée naturellement le rendant ainsi une énergie non renouvelable.

Il existe également une autre théorie concernant la formation du pétrole est l'hypothèse du pétrole biogène. Cette dernière indique que le pétrole brut se forme dans des gisements profonds de Carbone, ces derniers peuvent être aussi profonds que la terre elle-même. Cette théorie prétend que les formes biologiques ne sont pas la source du pétrole à cause de l'excès d'huile existant au sol et comme preuve elle présente l'existence du méthane de gaz naturel au sein de la planète saturne ou il ne pouvait être formé par des processus biologiques.<sup>60</sup>

Même si cette théorie n'est acceptée que par quelques-uns elle mérite d'être présentée car si elle se confirme elle changerait les principes fondamentaux de l'approvisionnement futur du pétrole. Dans ce qui va suivre nous considérons cette dernière comme étant fautive et optons pour le pétrole comme combustible fossile dont l'épuisement est une source de préoccupation.

#### **III-2-2-Les Grades Du Pétrole :**

Les réserves du pétrole brut à travers le monde diffèrent de manière significative en termes de quantité et de qualité.

Le principal caractère du pétrole brut est sa viscosité (épaisseur) mesurée par la densité « API » qui est une norme développée par l'American Petroleum Institute. Les réserves du pétrole sont classées par gravité API : pétroles légers, moyens, lourds et extra-lourds. Outre les pétroles

---

<sup>60</sup> " Abiogenic Origin of Hydrocarbons: An Historical Overview." ; Geoffry p Glasby ; RESOURCEGEOLOGY, vol. 56, 2006, P83–96.

extra-lourds, il existe des sables bitumineux qui contiennent du bitume (un pétrole très épais) et du pétrole du schiste (kérogène solide à base de pétrole) ces deux liquides peuvent être chauffés et transformés en pétrole liquide (avec des coûts très élevés et une qualité médiocre). Les pétroles extra-lourds, les sables bitumineux et les schistes bitumineux sont considérés comme des pétroles non-conventionnels car leur extraction nécessite des méthodes différentes du forage traditionnel des grades plus légers.<sup>61</sup>

Un autre facteur aussi important que celui qui le précède est sa teneur en soufre. En effet, un pétrole brut doux a une très faible teneur en soufre, plus respectueux à l'environnement et nécessite un traitement léger. Cela le rend plus précieux que le pétrole brut acide qui contient un pourcentage élevé de soufre.

Un autre attribut important est le placement physique de la source du pétrole. En effet, La profondeur et les qualités de formations rocheuses locales jouent un rôle important dans la détermination des coûts d'extractions des réserves pétrolières. (Simmons 2005) Savoir que le pétrole brut n'est pas homogène et que ses propriétés physiques et géologiques diffèrent d'une source pétrolière à une autre est important pour l'analyse économique. Les pétroles légers et moyens faciles à atteindre rend leurs prix abordables par rapport aux pétroles non-conventionnels qui coutent plus chers.

**Table N° 01 : Grades Du Pétrole (Alboudwarej Et Al 2006)**

<b>Grades Du Pétrole</b>	<b>Gravité API</b>	<b>Réserves Mondiales</b>
Pétroles légers	>31°	<b>30%</b>
Pétroles moyens	<b>31.1°- 22.3°</b>	
Pétroles lourds	<b>22.3°-10.0°</b>	<b>15%</b>
Pétroles Extra-lourds	< <b>10.0°</b>	<b>25%</b>
Sables et Schistes bitumineux		<b>30%</b>

### **III-2-3-Liquides Non-Bruts, Biocarburants Et Substituts Synthétiques :**

Les produits pétroliers raffinés peuvent également être produits à partir de sources autres que le pétrole brut. Les liquides non-bruts sont des hydrocarbures qui viennent comme produits secondaires à différentes phases de la production du pétrole brut ou de gaz naturel et qui sont liquides dans le cas d'une pression atmosphérique normale.

<sup>61</sup> « Petroleum Resources Management System » SPE 2007.

La plupart de ces liquides sont de bonne qualité et peuvent être utilisés comme matière première de la même manière que le pétrole brut léger ou moyen. La consommation de ces produits évolue avec le progrès de la technologie de production.

Il se peut que la source alternative la plus importante du pétrole brut foré soit le biocarburant. Souvent classé comme bioéthanol ou biodiesel, ces carburants sont fabriqués avec des installations différentes et peuvent alimenter plusieurs types de moteurs à combustion modernes.

Les carburants ont rapidement gagné en popularité ces dernières années après la hausse des prix du pétrole, ils sont également considérés comme plus respectueux car leurs cycles de vie rejettent moins de gaz à effet de serre dans l'atmosphère.

L'opposition à ces substituts la plus récente est due au fait que la production du biocarburant concurrente partiellement la production alimentaire qui aurait été un des facteurs de croissance des prix des denrées alimentaires. Néanmoins, les recherches sur les biocarburants se poursuivent et suggèrent qu'à l'avenir il serait possible de cultiver les biocarburants dans des zones isolées éliminant ainsi le problème de concurrence (IEA 2007).

Les produits pétroliers peuvent aussi être synthétisés par des procédés chimiques tels que la synthèse de Fisher-Tropsch qui permet de produire des substituts pétroliers à partir de charbon ou gaz naturel, ces procédés ne sont pas beaucoup utilisés car ils restent relativement cher et non écologiques.

### **III-3-Le Marché Du Pétrole :**

Le marché mondial du pétrole reste le plus important des marchés de l'énergie que ce soit en termes de volume ou en termes de pénétration globale. En effet, sa capacité à fournir de l'énergie avec un large choix d'utilisation associé à la densité d'énergie que contiennent ses produits font de lui la substance la plus utile et la plus flexible qui soit.

L'industrie pétrolière est caractérisée par une multiplicité de produits, le pétrole dans son état brut est très peu utilisé, son raffinage permet d'obtenir des produits pétroliers qui peuvent être soit des produits de consommation finale (Gaz, Essence,...) soit des produits intermédiaires pour différentes industries (Kérosène, Naphta, Lubrifiants et Huiles,...).

Par ailleurs, le brut lui-même permet d'obtenir plusieurs gammes de produits raffinés. Leurs qualités dépendent de leurs densités et leurs teneurs en impuretés (Traces de métaux, Eau salé, Soufre,...). Les principales variétés de brut sur le marché sont le West Texas Intermediate

(WTI), le Dubaï et le Brent Européen. Chaque variétés de brut se cote sur son marché spécifique, d'où la difficulté d'avoir une analyse globale du marché pétrolier. Cependant, le marché pétrolier peut être considéré comme globalement unifié car les prix des différents bruts suivent les mêmes tendances à moyen termes et les marges du raffinage fluctuent autour d'une moyenne.

Jusqu'en 1970, l'industrie pétrolière se limitait au marché intérieur Américain et ses nombreux producteurs, raffineurs et distributeurs et le marché international qui était représenté par un petit nombre de sociétés multinationales connues sous le nom des sept sœurs, ces dernières avaient le monopole sur presque tout le pétrole négocié de son extraction, raffinage, transport jusqu'à sa commercialisation aux pays consommateurs pendant près de deux décennies après la deuxième guerre mondiale. Depuis la situation a complètement changé particulièrement depuis la première crise pétrolière de 1970. En effet, suite à la nationalisation des ressources naturelles une grande partie du pétrole est produite par des compagnies pétrolières nationales particulièrement dans les pays de l'OPEP et est ensuite vendue sur le marché mondial, soit à des compagnies individuelles avec des contrats de long-terme, soit aux anciens concessionnaires.

Si la quantité du pétrole a notablement diminué suite aux deux chocs pétroliers de 1970 et 1979 son poids reste très important au sein de l'économie mondiale. En effet, le pétrole représente aujourd'hui la première énergie consommé dans le monde avec une part de marché qui avoisine les 36% principalement utilisée dans le secteur des transports qui en dépend à plus de 95% de plus les projections de demandes d'énergies sur le moyen et long terme prétendent que sa dépendance ne connaîtra aucune baisse pendant les deux décennies à venir.

Suite au développement industriel des pays émergents et l'accroissement de leurs moyens de transports, la consommation du pétrole croît de plus en plus et les fluctuations de ses prix à court terme et leurs évolutions à moyen et long terme ont une importance particulière. Afin d'appréhender, il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance sur le fonctionnement du marché pétrolier et particulièrement dans la détermination des prix qui repose sur les mécanismes concurrentiels du marché, c'est-à-dire de l'interaction entre les acteurs offreurs et les acteurs demandeurs ; Un choc dans ce mécanisme affecte directement la chaîne de production pétrolière et conduit à des fluctuations des prix qui demeurent le temps du choc.

Dans l'atmosphère de tension entre l'offre et la demande, les débuts des années soixante-dix se distinguent par la prise de contrôle progressive des pays producteurs du pétrole.

L'industrie pétrolière entreprend de nouvelles pratiques commerciales entre acheteurs et vendeurs ou apparaissent des relations contractuelles de long terme liants les nouvelles entreprises nationales et les anciens concessionnaires. Le prix du pétrole est désormais fixé par l'OPEP lors des réunions semestrielles. C'est le système des prix producteurs ou le producteur dominant fixe un prix et obtient par la suite l'accord des autres offreurs par des accords ou par l'accord d'approvisionnement du marché. Donc, de ce fait les compagnies privées n'ont plus aucun control, et sur les cours du brut et sur les réserves détenues autrefois. Cependant, les contrats à long terme leurs assurent une certaine sécurité d'approvisionnement.

C'est de cette façon-là que le marché a été dominé pendant dix ans, pour ensuite laisser place au marché spot dans les années quatre-vingt ou la commercialisation du pétrole se faisait soit directement soit sur le marché à terme (en cas de livraison ultérieure).

### **III-3-1-Le Marché Spot Du Pétrole Ou Physique Au Comptant :**

Le premier et seul marché à avoir succédé en importance au marché de l'OPEP est sans doute le marché spot. Ce marché existe depuis les années trente et à cette époque son rôle se limitait seulement à la planification des livraisons des produits raffinés des entreprises majors (sept sœurs)<sup>62</sup> et ce jusqu'à l'émergence du marché de l'OPEP ou il a changé d'orientation et de dimension. D'orientation car il a commençait à traiter le pétrole brut en plus des produits raffinés et de dimension car plus le marché de l'OPEP baissait plus le marché physique au comptant cartonnait au point où il est devenu au début des années quatre-vingt le marché de référence mondial du pétrole brut.

Au sein de ce marché sont traitées les transactions à livraison immédiate ou quasi-immédiate (tout dépend des délais d'acheminement des produits)<sup>63</sup>. Ce dernier n'est pas un lieu physique où les barils attendent soigneusement en étalage, le terme marché spot s'emploie à l'ensemble des transactions au comptant réalisées dans une zone importante de négoce sur un ou plusieurs produits. Ces transactions se concrétisent par téléphone entre deux parties (marché de gré à gré) dans laquelle aucune opération n'est enregistrée. Plusieurs marchés spot se sont développés à travers le monde, les principaux se situent en Europe (Londres), Etats Unis (New York) et Asie (Singapour)<sup>64</sup>. Ces marchés servent les zones de forte consommation et leurs

---

<sup>62</sup> "The Spot Oil Market: Genesis, Qualitative Configuration And Perspectives"; Abu-Khadra Rajai M ;Opec Energy Review vol 3; 1979;P 105-115

<sup>63</sup> « Le Marché Pétrolier » ; Carnot et Hagège ; La Documentation Française : Economie et Prévision n°166 ; p127-136.

<sup>64</sup> « Raffinage Du Pétrole : Exploitation Et Gestion De La Raffinerie » Jean-Pierre Favennec, Editions TECHNIP ;1998 ; p86.

comportements incarnent généralement la situation de l'approvisionnement pétrolier des zones. Toutefois la souplesse des transports maritimes pousse les opérateurs à arbitrer les cargaisons entre marchés permettant ainsi un équilibre général du marché.

Les principaux acteurs de ces marchés pour le pétrole brut, les producteurs et les raffineurs. Pour les produits finis, les gros consommateurs et les vendeurs des raffineurs. Dans tous les cas, les traders jouent le rôle d'intermédiaires en achetant des cargaisons et les vendant à d'autres traders. D'autres intermédiaires tels que les courtiers grâce à leurs informations accomplissent des transactions au comptant et se rémunèrent par commission.

Sur chaque marché au comptant s'établit un prix d'équilibre qui dépend de l'état de l'offre et de la demande. Cependant, il se peut que l'écart de prix entre les marchés dépasse les coûts de transport entre ces marchés. Dans ces conditions, plusieurs possibilités d'arbitrages peuvent avoir lieu en revendant sur les marchés porteurs des cargaisons achetées sur les marchés déprimés, contribuant ainsi à la propagation des fluctuations d'un marché à l'autre tout en maintenant les prix internationaux à des niveaux rapprochés.

Le fonctionnement des marchés spots sont similaires. Un acheteur qui recherche une cargaison va contacter des traders ou des producteurs habitués dans la zone. Les négociations portant sur le différentiel des prix entre les bruts échangés et les bruts de références, se font par téléphone et se confirment par télex et se règlent trente jours après le chargement du bateau pour le brut.

L'expansion et la place qu'occupe ces marchés sur la scène mondiale depuis les années soixante-dix au détriment du marché de l'OPEP ont eu quelques conséquences et la principale est la hausse considérable du nombre d'intervenants dans les marchés du brut qui était autrefois réservée seulement aux majors. Aujourd'hui, ces marchés sont envahis par les entreprises nationales de pétrole des pays de l'OPEP ou des non OPEP, les entreprises privées ou publiques des pays consommateurs et les entreprises de négoce et de courtage.

### **III-3-2-Le Marché A Terme Du Pétrole :**

Comme le marché au comptant ressemble beaucoup à la bourse par son fonctionnement, un besoin de couverture contre la volatilité excessive et les risques de perte devenait nécessaire. Plusieurs se sont lancés dans le négoce des produits pétroliers en créant ainsi des marchés à terme. Le premier à avoir ouvert est le NYMEX (New York Mercantile Exchange) entre les deux chocs pétroliers. Après son échec sur le fuel domestique et industriel, ce dernier réussit en fuel léger, l'essence bombée et l'essence sans plomb. Parallèlement, un autre marché l'IPE

(International Petroleum Exchange) a ouvert ses portes à Londres. Ces deux marchés se sont lancés dans les marchés à terme du brut pétrolier en 1983 puis en 1990 s'est lancé le SYMEX (Singapour International Monetary Exchange) qui attend toujours son envol depuis l'échec du contrat sur le Dubaï avec l'IPE.<sup>65</sup>

Les marchés à terme se sont développés de façon importante suite aux variations des prix du brut pétrolier ainsi que des produits raffinés, les opérateurs pétroliers les utilisent afin de se sécuriser contre les mouvements brutaux des prix. Il existe au sein de ces marchés un nombre important de spéculateurs sur le brut et les produits finis, ces derniers sont indispensables pour la liquidité des marchés.

Les marchés à terme pétroliers sont des marchés financiers ou des contrats à caractère de titres financiers sont émis. Les contrats en question correspondent aux transactions physiques à livraison différée. Sur ces marchés s'échangent des cargaisons de pétrole pour une date ultérieure (dans trois ou six mois par exemple) à un prix prédéterminé<sup>66</sup>. Ces marchés offrent une transparence substantielle, notamment avec Internet ou chaque personne dans le monde peut avoir un accès instantané aux prix du pétrole. Comparé aux années soixante-dix, alors que les prix mondiaux du pétrole étaient rarement publiés, la différence est énorme. Il a été avancé que l'existence d'un marché à terme pouvait, à elle seule, influencer sur les prix du pétrole, car les spéculateurs avaient tendance à se comporter en groupe et souvent de façon illogique, c'est-à-dire réagir à des événements psychologiques tels que les titres au lieu de se baser sur des indicateurs fondamentaux comme les stocks pétroliers.

Bien que ces marchés soient très actifs, ils restent beaucoup moins développés que ceux de nombreux autres produits. En effet, Le nombre de contrats journalier ouverts ne représente qu'une petite partie du comptant contrairement aux produits agricoles ou les contrats à terme sont plus élevés.

- La création de ces deux marchés a produit une structure industrielle avantageuse a la concurrence et plutôt difficile aux relations oligopolistiques. Concernant l'OPEP, l'expansion des marchés spots et la difficulté de contrôle des prix qui en résulte exerce sur elle un effet déstabilisateur dans la mesure où l'accès facile à ces marchés est vu comme une porte de sortie de ses membres ne voulant plus respecter les quotas de production exigés par cette dernière et un effet stabilisateur incitatif a la coalition au

---

<sup>65</sup> « Raffinage Du Pétrole : Exploitation Et Gestion De La Raffinerie » Jean-Pierre Favennec, Editions TECHNIP ;1998 ; p100.

<sup>66</sup> « Le Marché Pétrolier » ; Carnot et Hagège ; La Documentation Française : Economie et Prévision n°166 ; p127-136.

sein du marché libre dans le cas d'une baisse des niveaux des prix. En effet, Cette baisse va pousser les pays de l'OPEP à se mettre d'accord quand la situation leur paraît plus profitable en groupe que celle de la politique du chacun pour soi.<sup>67</sup>

### **III-3-3-La Relation Entre Le Prix Au Comptant Et Le Prix A Terme Du Pétrole :**<sup>68</sup>

La création d'un contrat à terme élabore un lien entre ce marché et le marché spot. En effet, cette relation impose que le prix à terme converge à son échéance vers le prix au comptant. Au sein d'un marché d'actifs financiers, le prix d'un contrat à terme représente les anticipations des différents intervenants relatives au prix spot futur et c'est bien le cas sur le marché pétrolier. Cependant, les prédictions des prix à terme apparaissent assez faibles car :

- Théoriquement, un prix à terme peut varier à partir d'une seule anticipation de prix si les acteurs ne sont pas tous neutres aux risques. De plus, dans le cas du pétrole, la différence entre le prix spot et le prix futur représente les frais de stockage ainsi que les préférences des acteurs en terme de détention des stocks physiques.
- Empiriquement, la relation entre ces deux prix (au comptant et à terme) est assez fragile et plusieurs tests l'ont prouvés en concluant qu'une simple marche aléatoire « prévision naïve », ou le prix de demain est égal au prix d'aujourd'hui à court et moyen terme était plus performante que des prévisions faites par des prix à terme. En plus, le prix à terme n'a pas la capacité de prédire les variations des prix.

### **III-4-Fixité Et Variabilité Des Prix Du Pétrole :**<sup>69</sup>

Durant une grande partie de l'histoire, le pétrole a été fixé ou du moins fortement influencé par quelques organismes. Cela a commencé à la fin du XIX<sup>ème</sup> avec la Standard Oil de Rockefeller qui a monopolisé le marché en indiquant le prix auquel le brut allait se vendre. Après la dissolution de la confiance par le gouvernement Américain, les prix se sont volatilisés. Afin de les stabiliser, quelques mesures ont été prises par le gouvernement Américain. Au Texas dans les années trente le gouvernement donna le contrôle de la production au Texas Railroad Commission (Commission Des Chemins De Fer) qui fixait les quotas pour les producteurs individuels en fonction de la situation du marché. D'autres états producteurs aux USA ont suivi leur exemple et ont imposé des quotas similaires.

---

<sup>67</sup> « Le pétrole : économie et politique. » Antoine Ayoub ; l'actualité économique, revue d'analyse économique vol 70, Année 1994, p 499-520.

<sup>68</sup> « Le Marché Pétrolier » ; Carnot et Hagège ; La Documentation Française : Economie et Prévision n°166 ; p127-136.

<sup>69</sup> "Markets for Petroleum"; M.A.Adelman M.C.Lynch ; Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences ; 2015; P 2.

Et comme les USA avaient le monopole mondial du pétrole brut. Cela était d'autant plus vrai que le commerce mondial du pétrole était dominé par les sept sœurs ou grandes compagnies pétrolières. Ces dernières ont établi un prix appelé « Basic Point » qui signifiait le prix du pétrole brut du Golfe du Mexique plus les frais de transport au point de vente. Cela était économiquement logique avant la deuxième guerre mondiale puisque le brut du Golf représentait le baril marginal. Afin de garder ce prix les majors se sont mis d'accord pour limiter leur production pour ne pas compromettre les prix du brut. La majeure partie de la croissance de la production est venue du Moyen-Orient où le concept de consortium de sociétés pétrolières imbriquées a été appliqué pour mieux coopérer. Ce dernier pouvait pénaliser tout partenaire qui souhaitait un complément de brut lui permettant de prendre des parts de marchés à des concurrents. Ce n'est que dans les années soixante lorsque les sociétés pétrolières indépendantes ont commencé à s'implanter dans de nouvelles régions telle que la Libye que ce système a commencé à s'éroder.

Dans les années cinquante, le prix mondial du pétrole était appelé Posted Price (Prix Affiché). A l'époque, il s'agissait d'un prix de référence fiscal car les entreprises payaient des taxes aux gouvernements sur la base du prix affiché, et le prix réel était déterminé par les paiements des taxes et les coûts de production. Alors que les coûts de production diminuaient, les prix réels s'écartaient de plus en plus du prix affiché, mais comme la majeure partie du brut est restée dans le système des majors et n'a pas été négociée ouvertement il y'avait très peu de transparence sur le marché.

Au milieu des années soixante-dix, la plupart des pays de l'OPEP avaient nationalisé les activités de production dans leur propre pays. Ainsi, le prix affiché ne représentait plus la taxe sur la production mais le prix de vente réel fixé par les gouvernements. A cette époque, le prix de vente officiel ou l'OSP était largement utilisé. Les pays de l'OPEP se réunissaient pour fixer un prix standard qu'ils proposeraient aux acheteurs. La production a ensuite convergé en fonction de l'évolution des ventes sans pour autant affecter les niveaux de prix. Ainsi, le Figure N°04 ci-dessous montre que le prix mondial a très peu fluctué durant cette période à l'exception de la crise Iranienne de 1979.

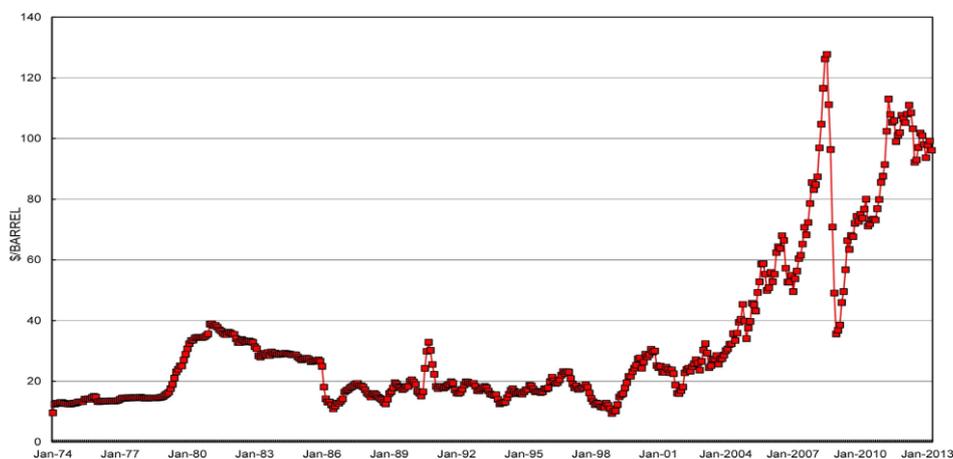
Le système s'est effondré après la fixation de prix trop élevés par l'OPEP durant une bonne période après 1979 entraînant une chute substantielle de la demande de pétrole de l'OPEP qui a eu de lourdes conséquences sur l'Arabie Saoudite dont les ventes au comptant avaient pratiquement disparu en 1985. Pendant cette période, les Saoudiens avaient agi en tant que producteurs alternatifs du cartel, chose qui leur avait permis d'absorber les fluctuations

saisonniers et à court-terme du pétrole de l'OPEP ainsi que le déclin à long terme de la demande du pétrole de l'OPEP. Une guerre des prix a donc été engagée par ces derniers, obligeant les autres membres à baisser les prix du pétrole brut à long-terme et à accepter une plus grande part du fardeau.

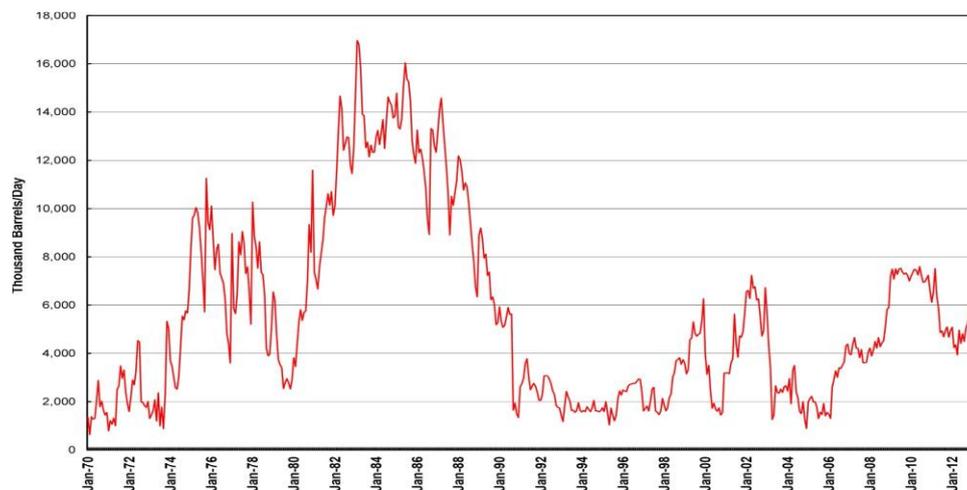
Comme le montre la figure ci-dessous, les prix ont beaucoup plus fluctué sur le marché mondial depuis ce temps. L'entente permet maintenant aux prix d'équilibrer le marché plutôt que la production. Comme il existe une grande incertitude sur la demande mondiale du pétrole et les stocks à court-terme, le cartel se fixe toujours un objectif et l'atteint imparfaitement.

Au cours de ces dernières années, les prix sont devenus plus volatils, reflétant les changements survenus sur le marché. Les crises pétrolières des années soixante-dix ont entraîné une énorme capacité excédentaire dans les pays de l'OPEP ainsi que dans les secteurs mondiaux du raffinage et d'expédition. Au fil du temps, cette tendance a diminué (Figure N° 05) et ces dernières années la capacité excédentaire nécessaire pour faire face à la tension du marché à court terme a été réduite. Bien que c'était aux prix d'équilibrer le marché à plusieurs reprises, notamment en 1996 et 2000. Dans les deux cas, la plupart des pays de l'OPEP produisaient à pleine capacité et le marché ne s'équilibrait pas.

**Figure N°04:** U.S. refiners' acquisition cost for imported crude (nominal dollars).



From Monthly Energy Review, U.S. Department of Energy.

**Figure N°05: OPEC surplus capacity (thousand barrels/day).**

From: U.S. Central Intelligence Agency and Energy Intelligence Group.

### III-5-Les Déterminants Du Prix Du Pétrole :<sup>70</sup>

Le pétrole brut est une source d'énergie inestimable dans le monde entier car il affecte le développement et les activités de presque tous les gouvernements et leurs citoyens respectifs. Les secteurs énergétique, industriel, domestique, des transports et économiques sont fortement tributaires du pétrole brut. Selon l'analyse statistique de l'énergie dans le monde réalisée par la BP (British Petroleum) en juin 2016, le pétrole est resté le principal carburant au monde, représentant 32,9% de la consommation énergétique mondiale.

Cette demande sans cesse croissante et l'émergence du pétrole brut en tant que produit de base mondial depuis sa commercialisation dans les années 1860 expliquent la complexité du marché et la volatilité des prix.

Étant donné que le pétrole brut joue un rôle majeur dans presque toutes les activités modernes, il est nécessaire d'identifier et de comprendre les facteurs qui influent sur sa tarification, car cela peut contribuer à la prise de décision, à la planification et aux prévisions au niveau gouvernemental, organisationnel et individuel.

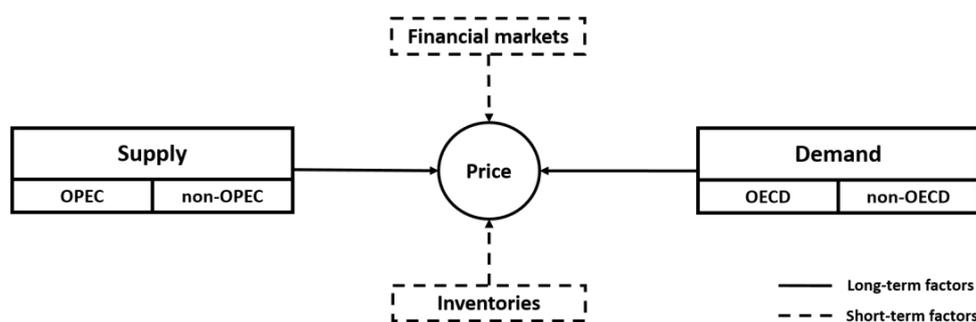
L'intérêt de ce qui suit est d'identifier les facteurs qui influencent les prix mondiaux du pétrole brut en examinant la littérature pertinente sur le sujet.

<sup>70</sup> "Determinants of Global Pricing of Crude Oil- A Theoretical Review." Gyagri M, Amarfio, E. M and Marfo. S A ; International Journal of Petroleum and Petrochemical Engineering vol 3 ; 2017 ; p 7-15.

### III-5-1-Le Model EIA (Energy Information Administration)<sup>71</sup> :

Les prix du pétrole brut sont influencés par divers facteurs. Le prix d'équilibre à long terme est déterminé par l'offre et la demande, tandis que le prix au comptant à court terme dépend en outre de stocks et marchés financiers (EIA, 2017). La Energy Information Administration (EIA) des États-Unis fournit un modèle très simple résumant les principaux facteurs des prix du pétrole brut (Figure N°06). Dans ce qui suit, nous examinons ce modèle pour donner une compréhension de base de la formation du prix du pétrole.

**Figure N°06:** Short- and long-term variables determining the price of crude oil.



Source: EIA 2017.

- **L'OFFRE:**

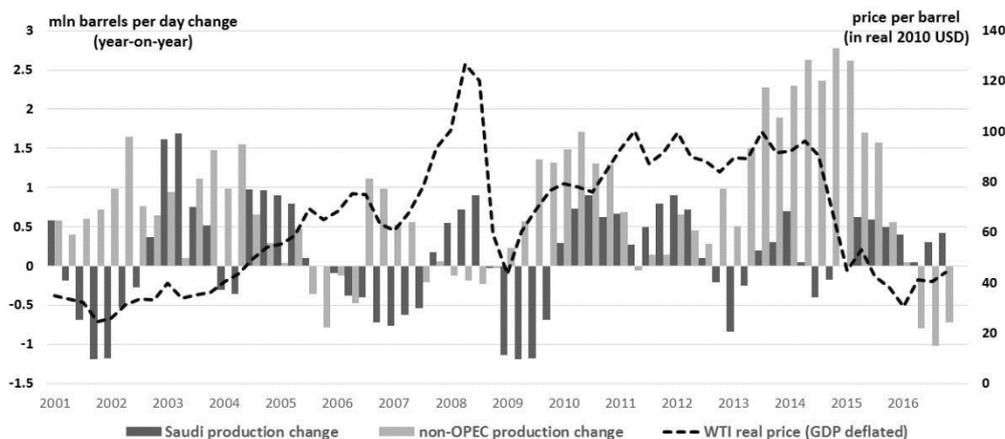
L'approvisionnement en pétrole est généralement divisé entre les sources de l'OPEP et les autres sources (BP 2016 ; OPEP 2016 ; OCDE / AIE 2016). L'OPEP a été créée en 1960 pour organiser la politique de production de pétrole entre ses cinq membres fondateurs : l'Iraq, le Koweït, l'Arabie saoudite et le Venezuela (OPEP 2017). Les pays de l'OPEP représentent maintenant environ 40% de la production mondiale du pétrole brut. Les principaux pays producteurs de pétrole en 2015 étaient l'Arabie saoudite (13%), les États-Unis (13%), la Russie (12,4%), la Chine et le Canada, chacun représentant 4,9% de la production mondiale (voir BP, 2016).

La Figure N° 07 présente l'évolution de l'offre d'un pays à l'autre par l'OPEP et les non-OPEP ainsi que le prix du baril de pétrole (pour le type de pétrole West Texas Intermediate ou WTI) en Dollar réel de 2010, où la production de pétrole de l'Arabie saoudite est considérée comme indicateur indirect de l'approvisionnement de l'OPEP, les changements de production entre les pays de l'OPEP et les non-OPEP se compensent souvent les uns les autres. De plus, la

<sup>71</sup> "The Economic and Financial Properties of Crude Oil: A Review." Korbinian Lang, Benjamin R. Auer ; North American Journal of Economics & Finance; 2019; p 1-93.

Figure N°07 montre que l'Arabie saoudite a augmenté sa production après la chute du prix du pétrole au milieu de 2014. Deux facteurs ont influencé cette baisse des prix : la baisse de la demande mondiale et l'excédent de l'offre (Baumeister et Kilian, 2016b)<sup>72</sup>.

**Figure N°07: Crude oil supply.**



Data source : EIA (2017).

L'augmentation de l'offre a été causée par des changements structurels dans la production du pétrole. De grands producteurs tels que l'Arabie saoudite et la Russie n'ont connu que de faibles taux de croissance au cours de la dernière décennie (BP, 2016), tandis qu'aux États-Unis, la production du pétrole a presque doublé entre 2008 et 2015. Selon la BP en 2016, le volume de la production quotidienne est passé de 6,785 à 12 704 milliers de barils de pétrole. Cette tendance est bien marquée dans les changements de production des non-OPEP de la Figure N°07.

Classiquement, le pétrole est pompé à partir de puits de pétrole. Toutefois, le niveau élevé des prix après 2008 a rendu le forage des sources non conventionnelles économiquement rentable (Baumeister et Kilian, 2016b)<sup>73</sup>. Contrairement aux plates-formes pétrolières traditionnelles, la production du pétrole de schiste peut être rapidement arrêtée ou accélérée. De plus, la production de ce dernier joue maintenant un rôle régulateur pour maintenir les prix à environ 60\$ le baril. Si les prix du pétrole dépassent une fourchette de 50\$ à 60\$, l'offre provenant de sources de schiste bitumineux augmente jusqu'à ce qu'une offre excédentaire résultante ramène les prix dans cette bande (Baumeister et Kilian, 2016b). En ce qui concerne

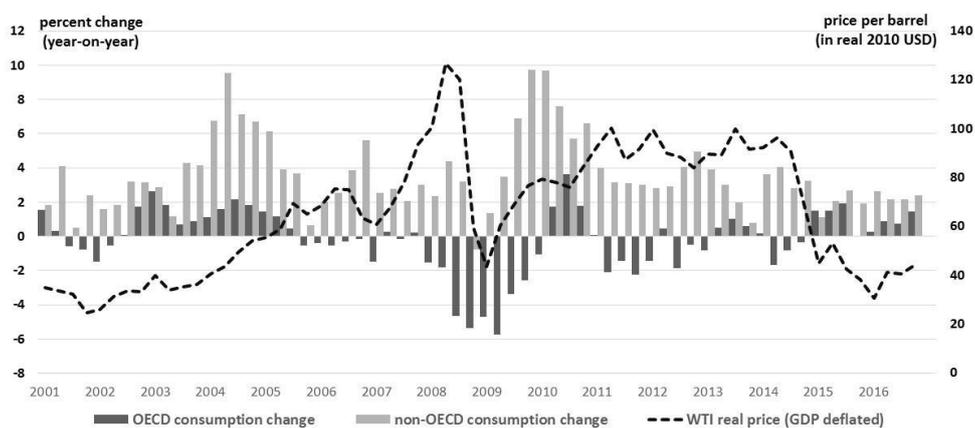
<sup>72</sup>“ Understanding the Decline in the Price of Oil since June 2014.”; Christiane Baumeister and Lutz Kilian; Journal of the Association of Environmental and Resource Economists Volume 3; 2016;p 131-158

l'augmentation de la production de l'Arabie saoudite en 2015, plusieurs spectateurs ont affirmé que cette initiative visait à faire sortir les producteurs américains du pétrole de schiste du marché et à préserver ainsi la part de marché de l'Arabie Saoudite (Mănescu, Nuño 2015)<sup>74</sup>.

- **La Demande :**

La demande de pétrole est régulièrement séparée dans les pays de l'Organisation de coopération et de développement économiques OCDE et les pays non membres de l'OCDE (BP 2016 ; OPEP 2016). Entre 1970 et 2000, la demande de pétrole a été tirée par les pays industrialisés, qui font partie de l'OCDE. Cependant, ce modèle a particulièrement changé au cours de la dernière décennie, la demande a été déterminée par des pays émergents tels que la Chine et l'Inde. Alors que les pays de l'OCDE ont consommé à peu près 50% de la production mondiale du pétrole brut avant 2013, en 2015, ils ne représentaient que 47,5% de la consommation. La figure N°08 montre la forte augmentation de la demande dans les pays non membres de l'OCDE. Elle montre également que la demande du pétrole dans les pays de l'OCDE avait déjà commencé à diminuer en 2005, trois ans avant la crise financière, et que la croissance de la consommation avant et après la crise financière mondiale résulte de la demande excédentaire des pays non membres de l'OCDE. Après la baisse des prix en 2014, la consommation a augmenté dans les pays membres et non membres de l'OCDE.

**Figure N°08:** Crude oil demand.



Data source: EIA (2017).

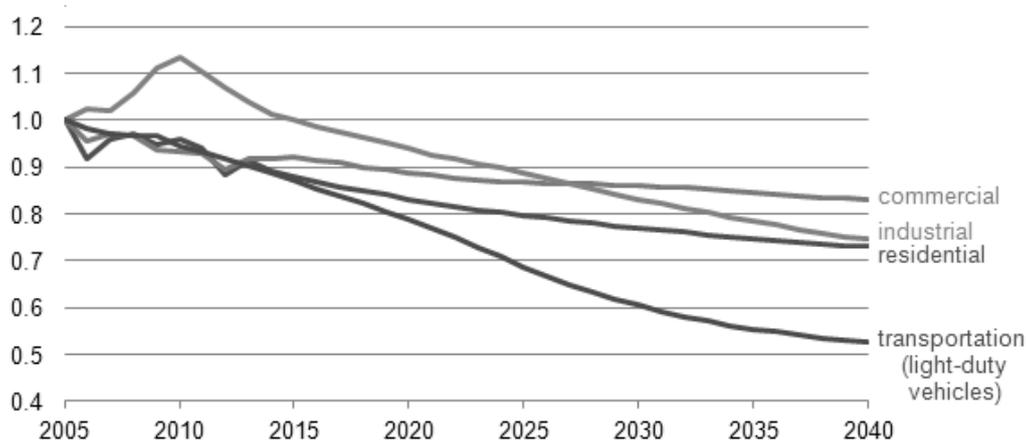
La demande du pétrole au niveau national (basée sur une analyse de 40 ans de la structure de la consommation finale aux États-Unis entre 1959 et 1997) est dictée par les transports, la

<sup>74</sup> "Quantitative effects of the shale oil revolution" Cristiana Belu Mănescu, Galo Nuño ; Energy Policy Vol 86, 2015, P 855-866

production industrielle (raffinerie et chimie) et les utilisations résidentielles et commerciales (Lee et Ni 2002)<sup>75</sup>. La plus grande consommation du pétrole est observée aux : États-Unis 19,7%, Chine 12,9%, Inde 4,9%, Japon 4,5% et Arabie saoudite 3,9% (BP, 2016).

Les perspectives concernant les caractéristiques de la demande mondiale à long terme diffèrent d'une étude à l'autre. Il existe toutefois des points communs : Premièrement, le pétrole restera une source d'énergie importante dans l'avenir. Deuxièmement, la demande dans les pays de l'OCDE diminuera (en raison de la baisse de l'intensité énergétique ; voir Figure N°09). Troisièmement, la demande dans les pays en développement, en particulier l'Inde et la Chine, augmentera. Enfin, le transport est le principal moteur de la demande au niveau des pays, ce qui signifie que l'utilisation future de l'essence est liée à l'utilisation et au développement de la technologie de la voiture (électrique) (Steinilber et al 2013).

**Figure N°09:** US sectoral energy intensity indices and their projections.



Data source : EIA (2013).

- **Les Réserves :**

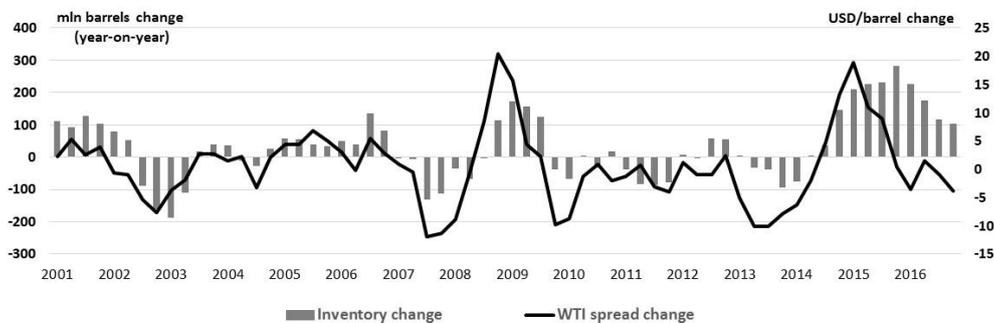
Les stocks ont une fonction tampon permettant de faire face aux fluctuations à court terme de l'offre et de la demande sur les marchés du pétrole et jouent un rôle important dans le processus de détermination des prix à court terme.

La figure N°10 illustre le lien entre les variations des stocks pétroliers de l'OCDE et les variations de l'écart des contrats à terme du pétrole brut, obtenu en soustrayant le prix du contrat à terme sur le pétrole WTI du mois suivant, du prix du contrat à terme des 12 mois à venir. Nous pouvons constater que plus l'écart entre les contrats les plus proches et les plus éloignés

<sup>75</sup> "On the dynamic effects of oil price shocks: a study using industry level data." ; Kiseok Lee , Shawn Ni ; Journal of Monetary Economics Volume 49 ; 2002, P 823-852.

est positif, plus l'incitation à constituer des stocks est grande. De plus, la diminution des stocks tend à aller de pair avec la hausse des prix proches par rapport aux prix futurs.

**Figure N°10 : OECD Petroleum Inventories.**



Data source : EIA (2017).

La relation prix-stock est utilisée dans de nombreux modèles de prévision des prix du pétrole qui tentent d'obtenir des informations sur les prix futurs du pétrole brut en fonction des niveaux ou des variations des stocks. De plus, les stocks sont importants pour les commerçants physiques. Les marchés des produits de base sont en recul ou en contango<sup>76</sup>, en fonction de la pente de la courbe des prix à terme. Si la pente est négative (positive) ou si les prix baissent avec le temps jusqu'à l'expiration, le marché est en régression (contango) (Pirrong 2012). Le backwardation<sup>77</sup> (spreads à terme négatifs) et le contango (spreads à terme positifs) peuvent tous deux s'expliquer par des attentes différentes sur la demande actuelle et future de pétrole. Cependant, le backwardation est plus courant. L'état du marché (backwardation vs contango), les coûts de stockage et la prime de risque exigée déterminent s'il est plus rentable de vendre du pétrole aux prix actuels ou de le garder en stocks.

- **Les Marchés Financiers :**

Outre les facteurs physiques tels que l'offre, la demande et les stocks, le modèle de prix de l'EIA considère que le prix du pétrole à court terme et sa volatilité sont influencés par les marchés financiers. Leur fonction première est de fournir aux acheteurs et aux vendeurs des instruments qui leur permettent de baisser les risques des prix. À cet égard, les contrats à terme sur pétrole brut sont les dérivés les plus négociés sur les marchés des produits de base (Coppola

<sup>76</sup> On parle de contango dans le cas où cette courbe de prix, en fonction de l'échéance, est ascendante.

<sup>77</sup> On parle de backwardation dans le cas où la courbe est descendante.

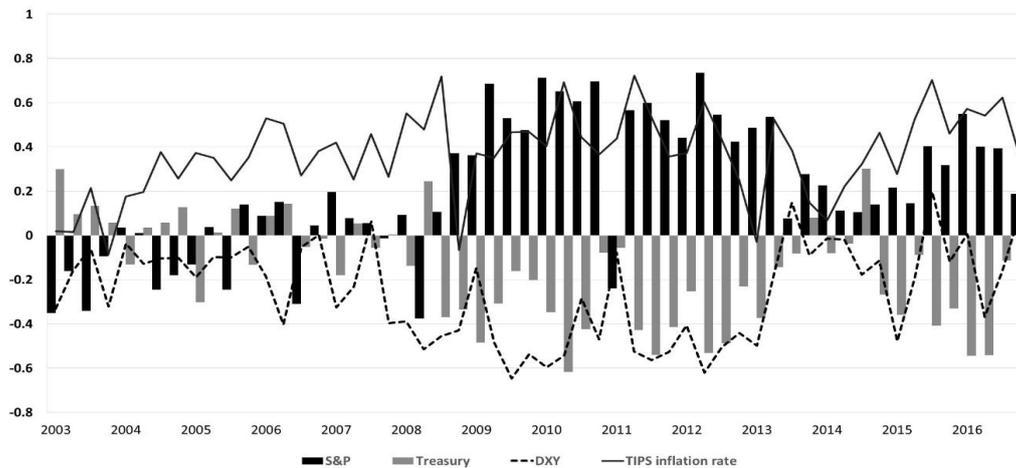
2008)<sup>78</sup>. A l'instar des stocks, les contrats à terme occupent une place importante dans le processus de découverte des prix à court terme. C'est pourquoi plusieurs organisations internationales utilisent les contrats à terme pour leurs prévisions de prix du pétrole (Alquist et al. 2013). À côté du but de couverture des risques de prix pour les producteurs et les consommateurs, les contrats à terme sur le pétrole peuvent être utilisés juste pour investir.

Le pétrole étant une marchandise mondiale dotée d'un marché à terme profond et liquide, Les corrélations historiques avec les actions, les obligations et le Dollar américain ont fait des contrats à terme sur le pétrole brut un élément populaire des portefeuilles des investisseurs.

La Figure N°11 présente des données trimestrielles sur les corrélations entre les principaux indicateurs financiers et les rendements quotidiens des contrats à terme sur le pétrole brut WTI. Ces indicateurs sont : l'indice boursier S&P 500, les obligations du Trésor américain, l'indice en Dollar Américains (DXY) qui est un indice pondéré d'un panier de devises par Dollar Américain, et des anticipations d'inflation fondées sur les variations quotidiennes du TIPS quinquennal. Comme on peut le constater, la corrélation entre les contrats à terme sur le pétrole brut et le S&P 500 n'était pas très forte et a changé son signe principalement négatif plusieurs fois avant de maintenir un niveau positif élevé après le deuxième trimestre 2008. Les obligations du Trésor présentent une structure de corrélation presque identique à celle du S&P 500 avec plusieurs changements de signe jusqu'au milieu de 2008, suivie d'une corrélation négative stable jusqu'au quatrième trimestre 2016, à deux exceptions près. Les obligations indexées sur l'inflation présentent une corrélation positive avec les contrats à terme sur le pétrole brut entre le premier trimestre 2003 et le quatrième trimestre 2016 avec seulement trois trimestres de corrélation négative. Enfin, les contrats à terme sur le pétrole brut montrent une relation principalement négative avec le DXY pour toute la période d'enquête.

---

<sup>78</sup> "Forecasting oil price movements: Exploiting the information in the futures market." ; Andrea Coppola; the journal of future markets vol28; p34-56.

**Figure N°11:** Correlations between returns of crude oil, futures and other financial instruments.

Data source : EIA (2017).

La Figure N°11 est un bon exemple des erreurs potentielles pouvant survenir lors de l'analyse des liens entre les contrats à terme sur le pétrole et les autres actifs financiers et lors de la combinaison de ces actifs dans les portefeuilles. Par exemple, la corrélation entre les contrats à terme sur le pétrole brut et les obligations du S&P 500 et du Trésor a considérablement changé au fil du temps. Ainsi, la mesure de la corrélation régulièrement mise à jour devient une tâche de plus en plus importante pour la gestion active du portefeuille, car les avantages de la diversification liés à l'ajout des futurs sur le pétrole dans les portefeuilles peuvent disparaître avec le temps. En outre, les retombées d'autres marchés peuvent devenir plus menaçantes pour la richesse des investisseurs. Par exemple, Arouri et al. 2011 et 2012<sup>79</sup> détectent des retombées importantes de la volatilité unidirectionnelle (bidirectionnelle) des marchés du pétrole aux marchés boursiers de nombreux pays (États-Unis). Phan et al. 2016<sup>80</sup> fournissent des preuves intraday sur cette question. Leurs résultats obligent les gestionnaires de portefeuilles à quantifier les ratios de couverture afin de gérer correctement le risque pétrolier. Contrairement à Chang et al. 2011, Arouri et al. 2011, 2012 montrent que les retombées de la volatilité intermarché provenant des modèles de volatilité autorégressifs vectoriels peuvent être utilisées pour une couverture efficace des actifs pétroliers et des actions du secteur; meilleurs que les

<sup>79</sup> "On the impacts of oil price fluctuations on European equity markets: Volatility spillover and hedging effectiveness." ; Mohamed El Hedi Arouri, Jamel Jouini, Duc Khuong Nguyen ; Energy Economics Volume 34; 2012 ; P611-617.

<sup>80</sup> « Intraday volatility interaction between the crude oil and equity markets » Dinh Hoang Bach Phan, Susan Sunila Sharma, Paresh Kumar Narayan ; Journal of International Financial Markets, Institutions and Money Volume 40, 2016, P 1-13

ratios de couverture dérivés des modèles de volatilité multivariés couramment utilisés avec corrélation constante (Bollerslev 1990) ou dynamique (Engle 2002)<sup>81</sup>.

### **III-5-2-Les Facteurs De Qualité :**

Le modèle d'EIA fournit un cadre global pour la formation du prix du pétrole. Ce dernier inclut les forces du marché de l'offre et de la demande pour le prix d'équilibre à long terme du pétrole et les marchés financiers ainsi que les stocks en tant que facteurs à court terme influant sur les prix au comptant. Cependant, comme le soulignent Lanza et al. 2005, il existe plus de 160 types de pétrole ; ce n'est pas un produit homogène. Pour fixer le prix d'une telle variété, les prix mondiaux du pétrole brut (WTI, North Sea Brent et Dubaï) sont utilisés comme prix de référence. Par exemple, un prix peut être défini en référence au WTI avec des remises ou des majorations en fonction de la qualité du type de pétrole brut. Les deux paramètres les plus importants pour la tarification sont la teneur en soufre et la densité. La faible teneur en soufre sont «sweet» et la haute teneur en soufre sont «acides» La densité est mesurée sur la base de la gravité de l'American Petroleum Institute (API), le pétrole étant classé comme léger, moyen ou lourd, en fonction de la densité relative par rapport à l'eau. Les pétroles de la plus haute qualité ont une faible teneur en soufre et une densité légère, car la réduction de teneur en soufre pendant le raffinage est une opération coûteuse en énergie. En outre, le pétrole de faible densité est plus facile à raffiner et offre un rendement naturel élevé en essence souhaitable.

### **III-5-3-L'Influence De L'OPEP :**

Outre les spécificités techniques des pétroles bruts, la structure du marché est importante pour l'analyse des prix. Le marché du pétrole brut peut être considéré comme un marché mondial unique avec l'OPEP comme acteur clé. L'OPEP en tant qu'organisation a pris de l'importance lors de la «première crise pétrolière» en 1973. Cependant, il existe un débat actif sur sa capacité à contrôler les prix. Il est largement admis que l'OPEP a pu influencer les prix mondiaux du pétrole brut depuis les années 1970 et que la première crise pétrolière résultait notamment de l'embargo pétrolier imposé par l'OPEP en guise de représailles contre la décision américaine de réapprovisionner l'armée israélienne dans la région arabe. Cet argument semble raisonnable car, entre 1970 et 1973, la demande mondiale de pétrole a augmenté rapidement, ce qui a renforcé le pouvoir des gouvernements de l'OPEP par rapport aux sociétés pétrolières multinationales. En octobre 1973, après des négociations avec les multinationales pétrolières pour réviser l'échec de l'accord sur les prix à Téhéran, les six membres de l'OPEP des pays du Golfe annoncent unilatéralement des réductions de production et une augmentation immédiate

---

<sup>81</sup> "The Economic and Financial Properties of Crude Oil: A Review." Korbiniang Lang, Benjamin R. Auer ; North American Journal of Economics & Finance; 2019; p 1-93.

du prix affiché du pétrole brut léger arabe de 3.650 Dollars à 5.119 Dollars le baril. En décembre 1973, l'OPEP a porté le prix à 11.651 Dollars. Pour la première fois de son histoire, l'OPEP a joué un rôle unilatéral dans la fixation des prix affichés.

Fattouh (2007)<sup>82</sup> présente une vision plus nuancée de l'OPEP. Son principal argument est que le pouvoir de fixation des prix de l'OPEP a fluctué au fil du temps et a diminué à mesure que les marchés pétroliers s'intégraient davantage. L'OPEP a vu sa part de marché dans la production mondiale de pétrole passer de 52% en 1973 à moins de 30% en 1985. La détermination des prix sur les marchés à terme et de nouveaux producteurs de pétrole hors du réseau de l'OPEP (originaires de la mer du Nord, du Mexique et de l'Union soviétique) ont rendu plus difficile la fixation des prix, et l'OPEP n'a pas pu empêcher les baisses de prix du pétrole en 1983 et après. Enfin, les progrès récents dans les technologies de production de pétrole de schiste ont amené l'influence de l'OPEP au bord de l'extinction.

#### **III-5-4-Les Chocs Pétroliers :**

Le cadre littéraire a beaucoup parlé de l'impact de la crise pétrolière de 1973 et des autres chocs de prix du pétrole sur l'activité économique mondiale. Cette partie sur la formation des prix du pétrole passe en revue les principaux mouvements historiques des prix du pétrole et les causes correspondantes.

Hamilton (2011) définit plusieurs périodes qui ont façonné l'utilisation, la compréhension et les facteurs déterminants du prix du pétrole. La première période (1859-1899) couvre l'initiation et les premiers stades de la production du pétrole. Durant ces années, les prix du pétrole étaient déjà très volatils et réagissaient fortement à l'offre et à la demande. La deuxième période (1900-1945) était caractérisée par une plus grande importance du pétrole brut pour l'industrie et le transport dans le monde entier. Compte tenu de l'importance croissante du pétrole pour l'économie Américaine, la Texas Railroad Commission (TRC), créée pour accroître l'efficacité de la production du pétrole en réglementant les taux de production de champs pétroliers uniques aux États-Unis, a également commencé à réglementer les prix du pétrole. Le début de l'après-guerre mondial (1946-1972) a été marqué par une forte accélération du passage à l'ère automobile et par une augmentation correspondante de la demande de produits pétroliers. En outre, la guerre de Corée et la crise de Suez ont eu des effets observables sur les marchés. Hamilton (2011) appelle enfin une dernière période lointaine (1973-1996) «l'âge de l'OPEP». Au cours de ces années, les États-Unis ont maintenu leur statut de plus gros consommateur de

---

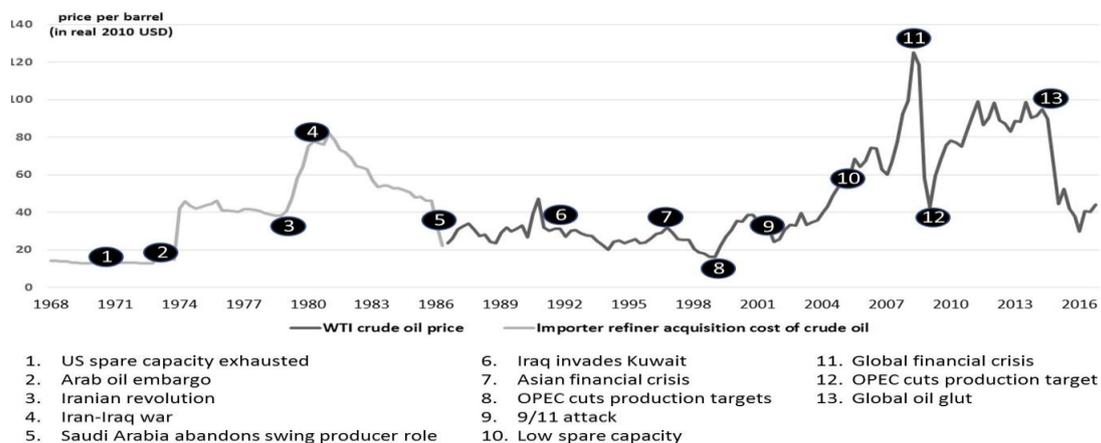
<sup>82</sup> "How Secure Are Middle East Oil Supplies?" ; Bassam Fattouh ; Oxford Institute for Energy Studies ; 2007 ; p9

pétrole mais, en 1974, il a été dépassé en tant que producteur plus important du pétrole par l'Union Soviétique.

La Figure N°12 illustre l'évolution chronologique des chocs pétroliers au cours des 50 dernières années, où l'événement n° 02 marque la première crise pétrolière et le lien entre le récit historique des événements survenus et les chocs pétroliers plus récents. Nous pouvons voir que, comme dans la première crise pétrolière, la deuxième (n° 03) est caractérisée par une forte hausse des prix. Il est à noter que cette hausse a persisté après ces deux chocs par rapport aux hausses de prix de court terme associées à la première guerre du Golfe (n° 06) et à des chocs similaires. La flambée des prix du pétrole brut avant 2008 et la chute de la crise financière mondiale (N°11 et 12) montrent de très fortes amplitudes en l'absence d'événements géopolitiques critiques.

La Figure N°12 montre que les événements géopolitiques récents, tels que les crises chroniques dans les pays producteurs du pétrole (comme la Libye) et la guerre civile en Syrie, semblent n'avoir qu'un impact mineur sur les prix du pétrole.

**Figure N°12: Historical events and oil price movements.**



Data source : EIA (2017).

Afin analyser l'impact des chocs des prix du pétrole sur l'économie, il est important de savoir comment ces derniers peuvent être identifiés. L'imprévisibilité est l'un des signes distinctifs d'un choc pétrolier. Comme le montre la Figure N°12, la plupart des chocs sont liés à des événements imprévisibles tels que les guerres, les attaques terroristes ou les crises financières. Ainsi, des ajustements rapides des prix d'importance significative liés à de tels événements pourraient être qualifiés de chocs. Cependant, une telle approche nécessite de trouver une mesure de la gravité du choc, ce qui est difficile. Pour rester simple, les chocs de prix du pétrole pourraient être définis comme une innovation dans le prix d'un écart-type ou

d'un certain pourcentage d'écart (par exemple, 10% ou 50%). Toutefois, cette méthode étant arbitraire, la littérature a présenté diverses propositions pour mesurer les chocs des prix du pétrole.

**Conclusion :**

Les cinq dernières décennies ont été riches en événements par rapport au taux de changes et au prix du pétrole, chose qui a soulevé plusieurs analyses dont on a essayé de présenter une synthèse.

Concernant le taux de change, on a pu dresser un constat qui nous fait penser que les années à venir pourraient être un théâtre de nouveauté dans le monde du change. En effet, Les taux de change sont vus aujourd'hui comme la partie supérieure d'un iceberg, car ils représentent le reflet des relations d'interdépendance et de suprématie complexes entre les économies. L'analyse en termes de concurrence entre devises et d'équilibre sur le marché, qui a connu son moment de succès, a un pouvoir explicatif très limité. Les théories qui se basent sur la dynamique du système monétaire international (SMI) et sur le rôle de biens public des monnaies permettent une analyse meilleure. Cependant, aucune théorie actuelle ne peut prévoir comment les taux de change vont évoluer du moins à court terme ; Toutes les théories se sont données l'objectif d'anticiper l'évolution du taux change, mais elles n'y sont pas parvenues ; néanmoins, les chercheurs examinent à présent de nouvelles pistes basées sur des instruments statistiques et théoriques nouveaux, prenant en compte des lois de distributions particulières de parité.

Et pour les prix du pétrole, on est venu à la conclusion que le marché mondiale du pétrole fonctionnait par les lois de l'offre et la demande et les fondamentaux du marché qui influent grandement les prix. Le marché peut être soumis à des chocs, et quand ces chocs sont combinés a des couts d'ajustement élevés et des rigidités à court terme, la volatilité résultante en est largement liée, plutôt qu'être source de spéculation ou de producteurs rusés ou autres.

## **CHAPITRE II**

---

**L'EFFICIENCE DES MARCHES FINANCIERS, DES  
MARCHES DE CHANGES ET DES MARCHES DU  
PETROLE.**

*« I believe there is no other proposition in economics which has more solid empirical evidence supporting it than the Efficient Market Hypothesis. That hypothesis has been tested and, with very few exceptions, found consistent with the data in a wide variety of markets: the New York and American Stock Exchanges, ... » Jensen (1978), p 95.*

## **Introduction :**

L'efficience a deux significations dans la littérature économique et financière. La première concerne l'optimalité de Pareto, où la question se pose de savoir s'il est possible d'améliorer le bien-être d'au moins un participant dans le système économique sans aggraver le bien-être d'un autre. Le deuxième sens de l'efficience fait référence aux marchés et indique que le prix actuel reflète pleinement les informations disponibles et qu'il n'y a aucune possibilité d'obtenir des bénéfices extraordinaires sur ce marché. Dans notre recherche, le second sens de l'efficience est étudié.

La théorie d'efficience des marchés financiers, présentée par Fama (1970), selon laquelle « un marché est efficient si les cours cotés reflètent pleinement toute l'information disponible non seulement dans les cours mais aussi toute l'information publique », fait partie des théories les plus étudiées depuis plus de 50 ans. Cette hypothèse repose sur plusieurs conditions fondamentales nécessaires à sa validation, à savoir la rationalité des agents, la liquidité du marché, l'atomicité des agents, l'accessibilité de l'information à tous. À partir de ces modalités, le prix observé de chaque actif financier sur le marché représente sa valeur fondamentale qui est égale à la valeur actualisée des flux des dividendes futurs, en prenant en compte l'information disponible. Par conséquent, l'analyse de l'efficience consiste à tester cette définition.

La théorie financière avance que le rejet de l'efficience ne peut se faire sans la vérification conjointe de la prévisibilité des rendements, et la possibilité de battre le marché. Si ces deux conditions sont réunies, le marché est considéré comme inefficent.

Afin de corroborer ou de rejeter cette idéologie, nous présentons dans ce chapitre l'efficience des marchés financiers, des marchés de changes et des marchés du pétrole en trois sections consécutives :

- La première section étudie l'hypothèse d'efficience des marchés financiers, elle présente ses définitions, ses formes (faible, semi-forte et forte) et ses anomalies (effets

de cycles et les biais liés aux caractéristiques de la firme, excès de volatilité et volume de transaction et les bulles spéculatives).

- La deuxième section expose l'hypothèse d'efficience des marchés de change au sens de Fama et ses contradictions, nous présentons par la suite ses nouvelles définitions (fondamentale, macroéconomique et spéculative) ainsi que leurs tests respectifs.
- La dernière section s'intéresse à l'hypothèse d'efficience des marchés du pétrole ou on présente la forme faible de l'efficience ainsi que l'efficience des marchés à terme du pétrole.

## **Section I : Fondements Théoriques De L'hypothèse D'Efficiencia :**

La théorie des marchés financiers a vu le jour au début des années soixante par les travaux des fondateurs de la finance moderne Tobin (1958)

<sup>83</sup>, Markowitz (1959)<sup>84</sup> et Alexander (1961). Cependant, la paternité de la théorie d'efficacité des marchés financiers revient à Eugene Fama en raison de ses travaux publiés en (1965). L'auteur avait pris comme genèse les travaux de Bachelier (1900) et de Graham & Dodd (1934) afin de donner forme à une intuition qui reposait en partie sur la théorie économique classique (le marché représentait le meilleur endroit afin de se procurer une allocation optimale des ressources disponibles).

Cette théorie fut importée pour être appliquée un peu partout dans le monde par les chercheurs. Notamment, par Hamon (1976) qui décida de l'employer sur le marché français, Cobbaut et principalement Gillet qui l'ont adapté aux particularités des marchés Belges, etc. Les travaux les plus anciens semblaient la valider dans tous ses cas de figures et au sein de tous les marchés.

Beaucoup de travaux empiriques réalisés sur plusieurs places financières ont amené à sa vérification. De ce fait, l'ensemble des chercheurs l'avait prise pour acquise. Or, des travaux plus récents remettent graduellement en cause le mythe de l'efficacité. De ce fait, qu'est-ce vraiment la théorie d'efficacité et sur quelle base les chercheurs l'ont confirmée ou infirmée ? Pour répondre à la question, on va présenter dans ce qui suit les différentes définitions de ce concept, ses conditions ainsi que les tests qui l'ont mis en évidence.

### **I-1-Définition De L'Efficiencia Des Marchés Financiers :**

Au premier abord, la théorie d'efficacité des marchés semble assez simple mais ses développements l'ont rendu très complexe. D'où la multiplicité de ses définitions. En effet, ces dernières ont évolué au fil du temps à travers les travaux empiriques des chercheurs qui ont détecté quelques contradictions entre une première définition théorique relativement rigide, proposée par Fama (1965)<sup>85</sup> et les réactions des marchés financiers. Ces contradictions ont conduit un certain nombre d'auteurs, tel Jensen (1978)<sup>86</sup> à revenir sur le postulat primaire et à le rectifier. Cependant, c'est à Fama (1965) que revient la première définition de l'efficacité. Une définition qui ressemble à ce qui suit :

---

<sup>83</sup> Tobin, James. Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1958, p. 24-36.

<sup>84</sup> Markowitz, Harry. *Portfolio selection: Efficient diversification of investments*. New York : John Wiley, 1959.

<sup>85</sup> Fama, Eugene F. The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 1965, vol. 38, no 1, p. 34-105.

<sup>86</sup> Jensen, Michael C. Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of financial economics*, 1978, vol. 6, no 2/3, p. 95-101.

« Un marché financier est dit efficient si et seulement si l'ensemble des informations concernant chaque actif financier coté sur ce marché est immédiatement intégré dans le prix de cet actif. »<sup>87</sup>

La formulation mathématique de la théorie a été détaillée par Fama (1970)<sup>88</sup> comme suit :

$$E(P_{j,t+1} / \Phi_t) = P_{j,t} [ 1 + E (R_{j,t+1} / \Phi_t ) ] P_t$$

Ou :

$\Phi_t$  : l'information disponible en t afin de prévoir le prix de l'actif j en t+1 ( $P_{j,t+1}$ ) ;

$E (X)$  : l'espérance mathématique de la variable X ;

$R_j$  : la rentabilité du titre J.

A partir de cette définition, on remarque que l'auteur met l'accent sur l'information disponible ( $E (R_{j,t+1} / \Phi_t)$ ) et le rendement espéré de l'actif j a l'instant t+1 en fonction de l'information t (disponible)). Si les prix comptent toutes les informations apparues jusqu'à la date t. alors seules les nouvelles informations peuvent changer les prix des actifs.

Selon Fama (1970), plusieurs clauses peuvent favoriser à l'existence d'un marché efficient. Ces dernières sont suffisantes mais pas indispensables à l'efficacité des marchés<sup>89</sup> :

**-La Rationalité Des Investisseurs :** On ne peut affirmer une efficacité des marchés que si les agents économiques agissent rationnellement. Effectivement, les investisseurs doivent agir rapidement et de manière cohérente vis-à-vis de l'information reçue. C'est-à-dire que si les investisseurs anticipent un événement qui fera monter les cours, ces derniers doivent soit acheter soit conserver les titres financiers. Et si au contraire ils anticipent une baisse des cours alors les investisseurs doivent vendre. Et en second lieu, les investisseurs doivent soit maximiser les profits qu'ils peuvent avoir pour un niveau de risque donné, soit minimiser les risques à prendre pour un niveau de rente donné.

**-La Libre Circulation Des Informations Et La Réaction Instantanée Des Investisseurs :** Pour que l'information soit instantanément intégrée dans les cours, elle doit être propagée simultanément auprès de tous les investisseurs, il ne doit y avoir aucun décalage temporel entre les agents lors de la réception d'informations. Une fois reçue, son traitement doit être immédiat.

<sup>87</sup> Philippe Gillet ; l'efficacité des marchés financiers ; Economica paris ; 2eme editions ; 2006 ; 264P.

<sup>88</sup> Malkiel, Burton G. Et Fama, Eugene F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. The journal of Finance, 1970, vol. 25, no 2, p. 383-417.

<sup>89</sup> Philippe Gillet ; l'efficacité des marchés financiers ; Economica paris ; 2eme editions ; 2006 ; 264P.

**-La Gratuité De L'Information :** l'information doit être obtenue gratuitement sans aucun coût supplémentaire de gestion, car si l'information est payante, les investisseurs peuvent parier que son coût est supérieur à la perte probable causée par l'ignorance de cette information.

**-L'Absence Des Coûts De Transaction :** cette absence permet la libre circulation des agents au sein des marchés. Réellement, la présence des coûts va baisser les profits des investisseurs, et ces derniers agiront que si les rentes espérées sont supérieures aux coûts de transactions. Donc, l'absence de ces coûts permet de prendre en considération toute information susceptible d'influencer les cours.

**-L'Atomicité Des Investisseurs Et La Liquidité Des Marchés :** le concept d'efficience des marchés implique la présence d'une totale liquidité et d'une atomicité complète des agents. La liquidité est importante dans le sens où l'investisseur peut acheter ou vendre une quantité importante des titres sans changer leurs cours. L'atomicité suppose qu'aucun investisseur ne peut influencer le marché par la simple attention d'achat ou de vente de masse importante des titres.

Suite aux différentes définitions avancées par Fama (1965 ; 1970 ; 1976). Jensen (1978)<sup>90</sup> propose la définition suivante : « *A market is efficient with respect to information set  $\theta_t$  if it is impossible to make economic profits by trading on the basis of information set  $\theta_t$*  ». Voulant dire qu'un marché est efficient sur la base d'un ensemble d'information  $\theta_t$  si et seulement s'il est impossible de réaliser des profits économiques sur la base de cet ensemble d'information<sup>91</sup>. Cette définition explique clairement que sur un marché efficient, aucun investisseur ne peut dégager des gains substantiels en spéculant sur la base d'informations disponibles sur le marché. Donc, on dit qu'un marché est efficient, si les cours de ce marché intègrent toutes les informations disponibles le concernant, de façon à ce qu'aucun investisseur ne puisse, en achetant ou en vendant ces titres traire des profits supérieurs aux coûts de transactions causés par cette action. Cette nouvelle définition ne fait que référence à celle qu'a présentée Fama, cependant, son intégration aux frais de transactions la rend plus pragmatique.

Malkiel (1992)<sup>92</sup> propose une définition fortement liée à celle de Jensen (1978). « *A capital market is said to be efficient if it fully and correctly reflects all relevant information in*

---

<sup>90</sup> Jensen, Michael C. Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of financial economics*, 1978, vol. 6, no 2/3, p. 95-101.

<sup>91</sup> Bouattour Mondher ; Efficience informationnelle, sous-réaction à l'information et effet de disposition : Une approche expérimentale. ; Université Toulouse 1 ; 2012 ; P 24

<sup>92</sup> Sewell, Martin. History of the efficient market hypothesis. *Rn*, 2011, vol. 11, no 04, p. 04.

*determining security prices. Formally, the market is said to be efficient with respect to some information set,  $\varphi$ , if security prices would be unaffected by revealing that information to all participants. Moreover, efficiency with respect to an information set,  $\varphi$ , implies that it is impossible to make economic profits by trading on the basis of  $\varphi$  »<sup>93</sup>. Ainsi, Un marché est dit efficient s'il reflète pleinement et correctement toutes les informations pertinentes pour déterminer les prix des titres.*

Timmermann et Granger (2004) ont défini l'efficacité comme suit : « *Formellement, on dit que le marché est efficient en ce qui concerne un certains ensembles d'informations  $\varphi$ , si les prix des valeurs mobilières ne sont pas affectés par la divulgation de ces informations à tous les investisseurs. De plus, l'efficacité par rapport à un ensemble d'informations  $\varphi$ , implique qu'il est impossible de réaliser des profits économiques en échangeant sur la base de cet ensemble d'information  $\varphi$ .* »<sup>94</sup>, ces auteurs ont montré trois points importants dans les définitions de Jensen (1978) et Malkiel (1992). Premièrement, les informations choisies dans les tests d'efficacité. Deuxièmement, la capacité des agents à exploiter les informations. Et troisièmement, l'utilisation des profits dans les tests d'efficacité informationnelle.

## **I-2-Les Formes D'Efficience :**

Afin de réaliser des tests statistiques plus performants, Fama (1965) a énoncé trois formes d'efficacité des marchés, à partir de l'ancienneté d'informations que les prix sont sensés intégrer<sup>95</sup>. Effectivement, Les informations peuvent être divisées en trois catégories :

- La première catégorie contient les informations déjà connues et publiées (dividendes distribués, comptes publiés antérieurement, séries de taux d'intérêts, séries de taux de change, etc.). Ces informations sont déjà intégrées dans les cours passés des différents actifs financiers.
- La deuxième catégorie regroupe les informations parues à l' instant même de leurs divulgations (changement de taux d'intérêt, annonce de division d'actions, publication de comptes, etc.)
- La troisième catégorie contient les informations non publiées mais connues par quelques personnes privilégiées en raison de leurs fonctions au sein de l'entreprise, cabinets de

---

<sup>93</sup>Malkiel B. G. "Efficient market hypothesis" ; New Palgrave Dictionary of Money and Finance, Macmillan, London. (1992).p739.

<sup>94</sup> Timmermann, Allan Et Granger, Clive Wj. Efficient market hypothesis and forecasting. International Journal of forecasting, 2004, vol. 20, no 1, p. 15-27.

<sup>95</sup> Philippe Gillet ; L'efficacité des marchés financiers ; Economica paris ; 2eme editions ; 2006 ; 264P.

conseils ou d'audits, etc. cette catégorie compte aussi les informations en relation avec les bénéfices ou les chiffres d'affaires des entreprises avant qu'elles ne soient rendues publiques.

Cette division des informations susceptible de faire fluctuer les prix des actifs financiers a permis la division des tests d'efficience en trois catégories : la forme faible, la forme semi-forte et la forme forte.

### **I-2-1-La Forme Faible D'Efficience (Tests De Prévisibilité Des Rentabilités) :**

Cette forme prétend qu'il est impossible d'utiliser les informations passées concernant un actif financier afin d'anticiper l'évolution future du prix de cet actif. En d'autres termes le prix actuel du titre est complètement indépendant de ses cours passés. Aucune personne ne peut battre le marché (réaliser des profits) en utilisant l'historique des cours passés. Cette forme doit son nom à sa facilité dans l'obtention des informations passées connues par tous. Cependant, plusieurs investisseurs analysent les séries des cours passés et les volumes de transactions dans le but de détecter des tendances à court terme pouvant leurs produire des gains futurs.

#### ***-Tests D'Autocorrélations Et D'Autocovariance :***

Ce sont des tests statistiques qui permettent de mettre en évidence les dépendances entre les cours d'un titre financier à l'instant  $t$  et les cours du même titre dans des périodes précédentes. Ces tests ont été utilisés par plusieurs auteurs. En effet, Fama (1965) a estimé les coefficients d'autocorrélations des trente titres du Dow Jones entre 1957 et 1962. L'auteur a utilisé tous les décalages possibles et conclut une très faible autocorrélation (qui ne permet aucun gain substantiel) d'ordre 1 de vingt-trois titres sur les trente étudiés. Solnik (1973)<sup>96</sup> a fait le même test et a utilisé les données quotidiennes de 234 titres cotés sur huit grandes places financières Européennes entre 1966 et 1971. L'auteur a calculé les autocorrélations quotidiennes, hebdomadaires, bihebdomadaires et mensuelles. Il a affirmé que certaines places financières connaissaient des autocorrélations faibles. Lo et Mackinley (1988)<sup>97</sup> ont utilisé comme base le même test cité précédemment et lui ont apporté quelques modifications. Réellement, les auteurs ont fait des tests sur dix portefeuilles qu'ils ont créé à partir des titres de la bourse de New York suivant la capitalisation boursière des titres avant de tester les autocorrélations de chaque portefeuille. Conrad et Kaul (1988)<sup>98</sup> ont fait la même chose,

---

<sup>96</sup> Solnik, Bruno H. Note on the validity of the random walk for European stock prices. The journal of Finance, 1973, vol. 28, no 5, p. 1151-1159.

<sup>97</sup> Lo, Andrew W. Et Mackinlay, A. Craig. Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. The review of financial studies, 1988, vol. 1, no 1, p. 41-66.

<sup>98</sup> Conrad, Jennifer Et Kaul, Gautam. Time-variation in expected returns. Journal of business, 1988, p. 409-425.

seulement ces derniers se sont basés uniquement sur les autocorrélations hebdomadaires des portefeuilles. Les résultats des deux études démontrent une autocorrélation des portefeuilles supérieure à celle des titres. En particulier, pour les portefeuilles qui contiennent les titres de faible capitalisation. Fama et French (1988)<sup>99</sup> ont fait le même teste avec les rentabilités journalières des portefeuilles coté sur le NYSE sur une période relativement longue de 1926 à 1985. Les résultats affirment l'acceptation de la forme faible d'efficience.

#### ***-Tests De Marche Aléatoire Et De Quasi-Marche Aléatoire :***

Ce type de tests s'effectue en comparant les séries statistiques avec les séries aléatoires dans le but d'observer si la série étudiée suit ou non une marche aléatoire. Plusieurs recherches ont été effectuées à cet effet. On cite Fontaine (1990)<sup>100</sup> qui a utilisé le test de Box et Pearce<sup>101</sup> sur des données mensuelles. L'auteur conclut qu'il est impossible de prévoir les cours futurs à partir des cours passés.

Alexander et al(1992)<sup>102</sup> a développé un nouveau test qui consiste à vérifier l'efficience en utilisant un concept de quasi-marche aléatoire ou l'autocorrélation entre les rendements est nulle, mais les variances des rendements sont dépendantes des variances de celles qui les précèdent. L'auteur a testé les rendements mensuels des cinq plus grandes bourses mondiales entre 1970 et 1990 en se servant des processus ARCH. Les résultats obtenus de la modélisation des données par la quasi-marche aléatoire étaient soumis aux tests d'autocorrélations, Box et Pearce, Lo et Mackinley, l'auteur conclut donc l'acceptation de l'hypothèse d'efficience dans plus de 87% des cas.

#### ***-l'analyse spectrale, co-spectrale, la cointegration et le bootstrap :***

Granger et Morgenstern (1970)<sup>103</sup> ont développé l'analyse spectrale<sup>104</sup> et son utilisation à donner des résultats contrastés. En effet les auteurs ont conclu une indépendance totale entre les indices boursiers étudiés. Cependant, D'autres études plus récentes ont vérifié l'existence

---

<sup>99</sup> Fama, Eugene F. Et French, Kenneth R. Permanent and temporary components of stock prices. Journal of political Economy, 1988, vol. 96, no 2, p. 246-273.

<sup>100</sup> Fontaine, Patrice. Peut-on prédire l'évolution des marchés d'actions à partir des cours et des dividendes passés ?(tests de marche au hasard et de co-intégration). Journal de la société française de statistique, 1990, vol. 131, no 1, p. 16-36.

<sup>101</sup> **Le test de Box et Pearce** consiste à tester les autocorrélations des résidus d'équations de marche aléatoire. Si l'autocorrélation entre résidus s'affirme alors la série ne suit pas une marche aléatoire.

<sup>102</sup> Alexander, Carol O. Et Johnson, A. Are foreign exchange markets really efficient? Economics Letters, 1992, vol. 40, no 4, p. 449-453.

<sup>103</sup> Granger, Clive William John Et Morgenstern, Oskar. Predictability of stock market prices. Heath Lexington Books, 1970.

<sup>104</sup> **L'analyse spectrale** est une méthode qui se base sur la décomposition des séries stationnaires en cycle de type sinusoïdal afin de vérifier si cette série peut être présentée comme un enchainement de cycle identique. Si c'est le cas, la détection du début de cycle permet de prévoir l'évolution future de la série.

de relations entre les différents indices boursiers et la possibilité aux agents de réaliser des arbitrages.

Bertoneche (1979)<sup>105</sup> s'est servi de l'analyse co-spectrale<sup>106</sup> pour vérifier une éventuelle relation entre les indices de sept bourses mondiales : New York, Londres, Bruxelles, Frankfurt, Amsterdam, Paris, Milan. L'auteur est parvenu à démontrer une relation entre la bourse de New York et les bourses européennes. En effet, les fluctuations de la bourse de New York ont eu un effet direct sur les bourses d'Amsterdam et Bruxelles, qui à leurs tours ont affecté les autres bourses Européennes. L'auteur a aussi testé les rendements des indices individuellement et a confirmé qu'ils étaient complètement indépendants. L'auteur arrive donc, à la conclusion qu'il peut y avoir des relations entre différents indices qui suivent chacun de son côté une marche aléatoire.

Hakkio et Rush (1989)<sup>107</sup>, Fontaine (1990), Copeland (1991)<sup>108</sup> et Paget-Blanc (1993)<sup>109</sup> se sont servis des tests de cointégration<sup>110</sup> pour mettre en évidence les éventuelles relations entre les indices boursiers. Hakkio et Rush (1989) et Copeland (1991) ont montré qu'il existait des relations entre différents indices boursiers en utilisant des données journalières sur les marchés de changes, considérés d'ailleurs réfractaire et insensibles aux tests d'efficience des marchés.

Paget-Blanc (1993) a fait le même test et a utilisé les données quotidiennes des indices boursiers. L'auteur est parvenu aux mêmes résultats précédents c'est-à-dire l'acceptation de la forme faible d'efficience des marchés. Quant aux résultats de Fontaine (1990), qui s'est servi des données mensuelles, sont plus contrastés. En effet, l'auteur rejette l'hypothèse de marche aléatoire et donc la forme faible de l'efficience des marchés.

Acar, Berlin et Lequeux (1994) ont utilisé la méthode de bootstrap afin de tester l'action des moyennes mobiles sur les données quotidiennes des marchés de changes pendant dix ans. Les auteurs ont formé, à partir de séries originelles de nouvelles séries, permutant de façon

---

<sup>105</sup> Bertoneche, Marc L. Spectral analysis of stock market prices. *Journal of Banking & Finance*, 1979, vol. 3, no 2, p. 201-208.

<sup>106</sup> **L'analyse co-spectrale** consiste à comparer l'analyse spectrale de plusieurs séries chronologiques de même taille afin de mettre en évidence des relations stables entre les variables.

<sup>107</sup> Hakkio, Craig S. Et Rush, Mark. Market efficiency and cointegration: an application to the sterling and deutschmark exchange markets. *Journal of international money and finance*, 1989, vol. 8, no 1, p. 75-88.

<sup>108</sup> Copeland, Laurence S. Cointegration tests with daily exchange rate data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 1991, vol. 53, no 2, p. 185-198.

<sup>109</sup> Paget-Blanc, Eric. Diversification du portefeuille et structure des marchés boursiers internationaux : une étude empirique. 1993. Thèse de doctorat. Paris 13.

<sup>110</sup> **La co-intégration** permet de détecter la relation de long terme entre deux ou plusieurs séries temporelles.

aléatoire les rentabilités des séries premières. Ensuite ils ont appliqué les moyennes mobiles<sup>111</sup> à toutes les séries y compris l'originelle. Les résultats montrent que la gestion effectuée par les moyennes mobiles sur la série originelle apporte des profits plus importants par rapport aux autres séries. Les auteurs avaient pour but donc, de démontrer que les autocorrélations des rentabilités n'étaient pas nulles, et que les moyennes mobiles restent un bon moyen pour profiter des autocorrélations.

### **I-2-2-La Forme Semi-Forte D'efficacité Des Marchés (Tests D'études D'évènements) :**

Cette forme postule que toutes les informations disponibles concernant un actif financier sont intégrées dans le prix de l'actif à l'instant même où ces informations sont rendues publiques. Il n'y a donc aucun décalage horaire entre la publication des informations et leurs intégrations dans les cours. Cette instantanéité se traduit par une intervention immédiate de la part des investisseurs, comme s'il s'agissait d'un réflexe. De même pour l'information, elle doit être traitée et analysée en temps réel ; les informations utilisées au sein de cette forme regroupent : les historiques des cours passés, annonces des bénéfices, publications financières des firmes (états des résultats, rapports annuels, etc.), annonce des dividendes, études effectuées par les analystes financiers.

La vérification de la forme semi-forte d'efficacité des marchés repose sur la vitesse d'ajustement des cours (prix) en présence de nouvelles informations. En effet, pour qu'un marché puisse prétendre être efficace selon la forme semi-forte, l'ajustement des cours (prix) doit être immédiat.

Au sein des marchés, l'ajustement des cours à l'annonce de nouvelles informations se fait rarement voir même jamais de manière instantanée, il faut toujours un certain temps (de quelques minutes à quelques jours) pour que l'information s'intègre complètement dans le cours. Dann, Mayers et Raab (1977)<sup>112</sup> ont observé la vitesse réactionnelle des marchés face à l'annonce de négociation d'un bloc d'actions. Les auteurs ont conclu que pour les titres les plus convoités du marché, les investisseurs ne peuvent tirer profit de l'information plus de cinq minutes en moyenne après son annonce. Cependant, en considérant les délais de réactions et les coûts de transactions, l'information est intégrée entièrement au bout de quinze minutes. Patell et Wolfson (1984)<sup>113</sup> ont étudié la vitesse d'ajustement des cours suite à l'annonce de 571

---

<sup>111</sup> La méthode des moyennes mobiles permet de lisser les cours en calculant quotidiennement une valeur égale à la somme de tous les cours précédents divisé par le premier cours.

<sup>112</sup> Dann, Larry Y., Mayers, David, Et Raab Jr, Robert J. Trading rules, large blocks and the speed of price adjustment. Journal of Financial Economics, 1977, vol. 4, no 1, p. 3-22.

<sup>113</sup> Patell, James M. Et Wolfson, Mark A. The intraday speed of adjustment of stock prices to earnings and dividend announcements. Journal of financial economics, 1984, vol. 13, no 2, p. 223-252.

informations concernant les dividendes et les bénéfices de 96 firmes Américaines entre 1976 et 1977. Les auteurs ont conclu que le marché était très sensible aux annonces de dividendes par rapport aux annonces de bénéfices. Le temps de réaction moyen pour les dividendes varie entre cinq et quinze minutes. Les auteurs valident donc la forme semi-forte d'efficience des marchés. Buse et Green (2002) ont analysé les réactions des marchés face aux analyses quotidiennes proposées par la chaîne Américaine CNBC. L'étude est faite sur 322 analyses de titres dans une durée de 84 jours (mi-juin à mi-octobre 2000). Les auteurs ont remarqué que les réactions d'achat sont moins vives mais beaucoup plus rapide (de 15 secondes à 15 minutes en moyenne) que celles des ventes. Donc, ces derniers ne peuvent que corroborer cette forme d'efficience.

La vitesse d'ajustement des prix en présence de nouvelles informations n'est pas le seul moyen de tester cette forme. En effet, les chercheurs se sont intéressés aux réactions des marchés à l'annonce d'évènements non anticipés. L'ensemble de ce type de tests est connu sous le nom d'études d'évènements<sup>114</sup>. Ces études sont très nombreuses et n'ont pas toutes comme objectif la vérification d'efficience. La majorité d'entre elles cherchent à évaluer les réactions des marchés à la survenue d'évènements imprévus. L'efficience n'est alors que conclusion secondaire. Néanmoins beaucoup de travaux universitaires ont eu comme objet de vérifier la théorie d'efficience à travers les tests d'évènements.

Afin de différencier entre le caractère familial ou non familial de l'entreprise émettrice, Martinez (2002) a observé, l'impact des émissions d'actions, d'obligations classiques ou optionnelles sur les cours boursiers entre 1991 et 1998. L'échantillon se compose de 141 entreprises cotées en France, dont 63 entreprises non familiales et 78 entreprises familiales. Les résultats affirment que, les cours boursiers ne réagissent pas de la même manière pour les entreprises à caractère familiales par rapport aux non familiales. Notamment pour les émissions d'actions et d'obligations optionnelles. L'auteur conclut que la réaction des agents n'est pas la même face au type de contrôle, de capital et de gestion des entreprises émettrices.<sup>115</sup>

Fama, Fisher, Jensen et Roll (1969)<sup>116</sup> ont analysé 940 distributions d'actions de 622 firmes durant la période de 1927 à 1957 cotés au NYSE. Les auteurs ont distingué une rentabilité anormale positive. Ultérieurement, plusieurs recherches dans le même sens ont exposé une réaction positive aux cours en présence d'annonce de divisions d'actions (Grinblatt,

---

<sup>114</sup> **Les études d'évènements** se distinguent par la méthodologie qu'ils emploient, cette dernière consiste à évaluer l'écart existant entre le prix réel du titre étudié et un prix théorique déterminé par plusieurs méthodes.

<sup>115</sup> Bouattour Mondher ; Efficience informationnelle, sous-réaction à l'information et effet de disposition : Une approche expérimentale. ; Université Toulouse 1 ; 2012 ; P 28

<sup>116</sup> Fama, Eugene F., Fisher, Lawrence, Jensen, Michael C., et al. The adjustment of stock prices to new information. International economic review, 1969, vol. 10, no 1, p. 1-21.

Masulis et Titman (1984)<sup>117</sup> ; Lakonishok et Vermaelen (1986)<sup>118</sup> ; Downen (1990)<sup>119</sup>). Ball et Warner (1968)<sup>120</sup> ont étudié les annonces de distribution des dividendes de 261 sociétés américaines pendant vingt ans. Watts (1973)<sup>121</sup> a analysé l'évolution des rentabilités de 310 entreprises pendant les 24 mois qui précédaient l'annonce de variations non anticipées de dividendes. Les résultats montrent que, dans tous les cas, le marché ajuste son évaluation de l'entreprise aux nouvelles distributions de dividendes dans les deux jours après l'annonce. Scholes et al (1972)<sup>122</sup> ont analysé la réaction du marché à l'annonce de 345 négociations de blocs au NYSE. Les auteurs remarquent une rentabilité anormale négative le jour même de l'annonce et qui se prolonge durant les six jours qui suivent. Dann, Mayers et Raad (1977) ont mis en évidence la présence de rentabilité anormale négative en analysant un échantillon de 298 cessions de blocs.

On remarque que, la plupart des études réalisées sur des données quotidiennes démontrent un ajustement instantané des cours en présence d'information publique (preuve que le marché est efficient au sens semi-fort). Cependant, d'autres études affirment que la réaction des marchés à l'information peut aller jusqu'à plusieurs mois après son annonce (Bernard et Thomas, 1989 ; Truong, 2011), ce qui est contradictoire avec l'hypothèse d'efficacité au sens semi-fort.

### **I-2-3-La Forme Forte D'Efficiency Des Marchés :**

La forme forte d'efficacité des marchés est la moins intuitive<sup>123</sup>. Elle insinue qu'il est impossible d'utiliser les informations non publiques (privées) d'un actif financier afin de prévoir l'évolution future du prix de cet actif. Donc, il est inutile pour un investisseur quelconque d'utiliser les informations privées qu'il détient, car son action enseignera automatiquement les autres investisseurs du marché. Cette forme d'efficacité inclut toutes les catégories d'informations, et s'intéresse particulièrement aux informations privilégiées qui ne

---

<sup>117</sup> Grinblatt, Mark S., Masulis, Ronald W., Et Titman, Sheridan. The valuation effects of stock splits and stock dividends. *Journal of financial economics*, 1984, vol. 13, no 4, p. 461-490.

<sup>118</sup> Lakonishok, Josef Et Vermaelen, Theo. Tax-induced trading around ex-dividend days. *Journal of Financial Economics*, 1986, vol. 16, no 3, p. 287-319.

<sup>119</sup> Downen, Richard J. The stock split and dividend effect: information or price pressure?. *Applied Economics*, 1990, vol. 22, no 7, p. 927-932.

<sup>120</sup> Ball, R. and P. Brown. An empirical evaluation of accounting income numbers, *Journal of Accounting Research* 6, 1968, 159-178.

<sup>121</sup> WATTS, Ross. The information content of dividends. *The Journal of Business*, 1973, vol. 46, no 2, p. 191-211.

<sup>122</sup> Black, F. Et Jensen, Michael. M. Scholes, 1972, The capital asset pricing model: Some empirical tests. *Studies in the Theory of Capital Markets*, vol. 79, p. 121.

<sup>123</sup> Fama, Eugene F. The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 1965, vol. 38, no 1, p. 34-105.

sont pas forcément publiques<sup>124</sup>. En d'autres termes, elle repose sur le traitement d'information privé : y'a-t-il des agents qui détiennent des informations privées et qui ne sont pas intégrées dans les cours ? Si la réponse est oui, Ces derniers, peuvent t'ils réaliser des gains supérieurs par rapport aux agents qui ne détiennent pas cette information ? Il est certain que certains investisseurs disposent d'informations privées. Granger et Morgenstern mettent en évidence la position favorisée des teneurs de marchés à la bourse de New York. Les auteurs confirment que ces agents ont le pouvoir d'anticiper parfaitement les cours d'ouverture de la séance suivante si les ordres conditionnels n'ont pas été exécutés lors de la séance en cours. S'ils avaient la possibilité de prendre des comptes personnels, ils auraient sans doute pu réaliser des profits anormaux. Il est évident aussi que pour les investisseurs institutionnels, ayant un accès facile et régulier à l'information privée de réaliser des gains plus importants que les autres investisseurs sur le marché<sup>125</sup>.

Les tests de la forme forte sont très restreints et se limitent à trois grandes familles : la famille qui regroupe les études portant sur les délits d'initiés<sup>126</sup>, la famille qui regroupe les études qui analysent les performances des portefeuilles gérés par les professionnels<sup>127</sup> et la troisième famille est constituée de tous les autres tests qu'il est difficile de lier par un point commun, il s'agit plus d'études de cas que de tests statistiques.

### ***-Tests Sur Les Délits D'initiés :***

Un délit d'initié se constitue dès qu'une opération d'initié devient répréhensible. Donc les opérations d'initiés ne sont pas toutes des délits, ce sont des opérations d'achat ou de vente faites par des initiés, qui permettent d'informer les non-initiés, par un effet d'imitation. En effet, les investisseurs ordinaires vont agir dans le même sens que les initiés. Les délits d'initiés ont donc un rôle positif au sein des marchés financiers.

Les premières études concernant les délits d'initiés reviennent à Niederhoffer et Osborne (1966)<sup>128</sup>, Scholes (1972) et Jaffe (1974)<sup>129</sup>. Les deux premières études font souligner

---

<sup>124</sup> Walter Christian Pierre ; Une histoire du concept d'efficience sur les marchés financiers ; Annales Histoire Sciences Sociales ed 51 n°4 ; 1996 ; P 894 ;

<sup>125</sup> Lardic, Sandrine Et Mignon, Valérie. L'efficience informationnelle des marchés financiers. La découverte, 2006. P128.

<sup>126</sup> Ces études permettent de savoir si les investisseurs ont pu réaliser des gains anormaux et si leurs ordres de vente ou d'achat ont permis à informer le marché.

<sup>127</sup> Gillet Philippe ; l'efficience des marches financiers ; 2eme editions ; Economica paris ; 2006 ; P 117.

<sup>128</sup> Niederhoffer, Victor Et Osborne, Matthew Fontaine Maury. Market making and reversal on the stock exchange. Journal of the American Statistical Association, 1966, vol. 61, no 316, p. 897-916.

<sup>129</sup> Jaffe, Jeffrey F. Special information and insider trading. The Journal of Business, 1974, vol. 47, no 3, p. 410-428.

que certains investisseurs disposent d'informations privilégiées qui ne sont pas intégrées dans les cours, permettant la réalisation de profits anormaux. Ces travaux marquent une inefficience au sens fort du marché selon Fama (1970)<sup>130</sup>. L'étude de Jaffe (1974) s'intéresse à la spéculation des investisseurs. En effet, l'auteur montre d'une part que les investisseurs détiennent des informations privées qui ne sont pas reflétées dans les cours, et d'autres parts, que la détention de ces informations leur permet de réaliser des gains anormaux. L'auteur conclut alors une inefficience au sens fort des marchés.

Mleulbroeck (1992) et Guivarc'h (1996) ont adopté une position plus moderne en étudiant l'impact des opérations d'initiés<sup>131</sup> sur l'efficacité informationnelle des marchés Américains et Français. Mleulbroeck (1992) a étudié le NYSE, l'auteur a pris comme échantillon les 64 cas de délits d'initiés relevés par la SEC de 1980 à 1989 ; Guivarc'h (1996) a étudié le marché français en se servant des 32 cas publiés par la COB entre 1986 et 1994. Les auteurs ont analysé les réactions des cours en présence d'une opération d'initié par une méthodologie de type études d'événements et sont parvenus à démontrer que le marché réagissait à ces opérations. En effet, les auteurs ont affirmé, que ce soit pour le marché américain ou le marché français la présence de rentabilités anormales le jour même des opérations d'initiés (Jour qui est censé être ordinaire (de non-événement) pour les autres investisseurs).

### ***-La Mesure Des Performances Des Portefeuilles :***

Ce genre de tests se fait en comparant les performances des portefeuilles gérés par des professionnels et les performances des portefeuilles gérés par des non-professionnels. En effet, les professionnels ont la réputation de détenir plus d'informations pour prendre les décisions par rapport aux non-professionnels. On peut donc penser qu'ils sont susceptibles d'être informés plus tôt que les non professionnels. Leurs rendements devraient alors être supérieures à celles des non-professionnels. Plusieurs études ont été faites dans ce sens. On cite, Grinblatt et Titman (1989)<sup>132</sup> qui ont fait une comparaison entre les performances des *mutual funds Américains* et une stratégie naïve de placement durable durant la période de 1975 à 1984. Dans le même ordre d'idées, Henrikson (1984) et Ippolito (1989)<sup>133</sup> ont cherché à observer si les

---

<sup>130</sup> Malkiel, Burton G. Et Fama, Eugene F. Efficient capital markets: A review of theory and empirical work. The journal of Finance, 1970, vol. 25, no 2, p. 383-417.

<sup>131</sup> Une opération d'initiés n'est pas un délit d'initiés, c'est une opération (achat ou vente) commise par un initié.

<sup>132</sup> Grinblatt, Mark Et Titman, Sheridan. Mutual fund performance: An analysis of quarterly portfolio holdings. Journal of business, 1989, p. 393-416.

<sup>133</sup> Ippolito, Richard A. Efficiency with costly information: A study of mutual fund performance, 1965-1984. The Quarterly Journal of Economics, 1989, vol. 104, no 1, p. 1-23.

*mutual funds Américains* pouvaient battre le marché. Henrikson (1984)<sup>134</sup> a analysé les prestations de 116 fonds entre 1968 et 1980. L'auteur conclut, qu'après soustraction des rémunérations des gérants et frais de gestion, les performances des deux portefeuilles étaient assez proches (0,02% de différence mensuelle). Pareillement, Ippolito (1989) montre après avoir analysé 143 fonds de 1965 à 1984 qu'en moyenne, après déduction des frais (rémunération des agents et frais de gestion) les performances des fonds étaient inférieures par rapport à la prestation du marché de 0.83%. Ces résultats affirment l'acceptation d'efficience au sens fort.

### ***-L'Attitude Des Pseudo-Initiés :***

Ces études portent sur le comportement des pseudo-initiés<sup>135</sup>. Ce sont des détenteurs d'informations privées mais qui n'en ont pas encore fait usage contrairement aux initiés. Ce sont des initiés potentiels, puisqu'ils peuvent être informés de l'occurrence d'un événement<sup>136</sup>. Cependant, il est impossible de savoir si cette information sera utilisée ou pas.

Il est très difficile d'analyser les comportements des pseudo-initiés, car ces derniers ne peuvent utiliser l'information privée afin de réaliser des arbitrages. Cependant, la gestion des portefeuilles des titres de l'entreprise ou un pseudo-initié est impliqué peut le conduire à des opérations, qui reflètent des connaissances qu'il peut avoir concernant la firme. Donc, lorsqu'un haut cadre qui a l'habitude de convertir chaque mois une partie de son salaire en titres de l'entreprise à laquelle il appartient arrête subitement de la faire, cela donne une idée sur le futur de son entité. Il n'est pas obligé qu'une annonce soit faite. Simplement, l'analyse des éléments que sa position lui permet de détenir le pousse à douter de l'avenir de son entreprise. Aucun délit n'est constitué dans ce cas, puisqu'il n'a profité d'aucune information. Le cadre a juste fait une analyse personnelle à partir d'éléments dont il dispose. Donc, sans l'utilisation d'aucune information privée sur l'entreprise à laquelle il appartient, le pseudo-initié occupe une position d'analyse, puisqu'il se trouve au cœur du processus de création de valeur. Il existe plusieurs types de pseudo-initié, on présente :

- Le premier type concerne les cadres dirigeants des entreprises, ces derniers sont amenés à négocier des contrats commerciaux, plans d'investissements, comptes sociaux, etc.

---

<sup>134</sup> Umanaheswar Rao, S P. *American Business Review*; West Haven Vol. 18, N° 2, 2000, P 75-79.

<sup>135</sup> Les pseudo-initiés sont des personnes qui détiennent des informations privilégiées par le biais de leurs fonctions ou compétences et qui n'en font pas usage.

<sup>136</sup> Gillet Philippe ; *l'efficience des marchés financiers* ; 2eme editions ; Economica paris ; 2006 ; P 130.

ces cadres savent à l'avance les projets qu'ils ont en charge ou bien les comptes qu'ils sont amenés à établir et les résultats qui en découlent.

- Le deuxième type concerne les cadres et les salariés de l'entreprise, ceux qui n'appartiennent pas forcément à la direction mais qui détiennent des informations spécifiques, avant qu'elles ne soient annoncées au grand public ou même les dirigeants.
- Le troisième type concerne l'ensemble des conseils externes à l'entreprise, qui, par le biais de leurs fonctions connaissent des informations sur l'entreprise avant les autres investisseurs.

Ces tests restent peu probants, en effet, si ces derniers convergent vers la validation de la forme forte d'efficience des marchés. Ils ne peuvent en aucun cas l'imposer car leurs champs de validation est trop étroit pour confirmer totalement la théorie, qui continue à rester dans l'état d'hypothèse.

### **I-3-Les Anomalies De La Théorie D'Efficience Des Marchés :**

L'efficience des marchés financiers est une théorie dont les places financières ne font que se rapprocher jour après jours, mais sans l'atteindre parfaitement. En réalité, plusieurs conditions sont indispensables à sa validation, et ces conditions ne sont jamais toutes réunies. Les études précédentes montrent que l'hypothèse est acceptée dans sa globalité, cependant, il existe quelques domaines où, chercheurs et praticiens ont montré qu'il était possible de réaliser des arbitrages profitables. C'est-à-dire qu'il était possible en faisant de simple aller-retour à des instants précis de réaliser des profits immédiats et sans courir aucun risque. On pourra donc nommer biais, toute opération effectuée sur un marché financier pouvant accroître la rentabilité d'un portefeuille sans prendre de risque supplémentaire. Les biais d'inefficience sont nombreux on cite :

#### **I-3-1-L'Effet Cycle Et Les Biais Liés Aux Caractéristiques Des Firmes :**

Les biais de cycles sont les premiers à être mis en évidence. Ce type d'anomalies renvoie l'existence d'un excès de rentabilités à des périodes précises. On cite : l'effet fin de semaine, l'effet fin de mois et l'effet fin d'année.

**-L'Effet « Fin De Semaine » :**

Cet effet a été introduit par Osborne (1962)<sup>137</sup> ensuite par French (1980)<sup>138</sup> qui a analysé les rentabilités de la bourse de New York de 1953 à 1977. L'auteur a affirmé que les rentabilités étaient négatives les lundis par rapport aux autres jours de la semaine. Hamon et Jacquillat (1988)<sup>139</sup> ont refait exactement la même étude que celle de French (1980) et ils sont parvenus aux mêmes résultats, c'est à dire que les rentabilités étaient négatives le premier jour de la semaine. French (1980) a expliqué cette négativité par le fait que les entreprises annonçaient les mauvaises nouvelles les concernant le vendredi après la clôture des marchés, pour que les investisseurs puissent digérer l'information et éviter ainsi le phénomène de sous-évaluation des titres. Et que, au contraire, les bonnes nouvelles étaient divulguées en jour de semaine pour éviter le phénomène de surévaluation des titres de la firme. L'auteur conclut son article en présentant la rentabilité négative du premier jour de semaine comme une inefficience des marchés financiers et que si les investisseurs voulaient augmenter leurs rentabilités futures, ils devraient retarder leurs achats jusqu'au lundi et avancer leurs ventes le vendredi d'avant. Hamon et Jacquillat (1992) ont fait une autre analyse pour le marché français, les auteurs ont étudié les rentabilités mensuelles de 205 titres d'Avril 1988 à Décembre 1989 et ils sont parvenus exactement aux mêmes résultats précédents.

**-L'Effet « Fin De Mois » :**

Ariel (1987)<sup>140</sup> est passé par les mêmes étapes que French (1980) afin de mettre en évidence un effet fin de mois en prenant comme échantillon deux indices relatifs aux actions cotés sur le NYSE entre 1963 et 1981 (le premier indice prend les prix pondérés et le second les prend non pondérés). L'auteur montre que les rentabilités sont supérieures durant la première moitié du mois par rapport à la deuxième moitié du mois. Cet effet est difficilement explicable. Les tentatives d'explication se recentrent donc sur l'hypothèse de réaménagement des portefeuilles. En effet, la plupart des marchés sont gouvernés par des gestionnaires de portefeuilles qui veulent afficher de bonnes performances à chaque fin d'année. Alors que la normalisation comptable leur impose de n'afficher que les résultats réels (les profits des titres réellement vendus). Donc, pour présenter une performance intéressante, les gestionnaires sont

---

<sup>137</sup> Osborne, Maury FM. Periodic structure in the Brownian motion of stock prices. Operations Research, 1962, vol. 10, no 3, p. 345-379.

<sup>138</sup> French, Kenneth R. Stock returns and the weekend effect. Journal of financial economics, 1980, vol. 8, no 1, p. 55-69.

<sup>139</sup> Hamon, J. et B. Jacquillat, 1992, Le marché français des actions : études empiriques 1977-1991, PUF, Paris.

<sup>140</sup> Ariel, Robert A. A monthly effect in stock returns. Journal of financial economics, 1987, vol. 18, no 1, p. 161-174.

en quelques sortes obligés de vendre les titres avant la date de calcul des performances et de les racheter après. Cette explication reste toutefois incertaine car aujourd'hui la plupart des législations comptables acceptent de comptabiliser les plus-values potentielles en réévaluant les titres à leurs valeurs de marché lors de la date de clôture des bilans.

**-L'Effet « Fin D'Année » :**

Cet effet a été démontré par Rozeff et Kinney (1976)<sup>141</sup>, les auteurs ont affirmé que les rentabilités des actions étaient plus faibles que les rentabilités moyennes durant les derniers jours du mois de Décembre pour ensuite se révéler plus importantes durant les premiers jours du mois de Janvier. En effet, les auteurs ont mesuré une rentabilité moyenne positive de 3,5% pour les mois de janvier durant 74 années (de 1904 à 1974). Cependant, les rentabilités moyennes des mois qui ont suivi (de Février à Décembre) étaient toujours positives mais moins importantes 0,5% sur la même période. Cet effet a été aussi mis en évidence par Hamon et Jaquillat (1992) en France, et les résultats étaient similaires à ceux observés aux USA. Une explication à ce phénomène est l'effet fiscal. Effectivement, pour que les entreprises bénéficient d'une fiscalité avantageuse et une réduction sur leurs revenus imposables, ces dernières se mettent à vendre leurs actions pour ensuite les racheter en début d'année, cette action provoquerait alors une vente massive des titres en fin Décembre et des achats massifs en début Janvier (d'où la baisse des rentabilités moyennes fin Décembre et la hausse des rentabilités moyennes début Janvier). Cela démontre qu'une bonne partie de la négociation pendant le mois de décembre est liée à la réalisation des titres perdants (Odean, 1998b ; Heino, 2011<sup>142</sup>).

Un autre type de biais, lié aux caractéristiques des entreprises, a été décelé. Ce sont des biais qui ne peuvent en aucun cas être traité par les modèles fondamentaux classiques fondés sur l'hypothèse d'efficacité. Ces modèles sont : le modèle de marché et le MEDAF (Modèle d'Evaluation Des Actifs Financiers) de Sharpe (1964)<sup>143</sup> et Lintner (1965)<sup>144</sup>. Parmi ces biais, on cite l'effet PER, l'effet Book to Market et l'effet taille.

---

<sup>141</sup> Rozeff, Michael S. Et Kinney Jr, William R. Capital market seasonality: The case of stock returns. Journal of financial economics, 1976, vol. 3, no 4, p. 379-402.

Odean, Terrance. Volume, volatility, price, and profit when all traders are above average. The journal of finance, 1998, vol. 53, no 6, p. 1887-1934.

<sup>142</sup> HEINO, Mikael. Some evidence supporting the disposition effect in the finnish stock market during 2000-2007. Working paper, 2011.

<sup>143</sup> Sharpe, William F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. The journal of finance, 1964, vol. 19, no 3, p. 425-442.

<sup>144</sup> Lintner, John. Security prices, risk, and maximal gains from diversification. The journal of finance, 1965, vol. 20, no 4, p. 587-615.

**-L'Effet Taille :**

Cet effet fait partie des biais les plus analysés, autant par les théoriciens que par les praticiens. Banz (1981)<sup>145</sup>, Ibbostom (1984) et Fama et French (1992)<sup>146</sup> ont affirmé que les rentabilités des titres à faibles capitalisations étaient supérieures par rapport à celles des titres à forte capitalisations. L'explication de cet effet est très simple : une faible capitalisation signifie un risque important pour l'investisseur, et donc, plus les risques sont importants plus les investisseurs exigent des rentabilités élevées. Banz (1981) a mis en évidence, durant la période 1936-1975, une relation inverse entre les rentabilités des sociétés cotées sur le NYSE et leurs capitalisations boursières et a montré en employant le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF), que les firmes qui ont des capitalisations boursières faibles enregistraient des rendements supérieurs à ceux dont les capitalisations boursières étaient importantes. Ibboston (1983) a montré qu'un portefeuille composé de 20% de titres à faibles capitalisations du NYSE avait une rentabilité supérieure à celle d'un portefeuille composé de tous les titres du marché de 51%. En dehors du marché américain, cet effet a été mis en évidence sur plusieurs places financières, on cite : le marché français (Hamon et Jaquillat 1992) et le marché canadien (Francoeur, 2006).

**-L'Effet PER (Price Earning Ratio) Et l'Effet Book To Market:**

L'effet PER va dans le même sens que l'effet taille. Cependant, la comparaison dans ce biais se fait à base de PER<sup>147</sup> contrairement à l'effet taille qui se fait à base de capitalisations boursières des entreprises. Un PER élevé se traduit directement par une appréciation du titre et au contraire un PER faible insinuera donc que le titre est moins apprécié. Basu (1977)<sup>148</sup> a montré qu'il y'avait une relation négative entre le PER et la rentabilité des titres, les titres qui ont un PER faible ont une rentabilité importante par rapport aux titre dont le PER est élevé. Le même constat a été fait en France par Bourton et Nivoix (1996).

Le Book To Market ratio est le rapport entre la valeur comptable d'une entreprise et la valeur de marché de ses capitaux propres.<sup>149</sup> Un ratio élevé se traduit automatiquement par une

---

<sup>145</sup> Banz, Rolf W. The relationship between return and market value of common stocks. Journal of financial economics, 1981, vol. 9, no 1, p. 3-18.

<sup>146</sup> Fama, Eugene F. et French, Kenneth R. The cross-section of expected stock returns. the Journal of Finance, 1992, vol. 47, no 2, p. 427-465.

<sup>147</sup> Le PER est le rapport du cours d'un actif divisé par le bénéfice du même actif.

<sup>148</sup> Basu, Sanjoy. Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: A test of the efficient market hypothesis. The journal of Finance, 1977, vol. 32, no 3, p. 663-682.

<sup>149</sup> Gillet Philippe ; l'efficience des marches financiers ; 2eme editions ; Economica paris ; 2006 ; P 151.

appréciation du titre, car le marché dans ce cas-là, aura attribué à l'entreprise une valeur supérieure à la valeur de ses actifs comptables. Et à l'opposé, un ratio moins important s'interprète pour l'entreprise par une dépréciation de sa valeur du marché par rapport à la valeur comptable de ses actifs. Cet effet a été analysé par Rosenberg, Reid et Lanstein (1985)<sup>150</sup>. Ces derniers ont montré une relation positive entre le ratio Book to Market et la rentabilité des titres. Fama et French (1991)<sup>151</sup> ont prouvé que, outre l'effet taille, le *Book to Market* représentait aussi un facteur clé dans l'explication des rentabilités boursières, en effet, les auteurs ont montré que les entreprises dont le ratio était important avaient des taux élevés de rentabilités espérées. Chan, Hamao et Lakonishok (1991)<sup>152</sup> sont parvenus aux mêmes résultats précédents sur le marché japonais. Cependant, Levis et Liodakis (2001)<sup>153</sup> n'ont exposé aucune relation sur le marché britannique. Fama et French (1993)<sup>154</sup> interprètent les rentabilités élevées des titres à ratios élevés par l'ajout d'une prime de risque aux facteurs classiques de risque systématique calculée par le coefficient  $\beta$  du MEDAF. Et en contrepartie, Daniel et Titman (1997)<sup>155</sup> affirment que les rentabilités des titres sont fonctions uniquement des caractéristiques des firmes.

Après l'exposition des effets taille, PER et Book To Market, Fama et French (1993) concluent que la rentabilité des titres dépend de deux facteurs : le rendement du marché et des facteurs liés aux caractéristiques des firmes. Dans ce sens, les auteurs ont effectué un model ou ils ajoutent au rendement du marché deux facteurs de risque supplémentaires liés à la taille des firmes et au ratio *Book To Market*<sup>156</sup>, ce model permet une meilleure compréhension des rendements des titres. D'ailleurs, Molay (2000)<sup>157</sup> le valide complètement sur le marché français et montre que les rentabilités des titres dépendent positivement du Book To Market et

---

<sup>150</sup> Rosenberg, Barr, Reid, Kenneth, et LANSTEIN, Ronald. Efficient Capital Markets: II. Persuasive Evidence of Market Inefficiency, 1985, vol. 11, no 3, p. 9-16.

<sup>151</sup> Fama, Eugene F., French, Kenneth R., Booth, David G., et al. Differences in the risks and returns of NYSE and NASD stocks. Financial Analysts Journal, 1993, vol. 49, no 1, p. 37-41.

<sup>152</sup> Chan, Louis KC, Hamao, Yasushi, et LAKONISHOK, Josef. Fundamentals and stock returns in Japan. The journal of finance, 1991, vol. 46, no 5, p. 1739-1764.

<sup>153</sup> Levis, Mario et LIODAKIS, Manolis. Contrarian strategies and investor expectations: the UK evidence. Financial Analysts Journal, 2001, vol. 57, no 5, p. 43-56.

<sup>154</sup> Fama, Eugene F. et French, Kenneth R. Common risk factors in the returns on stocks and bonds. Journal of, 1993.

<sup>155</sup> Daniel, Kent, Grinblatt, Mark, Titman, Sheridan, et al. Measuring mutual fund performance with characteristic-based benchmarks. The Journal of finance, 1997, vol. 52, no 3, p. 1035-1058.

<sup>156</sup> Bouattour Mondher ; Efficience informationnelle, sous-réaction à l'information et effet de disposition : Une approche expérimentale. ; Université Toulouse 1 ; 2012 ; P 34.

<sup>157</sup> Molay, E. Effets Taille et Ratio Book-To-Market sur le marché français: Un test du modèle de rentabilité de Fama et French (1993). XV journée des IAE, Biarritz, 2000.

négativement du facteur taille. Néanmoins, la variable explicative maîtresse reste le risque de marché.

### **I-3-2-L'Excès De Volatilité Et Les Volumes De Transactions :**

Selon la théorie d'efficacité des marchés financiers, les cours des titres des entreprises devraient refléter leurs cours fondamentaux. En d'autres termes, les prix des actifs sur un marché efficient, devraient fluctuer dans des marges raisonnables avec leurs valeurs fondamentales. Toutefois, plusieurs recherches ont réfuté les propos de ce postulat en montrant que les cours boursiers et les valeurs fondamentales évoluaient rarement dans le même sens, ces constats affirmeraient donc l'existence de volatilité au sein des marchés financiers. Une volatilité faible s'explique par des écarts de cours réduits, inversement, un excès de volatilité, se justifie par des écarts importants et durables. Shiller (1981)<sup>158</sup> fait partie des premiers à avoir apporté la preuve en analysant le marché Américain, que les cours du Standard & Poors 500 présentaient une forte volatilité comparée à celle de leurs valeurs fondamentales<sup>159</sup>. Preuve d'existence d'un comportement irrationnel au sein des marchés financiers. Ces résultats ont relancé une controverse sur l'efficacité des marchés et sur leur rationalité.

Récemment, De Long et Becht (1992)<sup>160</sup> ont exposé l'existence d'une volatilité excessive des cours d'actions au sein du marché allemand après la seconde guerre mondiale. Cuthbertson et Hyde (2002)<sup>161</sup> ont analysé, quant à eux, l'efficacité des marchés d'actions allemand et français à travers l'existence d'une éventuelle volatilité des cours. Les auteurs ont conclu en appliquant un modèle où les rendements excédentaires étaient constants, la présence d'une volatilité excessive, infirmant par conséquent, la validité de l'hypothèse d'efficacité des marchés. Cet excès de volatilité s'explique au sein de la finance comportementale à travers plusieurs biais cognitifs. Effectivement, il arrive que les investisseurs pensent que les hausses de rentabilités entraîneraient un accroissement automatique des taux moyens des rentabilités, et que ces taux seraient plus variables qu'ils ne le sont réellement. Leurs pensées exubérantes tireraient alors les prix vers le haut vis-à-vis des rentabilités. Chose qui accentuerait la volatilité des cours. Ces comportements feraient appel à l'heuristique de représentativité à travers la loi

---

<sup>158</sup> Shiller, Robert J., et al. Alternative tests of rational expectations models: The case of the term structure. *Journal of Econometrics*, 1981, vol. 16, no 1, p. 71-87.

<sup>159</sup> La valeur fondamentale est calculée à partir de la chronique des dividendes passés en utilisant le célèbre modèle de Gordon-Shapiro.

<sup>160</sup> De Long, J. Bradford, Becht, Marco, et al. " Excess volatility" and the German stock market, 1876-1990. *European University Institute*, 1992.

<sup>161</sup> Cuthbertson, Keith et HYDE, Stuart. Excess volatility and efficiency in French and German stock markets. *Economic Modelling*, 2002, vol. 19, no 3, p. 399-418.

des petits nombres où les investisseurs surestiment la capacité des petits échantillons à refléter les propriétés de la population mère (Barberis et Thaler, 2003)<sup>162</sup>. Le biais d'excès de confiance pourrait, également, justifier l'écart des prix par rapport à leurs valeurs fondamentales. Effectivement, Le raisonnement proposé par la littérature comportementale indique clairement que la présence d'investisseurs sur-confiants s'accompagne souvent d'une volatilité excessive des cours, sous forme de volume de transaction élevé (Ko et Huang (2007)).

Le fait qu'une forte volatilité soit le résultat direct d'un volume élevé de transaction a été objet d'une large littérature. Odean (1999)<sup>163</sup> a fait une analyse des relevés de comptes de 66 000 clients de février 1991 à janvier 1997. Ce dernier a trouvé un taux de rotation annuel de 75%. Carhart (1997)<sup>164</sup> a fait la même étude et a obtenu un taux de rotation annuel de 77% sur les fonds collectifs. Barber et Odean (2000) montrent qu'il n'y a pas une grande différence entre les performances des investisseurs actifs et moins actifs. Gervais et Odean (2001)<sup>165</sup> ont affirmé qu'un volume extrêmement élevé de transactions serait essentiellement dû à une sur-confiance de la part des investisseurs. Effectivement, des dividendes élevées augmenteraient la confiance des investisseurs dans leurs gestions de portefeuilles et les inciteraient à être plus actifs. Cela se traduirait par une élévation des volumes des transactions suite à une hausse des cours.

Ainsi, tout excès de volatilité reste un biais qui ne peut s'expliquer par l'hypothèse d'efficacité informationnelle. Il revient à la présence d'investisseurs irrationnels. Une forte volatilité des cours des titres et des volumes de transaction excessifs sont le résultat de croyances hétérogènes d'investisseurs irrationnels.

### **I-3-3-Les Bulles Spéculatives :**

Le terme de bulles spéculatives est utilisé afin de décrire un phénomène dans lequel les prix des actifs financiers cotés au comptant ou à terme, s'écarteraient durablement de leurs valeurs fondamentales jusqu'à effondrement, pour ensuite retrouver leurs valeurs d'origines.

Les bulles spéculatives se créent lorsque les investisseurs incluent les anticipations futures des prix dans l'ensemble de leurs informations. Dans un univers comprenant un nombre fini de titres et d'horizons d'investissement, les prix anticipés auront un poids important sur

---

<sup>162</sup> Naoui Kamel et Khaled Mohamed ; Apport de la finance comportementale à l'explication de la volatilité excessive des prix des actifs financiers ; Revue Libanaise de Gestion et d'Économie V 3, Issue 4 ; 2010 ; P 65-99.

<sup>163</sup> Odean, Terrance. Do investors trade too much?. American economic review, 1999, vol. 89, no 5, p. 1279-1298.

<sup>164</sup> Carhart, Mark M. On persistence in mutual fund performance. The Journal of finance, 1997, vol. 52, no 1, p. 57-82.

<sup>165</sup> Gervais, Simon et Odean, Terrance. Learning to be overconfident. The Review of Financial Studies, 2001, vol. 14, no 1, p. 1-27.

l'ensemble d'informations à la portée des investisseurs et aura une incidence sur ses mécanismes d'offre et de demande. Sous ces conditions, le prix de marché réel du titre, qui est fixé en fonction de la demande et de l'offre, sera fonction du prix futur et vice versa. En présence de bulles spéculatives, les rendements positifs attendus des bulles entraîneront une augmentation de la demande et obligeront ainsi les prix à s'écarter de leurs valeurs fondamentales. Si les rendements excédentaires positifs restent inchangés et que les investisseurs sont compensés pour le risque accru d'effondrement de la bulle, ces rendements excessifs ou anormaux seront réalisés de manière croissante. Colmant et al (2003) avancent qu' « une bulle spéculative naît d'une dissociation, momentanée ou non, de la valeur économique fondamentale d'un titre. »<sup>166</sup>. Les bulles rationnelles peuvent feindre un secteur, un marché ou un titre spécifique. Blanchard (1979)<sup>167</sup> confirme le fait qu'il y ait des variations sur la valeur d'un actif au sein du marché, qui peuvent avoir lieu au moment même où elles sont connues publiquement par les intervenants. Les anticipations initiales s'auto valident tant que la bulle n'a pas éclaté<sup>168</sup>. Les recherches théoriques reconnaissent trois types de bulles spéculatives : les bulles rationnelles, les bulles irrationnelles et les bulles spéculatives.

#### ***-Les Bulles Rationnelles :***

Le terme bulle rationnelle est utilisé afin de décrire une surévaluation durable du marché boursier. Elle est considérée comme un écart persistant entre le prix du titre sur le marché et sa valeur fondamentale. Les investisseurs sont conscients que les prix des actifs sont beaucoup plus élevés que leurs valeurs fondamentales, Cependant, ils estiment que la bulle continuera à se développer et à générer des rendements élevés, les compensant ainsi pour la probabilité d'un krach. Il y a un grand nombre d'études testant des bulles spéculatives rationnelles à l'échelle internationale. Parmi elles se trouvent Brooks et Katsaris (2003)<sup>169</sup> qui se sont servis des prix de clôture mensuels du Financial Times all Share Index et de l'indice de dividende FTAS de 1965 à 1999. Ces derniers ont montré après leur utilisation de tests de cointégration la présence de bulles spéculatives au sein du marché anglais. Gan et al. (2012) l'ont prouvé au sein du marché boursier de Hong Kong, Kizys et Pierdzioch (2012)<sup>170</sup> dans le

---

<sup>166</sup> Philippe Gillet ; l'efficience des marchés financiers ; Economica paris ; 2eme editions ; 2006 ; 264P.

<sup>167</sup> BLANCHARD, Olivier Jean. Speculative bubbles, crashes and rational expectations. Economics letters, 1979, vol. 3, no 4, p. 387-389.

<sup>168</sup> Thevenin Dominique ; Bulles Spéculatives : Le Cas des Marchés Américain et Français ; HAL archives ouvertes ; 2000 ; P 4

<sup>169</sup> Brooks, C., & Katsaris, A.; Rational Speculative Bubbles: An Empirical Investigation of the London Stock Exchange; Bulletin of Economic Research, 55(4); 2003; 319–346.

<sup>170</sup> Kizys, Renatas et Pierdzioch, Christian. Why do speculative bubbles gather steam? Some international evidence. Applied Economics Letters, 2012, vol. 19, no 11, p. 1089-1093.

marché boursier de plusieurs pays, Watanapalachaikul et Islam (2007)<sup>171</sup> sur le marché boursier thaïlandais et Zhang (2008) sur le marché boursier chinois. Et concernant le marché Américain, McQueen et Thorley (1994) ont prouvé l'existence de bulles spéculatives rationnelles en étudiant les rendements mensuels des stocks sur la période 1927-1991 du marché boursier Américain et ont affirmé que ces bulles avaient une durée de vie maximale de six mois. Lunde et Timmermann (2004)<sup>172</sup> ont analysé des données quotidiennes Américaines sur une période beaucoup plus longue de 1885 à 1997 et ont avancé pratiquement les mêmes conclusions que McQueen et Thorley (1994).

***-Les bulles informationnelles :***

Ce type de bulle s'explique par l'existence de plusieurs investisseurs ayant des niveaux différents d'information au sein des marchés financiers. Il peut aussi résulter par une diversité des horizons de placement des investisseurs. Les bulles spéculatives informationnelles remettent clairement en cause l'hypothèse d'efficience des marchés financiers qui considère que l'information doit appartenir à tout investisseur faisant partie intégrante du marché. Pour Thévenin (1996)<sup>173</sup> c'est l'existence d'agents ayant plusieurs niveaux d'information qui serait la cause d'existence de ces bulles informationnelles.

***-Les bulles irrationnelles :***

Ce type de bulle est le résultat de l'abondant du postulat de rationalité des agents et du consensus de leurs anticipations.<sup>174</sup> Tout comme les bulles informationnelles, les bulles irrationnelles remettent en cause l'hypothèse d'efficience des marchés financiers qui suggère en premier lieu la rationalité des investisseurs. Ces bulles naissent donc lors d'une irrationalité de la part des investisseurs et lorsque ces derniers détiennent les mêmes informations mais n'aboutissent guère aux mêmes résultats.

La présence de bulles irrationnelles et informationnelles nous éloigne des hypothèses de base de la théorie d'efficience des marchés. Toutefois, la théorie financière à présent

---

<sup>171</sup> Watanapalachaikul, Sethapong et Islam, Sardar MN. Rational speculative bubbles in the Thai stock market: econometric tests and implications. Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies, 2007, vol. 10, no 01, p. 1-13.

<sup>172</sup> Lunde, Asger et Timmermann, Allan. Duration dependence in stock prices: An analysis of bull and bear markets. Journal of Business & Economic Statistics, 2004, vol. 22, no 3, p. 253-273.

<sup>173</sup> Thevenin, D. Bulles spéculatives : incidence de la prise en compte de la variation des taux d'intérêts dans les tests. In : International Conference of the French Finance Association. 1996.

<sup>174</sup> Gillet Philippe ; l'efficience des marches financiers ; 2eme editions ; Economica paris ; 2006 ; P 163.

s'intéresse beaucoup plus à l'analyse de la rationalité des investisseurs et au traitement de l'information financière (finance comportementale).

## **Section II : L'Efficiencia Des Marchés De Changes :**

L'image que renvoie le marché des changes est celle d'un marché mondial sophistiqué, vaste, sans frontières, au rythme rapide, fonctionnant vingt-quatre heures par jour et sept jours par semaine. En fait, le marché interbancaire pour les changes compte des milliers de négociants qui négocient près de 5 100 milliards de dollars par jour, il représente le plus important des marchés financiers en termes de volume de transaction. Combiné à des coûts de transactions plutôt bas, cette spécificité lui attribue un degré de liquidité important par rapport aux autres marchés financiers. Il devrait donc être le plus efficace de tous les autres marchés. Toutefois, l'instabilité des taux de changes caractérisée par une volatilité élevée des devises, les surréactions des taux de changes face aux chocs des nouvelles informations et la présence des bulles spéculatives indiquent une inefficiencia des marchés de changes.

Fama (1965) a dit qu'un marché est informationnellement efficace si les prix des actifs cotés reflètent leurs valeurs fondamentales. C'est-à-dire quand les prix intègrent l'ensemble de toute l'information disponible (présente, passé et future). Jensen (1978) a complété cette définition en ajoutant à celle de Fama qu'un marché était efficace, s'il est impossible de réaliser des profits en spéculant sur la base de l'ensemble de l'information disponible<sup>175</sup>.

Plusieurs interrogations surgissent des définitions précédentes de l'efficacité des marchés. Est-il possible sur la base de ces définitions tout en tenant compte des caractéristiques des marchés de change, de tirer un test robuste d'efficacité des marchés de changes ?

Les marchés doivent-ils être jugés en fonction de la définition globale d'efficacité ou répondent-ils à plusieurs formes d'efficacité en fonction des horizons considérés ? Le cas échéant, quelles sont les formes d'efficacité qui caractérisent le marché des changes ?

Cette section se proposera d'apporter quelques réponses à ces problématiques. Afin d'atteindre notre objectif, nous allons commencer par définir l'hypothèse d'efficacité en montrant ses différentes contradictions ensuite nous présenteront trois formes d'efficacité auxquelles nous associerons plusieurs tests empiriques.

### **II-1-L'Hypothèse D'Efficacité Des Marchés De Change Au Sens De FAMA**

#### **(Fondamentale) :**

D'après Fama (1965), un marché financier est informationnellement efficace si les prix des actifs financiers sont égaux à leurs valeurs fondamentales. Compte tenu de toutes les informations disponibles, l'hypothèse des marchés efficaces stipule que les agents anticipent

---

<sup>175</sup> Bouveret A et Di Filippo G ; Les marchés sont-ils efficaces ? L'exemple du marché des changes. ;

de façon rationnelle. Autrement dit, les agents ont une bonne connaissance des modèles de détermination des taux de changes qui leurs serviront à bien calculer les valeurs fondamentales.

En admettant que les agents soient complètement neutres aux risques, la définition de Fama peut être formalisée au sein des marchés de changes par la parité non couverte des taux d'intérêts (PNCTI). Cette parité indique que la différence entre le taux de change anticipé et le taux de change au comptant est associée à la différence entre le taux d'intérêt national et le taux d'intérêt étranger. Et si cette dernière différence est égale à 1%, les agents devront s'attendre à une appréciation de la monnaie nationale de 1%. Donc :

$$S_{t+1}^a - S_t = r_t^* - r_t \quad (1)$$

$S_{t+1}^a$  : le logarithme du taux de change anticipé à l'instant t+1 ;  $S_t$  : le logarithme du taux de change à l'instant t ;  $r_t^* - r_t$  : le différentiel du taux d'intérêt entre les taux d'intérêts nationaux et étrangers.

La parité du taux d'intérêt non couverte postule l'existence d'une égalité entre les rendements futurs des investissements domestiques et étrangers. Conformément à l'efficience de Jensen (1978) qui affirmait qu'un marché était efficient si et seulement si aucun profit ne pouvait être réalisé en spéculant sur la base des informations disponibles (passées, présentes et futures) au sein des marchés. En répétant la relation (1), on obtient :

$$S_t = S_\infty + \sum_{k=0}^{\infty} (r_{t+k} - r_{t+k}^*) \quad (2)$$

Les variations des taux de change sont ainsi expliquées et prédites par les échanges à long terme  $S_\infty$  et la somme des différentiels de taux d'intérêts anticipés. Nous venons donc de donner plus de précision à la définition de Fama tout en concluant un nouveau type d'efficience qu'est l'efficience fondamentale (Malkiel (1989, 2003)). D'après Fama, « *Fundamental efficiency holds in the foreign exchange market if, on the one hand, exchange rate dynamics reflect the evolution of fundamentals as stated by UIP (incovered interest parity) and on the other hand, if speculation is not profitable in the market; i.e. if the return/risk ratio associated to a speculative strategy is not higher than the one associated to another investment strategy for a given amount of risk.* En d'autres termes Fama admet l'existence d'une efficience fondamentale au sein des marchés de changes par la vérification de deux conditions :

- La première étant que la dynamique du taux de change doit refléter parfaitement l'évolution des fondamentaux tels qu'énoncés par la parité non couverte du taux d'intérêt.

- La deuxième étant l'absence de profits lors des spéculations, c'est-à-dire que le rapport rendement / risque en présence d'une stratégie spéculative n'est pas supérieur à celui associé à d'autres stratégies d'investissements pour un montant de risque donné.

## II-2-Les Contradictions De L'Efficacité De FAMA (1965) :

L'hypothèse d'efficacité des marchés financiers au sens de Fama a fait objet de plusieurs incohérences internes. Notamment dans les recherches de Blanchard et Watson (1984)<sup>176</sup> concernant les bulles rationnelles ou ils ont montré que ces bulles pouvaient se développer même en présence d'investisseurs rationnels. Effectivement en itérant la formule de la PNCTI (2) nous obtenons ce qui suit :

$$S_t = S_\infty + \underbrace{\sum_{k=0}^{\infty} (r_{t+k} - r_{t+k}^*)}_{\text{Partie fondamentale}} + \underbrace{b_t}_{\text{bulle}} \quad \text{avec} \quad b_t = E[b_{t+1}]$$

La valeur du taux de change est alors la somme d'une composante fondamentale et d'une composante de bulles. Donc, en période de bulles, les anticipations émises par les agents rationnels entraînent un écart des taux de changes par rapport à leurs valeurs fondamentales, bien que les agents sont sensés agir rationnellement. Ces résultats vont à l'encontre de la définition de Fama.

Un deuxième débat résulte du paradoxe présenté par Grossman et Stiglitz (1980)<sup>177</sup>. Les auteurs prétendent que si les marchés de changes sont efficaces et que l'information est payante alors les investisseurs n'ont aucun intérêt à la payer puisque le marché est déjà sensé être efficace.

Effectivement, quand un marché est efficace, les prix des actifs contiennent toutes les informations disponibles sur ces actifs. Donc, les investisseurs ne seront plus obligés de payer pour avoir de nouvelles informations concernant les titres car ils peuvent les avoir gratuitement en analysant l'évolution des prix de ces actifs cotés sur les marchés. Cependant, si aucun agent ne fait le premier pas en payant pour avoir les nouvelles informations alors les investisseurs ne vont plus échanger sur la base de toutes les informations disponibles concernant ces actifs. Et par suite les prix de ces actifs ne contiendront pas toutes les informations disponibles sur les marchés. Ces derniers seront donc considérés comme étant inefficaces au sens de Fama.

Et pour finir, sur le plan empirique, les tests de l'efficacité des marchés reposent sur des formulations de la définition originelle de l'efficacité. Il s'en suit que les tests empiriques émis

<sup>176</sup> Blanchard, Olivier J. et Watson, Mark W. Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers. In : Annales de l'INSEE. Institut national de la statistique et des études économiques, 1984. p. 79-100.

<sup>177</sup> Grossman, Sanford J. et Stiglitz, Joseph E. On the impossibility of informationally efficient markets. The American economic review, 1980, vol. 70, no 3, p. 393-408.

afin de conclure une efficacité ou non des marchés financiers ne reposent pas sur l'hypothèse d'efficacité des marchés financiers elle-même mais sur d'autres hypothèses jointes : hypothèses d'anticipations rationnelles, hypothèses de fixité des paramètres du modèle et des déterminants du taux de change, etc.

- **Modèles D'Anticipations Rationnelles :**

En supposant comme Engel et West (2005)<sup>178</sup> que le taux de change est la somme de deux composantes que sont : la valeur fondamentale  $f_t$  et les anticipations du le taux de change futur  $S_{t+1}^a$ .

$$S_t = \alpha f_t + \beta S_{t+1}^a \quad (1)$$

Si les agents anticipent rationnellement, on obtiendra en itérant l'équation (1) :

$$S_t = \sum_{k=0}^{+\infty} \beta^k \alpha^k E_{k+t}^k [f_{k+t}] + \lim_{T \rightarrow \infty} \beta^T E_{T+t}^T [S_{t+T}] \quad (2)$$

En absence de toute bulle rationnelle ( $\lim_{T \rightarrow \infty} \beta^T E_{T+t}^T [S_{t+T}] = 0$ ) on aura donc :

$$S_t = \sum_{k=0}^{+\infty} \beta^k \alpha^k f_{k+t} \quad (3)$$

L'équation (3) est généralement la plus utilisée dans les travaux des taux de changes et ne représente qu'un cas particulier d'une formulation générale dans laquelle on suppose que :

- les agents anticipent rationnellement et qu'ils ont une bonne connaissance des modèles économiques qui intègrent toutes les informations disponibles pour avoir de bonnes anticipations.

- l'absence totale des bulles rationnelles.

- l'existence d'une relation constante entre le taux de change et ses déterminants

- Un autre paradoxe dans les tests empiriques de l'hypothèse d'efficacité est celui du Choix du modèle qui permettra de déterminer la vraie valeur fondamentale. Sa présentation est cruciale car la rationalité des anticipations des agents et l'efficacité du marché des changes dépendent de sa structure. Malgré des années de recherches menées par les chercheurs dans le but de mettre en place le bon modèle de change, il appert qu'aujourd'hui aucun choix n'a été fixé par la communauté académique sur ce bon modèle et donc sur le choix du taux de change d'équilibre. Le modèle recherché est celui qui permet de déterminer la valeur d'équilibre du taux de change à moyen terme. Le taux de change d'équilibre est celui qui domine en fonction de l'ensemble des fondamentaux observés dans l'économie à un instant donné. Plusieurs modèles nous permettent de déterminer la valeur du taux de change d'équilibre. On cite les modèles FEER, BEER, ou NATREX et des relations plus simples telles que la PPA.

---

<sup>178</sup> Engel, Charles et West, Kenneth D. Exchange rates and fundamentals. Journal of political Economy, 2005, vol. 113, no 3, p. 485-517.

### II-3-Les Nouvelles Définitions De L'Efficience :

En reprenant la définition d'efficience des marchés originelle de Fama, on peut apercevoir deux autres définitions distinctes en plus : l'efficience macroéconomique et l'efficience spéculative qu'on présentera ci-dessus :

#### II-3-1-L'Hypothèse D'Efficience Macroéconomique :

Cette hypothèse peut être définie comme suit : L'efficience macroéconomique démontre la facilité des taux de changes à évoluer conformément aux fondamentaux macroéconomiques et analyse comment cette évolution va contribuer dans la réduction des déséquilibres macroéconomiques. Explicitement, l'hypothèse d'efficience macroéconomique au sein des marchés des changes repose sur la vérification de quelques conditions que sont :

- L'existence de mécanismes de rappels qui permettent de corriger les déséquilibres de changes (principalement les déséquilibres courants). Cette condition est indispensable pour s'assurer que les marchés ont la capacité de s'ajuster eux-mêmes face aux déséquilibres qui peuvent surgir suite aux séries de chocs. C'est d'ailleurs la vision de Milton Friedman (1953)<sup>179</sup> dans son discours en faveur des taux de change flottants. Comparé à un système de changes fixe, un système de change flottant peut corriger les déséquilibres existants par l'action d'ajustement du taux de change à moyen terme. Effectivement, en cas où une économie à change flexible connaisse un déficit courant, cela fera déprécier sa devise et augmentera sa compétitivité et donc améliorera son solde courant et le fera revenir à l'équilibre sur le long et moyen terme.
- L'existence de relations de longs termes entre les taux de changes et ses fondamentaux.
- La capacité de prévoir le taux de change futur à l'aide de fondamentaux macroéconomiques.

Ce type d'efficience se place dans le long terme par rapport à l'efficience fondamentale qui est considéré comme un concept qui se vérifie pour tous les horizons. Clairement, l'efficience macroéconomique indique que les écarts entre les taux de changes de longs termes et leurs valeurs fondamentales ne sont que temporaires. La forme économétrique de ce postulat suppose que ces écarts sont stationnaires (l'espérance des écarts est nulle), et qu'il y'a une cointégration entre les taux de change de long terme  $S_{\infty}$  et les taux de change courant  $S_t$ .

$$(S_t - S_{\infty}) \rightarrow I(0) \Rightarrow E[S_t - S_{\infty}] = 0 \quad (1)$$

Si la condition (1) se vérifie, les variations du taux de change courant ( $q$ ) peuvent être présentées par le modèle à correction d'erreur suivant :

<sup>179</sup> Friedman, Milton et Friedman, Marilyn. Essays in positive economics. University of Chicago press, 1953.

$$\Delta q_t = -\lambda (q - \alpha f)_{t-1} + \sum_{K=1}^t \Delta f_{t-K} + \varepsilon_t \quad (2)$$

$\lambda$  : Rappel de force ;  $\alpha f$  : Taux de change de long terme ;  $\sum_{K=1}^t \Delta f_{t-K}$  : Variations passées des fondamentaux ;  $\varepsilon_t$  : Terme d'erreur.

Cette forme économétrique regroupe les trois conditions de l'efficacité macroéconomique que sont : l'existence de cointégration entre le taux de change réel  $q$  et le taux de change de long terme  $\alpha f$ , la présence de la force de rappel  $\lambda$ , et le moyen de prévoir les taux de changes futurs à partir de la relations estimées. L'obstacle crucial réside dans la détermination du taux de change de long terme  $f$ . Cependant, cette propriété admet l'existence d'écarts entre les taux de changes de long terme et les taux de changes réels, sans avoir les capacités de les formaliser.

### II-3-2-L'Hypothèse D'Efficacité Spéculative :

Il existe un autre type d'efficacité qu'on nomme efficacité spéculative.

Un marché est efficace spéculativement parlant si le couple rendement/risque combiné à une stratégie spéculative particulière n'est pas supérieur à celui d'une stratégie d'investissement alternative présentant un même niveau de risque<sup>180</sup>.

Si la définition de Fama est vérifiée alors l'efficacité spéculative l'est aussi. Néanmoins, il se pourrait qu'un marché soit efficace dans le sens spéculatif (c'est-à-dire qu'il sera impossible de réaliser des profits systématiquement.) sans l'être au sens de Fama. Effectivement, l'efficacité spéculative ne suppose pas nécessairement l'existence d'égalité entre les valeurs fondamentales des taux de changes et les taux de changes observés. Ainsi, un marché dont la valeur de change se fixe aléatoirement (pile ou face à titre exemple) sera efficace spéculativement parlant mais pas originellement parlant (au sens de Fama).

Cette différenciation entre les formes d'efficacité est très importante dans le sens où la plupart des travaux confondent entre elles. De ce fait, Roll cité par Malkiel (2003)<sup>181</sup> déclare que : « en cas d'absence de stratégies exploitables systématiquement par les investisseurs, il sera difficile de conclure que l'information ne soit pas intégrée correctement dans les prix. ».

On remarque que Roll ne fait aucune distinction entre les deux conceptions d'efficacité. Si on prend l'exemple énoncé plus haut, il sera impossible de réaliser des profits systématiques au sein de ce marché sans l'intégration totale des informations dans les taux de changes. L'efficacité fondamentale se différencie alors de l'efficacité spéculative dans le sens où, cette

<sup>180</sup> Bouveret, Antoine et Di Filippo, Gabriele. Les marchés financiers sont-ils efficaces?. Revue de l'OFCE, 2009, no 3, p. 95-140.

<sup>181</sup> Malkiel, Burton G. The efficient market hypothesis and its critics. Journal of economic perspectives, 2003, vol. 17, no 1, p. 59-82.

dernière indique que les prix des actifs reflètent la meilleure estimation du marché par rapport aux valeurs fondamentales des actifs, en prenant en compte toutes les informations disponibles.

- Ainsi, on peut conclure trois définitions du concept d'efficacité : fondamentale, macroéconomique et spéculative. L'efficacité originelle (celle de Fama) regroupe en même temps l'efficacité spéculative et l'efficacité macroéconomique. Effectivement, en cas d'existence d'égalité entre le taux de change réel et sa valeur fondamentale, ce dernier convergera inévitablement vers sa valeur de long terme. L'efficacité macroéconomique indique que les fluctuations des taux de changes vont dans le même sens que celles de leurs fondamentaux et qu'elles ont la possibilité de corriger sur le moyen et le long terme les différents déséquilibres macroéconomiques. Et pour finir, l'efficacité spéculative suppose l'impossibilité de réaliser des profits par le biais d'opérations spéculatives.

#### **II-4-Types De Tests Pour Chaque Forme D'Efficacité :**

Du moment que nous adhérons l'existence de plusieurs formes d'efficacité au sein des marchés de changes, nous allons proposer plusieurs méthodes afin de tester ces formes. Pour l'efficacité fondamentale, on présentera deux tests que sont : la parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) pour voir si le taux de change à terme est un prédictor non biaisé du taux de change au comptant futur et on testera la rationalité des anticipations par la méthode de Frenkel et Froot (1987)<sup>182</sup>. Si ces tests affirment une inefficacité au sens de Fama, l'efficacité fondamentale ne sera pas acceptée.

Pour vérifier l'efficacité macroéconomique, on se servira d'un modèle de taux de change d'équilibre de type BEER qui est plus considéré comme un modèle économétrique qu'un modèle macroéconomique. Donc, les choix des fondamentaux diffèrent (prix du pétrole, chômage, productivité, taux de change, ect.). Comme le dit Maeso-Fernandez et al. (2002)<sup>183</sup> : Le concept d'équilibre est davantage statistique que théorique. Ce modèle ne justifie en aucun cas l'origine ou la force de rappel vers le long terme, car dans ce genre de modèle c'est le modèle économétrique choisi qui impose la force de rappel et non le modèle macroéconomique sous-jacent.<sup>184</sup> De surcroît, le BEER indique que les taux de changes courants convergent vers

---

<sup>182</sup> Frankel, Jeffrey A. et Froot, Kenneth A. Short-term and long-term expectations of the yen/dollar exchange rate: evidence from survey data. *Journal of the Japanese and International Economies*, 1987, vol. 1, no 3, p. 249-274.

<sup>183</sup> Maeso-Fernandez, Francisco, Osbat, Chiara, et SCHNATZ, Bernd. Determinants of the euro real effective exchange rate: A BEER/PEER approach. *Australian Economic Papers*, 2002, vol. 41, no 4, p. 437-461.

<sup>184</sup> Bouveret A et Di Filippo G ; Les marchés financiers sont-ils efficaces ? L'exemple du marché des changes ; REVUE DE L'OFCE N° 110 ; 2009 ; P 104.

les taux de changes de longs termes de façon monotone. Néanmoins, l'existence de plusieurs sources de rigidité au sein d'une économie poussera la convergence à ne plus se faire monotonement et le taux de change courant pourra donc fluctuer auprès de son taux de long terme (Féroldi et Sterdyniak, 1984<sup>185</sup>). Malgré ces manquements importants sur le plan théorique, le choix pour tester l'efficacité macroéconomique sera porté vers l'utilisation d'un modèle BEER. Ce dernier nous permettra d'analyser la force de rappel vers le long terme ou vers le taux de change d'équilibre. L'efficacité macroéconomique sera validée si cette force de rappel sera significative. Le second test permettra de faire une analyse sur les qualités prédictives de ce modèle comparée aux modèles naïfs (marche aléatoires, momentum, etc.). Et pour finir, l'hypothèse d'efficacité spéculative se testera par le biais des rentabilités résultantes d'action de spéculation combinés à des stratégies de carry trade et à des stratégies de charistes.

Donc, chaque forme d'efficacité a ses propres tests empiriques qui vont nous permettre de conclure la forme d'efficacité qui caractérise le mieux le marché des changes. On résumera tout ce qui a été cité dans le tableau suivant :

**Table N°02 : Présentation des tests pour chaque type d'efficacité.**

<b>Forme d'efficacité</b>	<b>Implications empiriques</b>	<b>Tests économétriques</b>
<b>L'efficacité fondamentale</b>	-Prévisibilité des parties fondamentales des taux de change. -Les taux de changes et leurs fondamentaux évoluent dans le même sens. -Rationalité des anticipations.	-Validation de la parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC). -Rationalité des anticipations.
<b>L'efficacité macroéconomique</b>	-Prévisibilité des parties fondamentales des taux de change. -Les taux de changes évoluent parallèlement à leurs fondamentaux macroéconomique de long terme. -Possibilité de réaliser des profits.	-Capacités explicatives et prédictives du BEER. -Analyse de la profitabilité des spéculations.
<b>L'efficacité spéculative</b>	-L'impossibilité de prévoir les taux de change à partir de leurs fondamentaux. -l'absence totale des possibilités de profits.	-L'impossibilité de prévoir le taux de change -L'impossibilité de réaliser des profits. - La non vérification de la PTINC.

<sup>185</sup> Féroldi, M. et Sterdyniak, Henri. De la dynamique du taux de change : variations sur un thème de Dornbusch. OFCE, 1984.

#### **II-4-1-L'Analyse Empirique De L'efficience Fondamentale :**

Les tests empiriques concernant l'efficience fondamentale se composent de deux étapes principales : le test de la parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) et l'analyse des anticipations des agents à partir d'enquêtes émises par Consensus Forecast.

Cette seconde étape permettra de conclure si les anticipations ont été faites conformément au modèle d'anticipations rationnelles. Si non, il faudra trouver un autre modèle qui pourra mieux caractériser les anticipations des agents au sein des marchés de changes.

##### **II-4-1-1-L'Efficience Du Marché Des Changes Et La Parité Non Couverte Des Taux D'intérêt (PTINC)<sup>186</sup> :**

La relation entre le taux de change et le taux d'intérêt est un sujet récurrent dans la communauté d'économistes et d'analystes financiers, particulièrement dans le fait de connaître l'impact que peut avoir un changement de politique monétaire sur les taux de changes. L'explication de ce dernier est très simple, en cas d'existence d'écarts durables et importants entre deux taux d'intérêt divers relatifs à deux monnaies diverses, les taux de changes vont fluctuer pour que les placements sans risque dans l'une des monnaies soient égales aux placements sans risques de l'autre monnaie, autrement, la réalisation de profits importants et sans aucun risque encouru sera possible. Ce lien a été formalisé par la théorie économique sous le nom de la parité du taux d'intérêt. Lorsque les taux de changes ajustés des différentiels des taux d'intérêts correspondent à leurs taux de changes anticipés à cet horizon, c'est une parité intitulée « non couverte » des taux d'intérêts (PTINC).

Dans les marchés efficients, quand les agents anticipent rationnellement, la PTINC suppose que les meilleures anticipations des taux de changes résultent des différentiels des rendements entre les deux devises, c'est-à-dire que la devise qui a eu un rendement élevé par rapport à l'autre devrait se déprécier à terme de façon à annuler tous profits résultants des taux d'intérêts plus élevés.

La parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) est une relation qui doit se vérifier à tout moment, les marchés doivent s'ajuster instantanément afin d'éliminer les éventuels arbitrages qui peuvent surgir. Si les relations entre taux de changes et taux d'intérêts sont établis et les agents agissent rationnellement, alors, l'utilisation des différentiels des taux d'intérêts pour expliquer et prévoir les tendances des taux de changes sera possible. La PTINC s'écrit empiriquement comme suit :

---

<sup>186</sup> Hissler Sebastien ; Les taux d'intérêts aident-ils à prévoir les taux de changes ? ; La Documentation française « Économie & prévision » ; 2007 ; Pages 159 à 165

$$s_{t+k}^a - s_t = r_t^* - r_t \quad (1)$$

La vérification de la PTINC est parfois effectuée en ajoutant le taux de change à terme dans l'équation (1). Ce dernier s'introduit par la relation de parité couverte des taux d'intérêts (PTIC). Cette relation indique que la différence entre les taux de changes à terme ( $f_{t,k}$ ) et au comptant ( $s_t$ ) en période  $t$  est égal au différentiel des rendements entre un titre domestique et un titre étranger. C'est la résultante d'un arbitrage entre les marchés monétaires de deux nations. L'action de s'endetter en monnaie locale, à acheter des devises et à les placer immédiatement en vente sur le marché à terme ne doit faire prendre aucun risque, tout le processus doit être neutre au risque, on obtient :

$$f_{t,k} - s_t = r_t^* - r_t \quad (2)$$

Les équations (1) et (2) indiquent que le taux de change à terme se fixe à rez du taux de change futur anticipé :

$$f_{t,k} = s_{t,k}^a \quad (3)$$

D'un autre côté, si les anticipations émises par les agents sont rationnelles, les erreurs d'anticipations des agents ( $\varepsilon_t$ ) sont en moyenne nulle  $E[\varepsilon_t]=0$ . Autrement dit, les anticipations des taux de changes futures émises par les agents sont égales au taux de changes réalisés dans le futur. Donc, Le taux de change futur est la somme d'un taux de change anticipé et d'un terme d'erreur imprévisible :

$$s_{t+k} = s_{t+k}^a + \varepsilon_{t+k} \quad \text{avec} \quad E[\varepsilon_{t+k}]=0 \quad (4)$$

Les équations précédentes (1), (2), (3) et (4) nous permettent de formuler la parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) de la manière suivante :

$$s_{t+k} - s_t = f_{t,k} - s_t + \varepsilon_{t,k} \quad (5)$$

Econométriquement, l'équation (5) s'écrit :

$$s_{t+k} - s_t = \alpha + \beta (f_{t,k} - s_t) + \varepsilon_{t,k} \quad (6)$$

La parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) se vérifie si :  $\alpha=0$  ;  $\beta=1$  et  $\varepsilon_{t,k}$  est un bruit blanc

A partir de l'équation (6), nous nous attelons d'un modèle vectoriel à correction d'erreur VECM<sup>187</sup> estimé par la méthode de Johansen et Juselius (1990) suivant :

<sup>187</sup> VECM est le modèle vectoriel à correction d'erreur

$$\left[ \begin{aligned} \Delta(s_{t+k} - s_t) &= \lambda_1 [(s_{t+k-1} - s_{t-1}) - \alpha - \beta (f_{t,k-1} - s_{t-1})] + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \\ &\quad \sum_{i=1}^p \mu_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \varepsilon_{t,1} \\ \Delta(s_{t,k} - s_t) &= \lambda_2 [(s_{t+k-1} - s_{t-1}) - \alpha - \beta (f_{t,k-1} - s_{t-1})] + \sum_{i=1}^p \delta \eta_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \\ &\quad \sum_{i=1}^p \nu_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \varepsilon_{t,2} \end{aligned} \right.$$

$[(s_{t+k-1} - s_{t-1}) - \alpha - \beta (f_{t,k-1} - s_{t-1})]$  : relation de cointegration.

$\sum_{i=1}^p \delta_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \sum_{i=1}^p \mu_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i})$  : variations passées des variables.

$(s_{t+k-1} - s_{t-1}) - \alpha - \beta (f_{t,k-1} - s_{t-1})$  : relation de cointegration.

$\sum_{i=1}^p \delta \eta_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i}) + \sum_{i=1}^p \nu_i \Delta(f_{t,k-i} - s_{t-i})$  : variations passées des variables.

La parité non couverte du taux d'intérêt est valable si le test de vraisemblance (*Likelihood Ratio*) vérifie les contraintes suivantes :  $\alpha = 0$  et  $\beta = 1$  sur le long terme.

#### II-4-1-2-Est-Ce Que Le Taux De Change A Terme Est Un Prédicteur Non Biaisé Du Taux De Change Au Comptant Futur ?

Jusqu'au jour d'aujourd'hui, les économistes ont présenté des preuves empiriques qui montrent que la parité couverte des taux d'intérêt (PTIC) manque de précision et n'est pas toujours acceptée, dans ce cas, l'hypothèse que le taux de change à terme soit un prédicteur non biaisé du taux de change au comptant futur peut nous servir de test afin de confirmer ou d'infirmer l'acceptation de la parité couverte du taux d'intérêt. Pour que le taux de change à terme reflète la valeur réelle du taux de change au comptant futur, les conditions de la parité couverte du taux d'intérêt (PTIC) ainsi que de la parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) doivent être vérifiées.

La parité non couverte du taux d'intérêt (PTINC) affirme que, dans des conditions de rationalité d'anticipations et neutralité de risque, le taux de change à terme est un estimateur non biaisé du taux de change au comptant futur. Une grande partie de la recherche a été faite dans ce sens. En effet, la plupart des premières études ont utilisé la régression du taux de change au comptant futur sur le taux de change à terme actuel et le constat a été pour la plupart que le coefficient de pente ( $\beta$ ) n'était pas significativement différent de 1. Ces résultats ont été interprétés comme des preuves à l'appui de l'efficience des marchés à terme [voir, Cornell (1977)<sup>188</sup> et Frenkel (1981)<sup>189</sup>, entre autres]. Ces chercheurs se sont servis des techniques de moindres carrés ordinaires (OLS) pour estimer et tester les hypothèses. En fait, il est maintenant bien connu que les taux de change au comptant et à terme suivent les processus de racine

<sup>188</sup> Cornell, Bradford. Spot rates, forward rates and exchange market efficiency. *Journal of financial Economics*, 1977, vol. 5, no 1, p. 55-65.

<sup>189</sup> Frenkel, Jacob A. The collapse of purchasing power parities during the 1970's. *European Economic Review*, 1981, vol. 16, no 1, p. 145-165.

unitaire et que, par conséquent, l'inférence classique sur les paramètres de régression est invalide<sup>190</sup>.

Les chercheurs qui ont suivi, ont transformé les variables en soustrayant le taux de change au comptant actuel des deux côtés de la régression de niveau, et ont régressé la variation obtenue du taux de change au comptant futur sur la prime à terme courante. Toutefois, contrairement aux résultats obtenus par la régression de niveau, le coefficient de pente estimé à partir de la régression de la dépréciation future du taux de change sur la prime à terme est inférieur à 1 et n'est souvent pas significativement différent de celui qui est négatif. Bilson (1981)<sup>191</sup>, Hansen et Hodrick (1983)<sup>192</sup>, Cumby et Obstfeld (1984) et Fama (1984), entre autres, ont présenté ces résultats. Parmi les implications du coefficient de pente qui est inférieur à un, est que lorsque la prime à terme est supérieure de 1 % à la moyenne de son échantillon, le taux d'appréciation de la monnaie étrangère est inférieur de 1% à la moyenne de son échantillon. Ce résultat a été considéré comme une anomalie de la finance internationale. Cette anomalie s'est interprétée par Fama (1984) et s'est développée après par Hodrick et Srivastava (1986)<sup>193</sup> par l'existence d'une prime de risque variant dans le temps. Fama a décomposé la prime de risque espérée en un taux de dépréciation espéré et une prime de risque et a montré que, dans l'hypothèse d'anticipations rationnelles, le coefficient de pente ( $\beta$ ) de régression pouvait être orienté à la baisse vers des valeurs négatives si la prime de risque était à la fois en corrélation négative et plus volatile que la dépréciation monétaire attendue.

Une seconde explication a été présentée par Froot et Frankel (1989)<sup>194</sup> qui ont démontré que le biais du coefficient de pente de régression était causé par des erreurs d'anticipations plutôt que par des primes de risque.

Cornell (1989) a proposé une troisième interprétation en faisant valoir que deux types d'erreurs de mesure dans les données pouvaient expliquer le biais du coefficient de pente. La première erreur de mesure est que la plupart des études utilisent simplement des données sur les taux de change acheteur ou vendeur ou sur leur moyenne, sans tenir compte du fait que les

---

<sup>190</sup> Yangru, W., & Hua Zhang ; Forward premiums as unbiased predictors of future currency depreciation: a non-parametric analysis ; Journal of International Money and Finance vol 16; P609–623.

<sup>191</sup> Lai, Kon S. et LAI, Michael. A cointegration test for market efficiency. Journal of Futures Markets, 1991, vol. 11, no 5, p. 567-575.

<sup>192</sup> Hansen, Lars Peter et Hodrick, Robert J. Risk averse speculation in the forward foreign exchange market: An econometric analysis of linear models. In : Exchange rates and international macroeconomics. University of Chicago Press, 1983. p. 113-152.

<sup>193</sup> Hodrick, Robert J. et Srivastava, Sanjay. The covariation of risk premiums and expected future spot exchange rates. Journal of International Money and Finance, 1986, vol. 5, p. S5-S21.

<sup>194</sup> Froot, Kenneth A. et Frankel, Jeffrey A. Forward discount bias: Is it an exchange risk premium?. The Quarterly Journal of Economics, 1989, vol. 104, no 1, p. 139-161.

participants au marché à terme supportent des coûts de transaction tels que reflétés dans l'écart acheteur / vendeur. Le deuxième type d'erreur de mesure est que les taux de change au comptant futur et à terme ne sont pas parfaitement alignés. Cependant, une étude récente de Bekaert et Hodrick (1993)<sup>195</sup> démontre que ces deux problèmes d'erreur de variable soulevés par Cornell ne sont pas particulièrement importants. Les auteurs ont également fait une simulation de la variance conditionnelle de la dépréciation future en utilisant un modèle GARCH dans la moyenne et ont constaté que l'omission de la variance conditionnelle de la dépréciation future du taux de change en tant que variable explicative de la régression ne contamine pas de manière significative le coefficient de pente de régression. Économétriquement parlant, le rejet de la parité non couverte du taux d'intérêt porte sur un modèle de régression, à savoir la corrélation entre le terme de perturbation et le régresseur. Si la prime à terme est suffisamment corrélée négativement avec le terme d'erreur, l'estimation OLS du coefficient de pente peut être biaisée à la baisse vers zéro ou vers le bas.

L'hypothèse la plus avancée sur le rejet de la parité non couverte du taux d'intérêt est celle de Fama (1984) et Hodrick et Srivastava (1986) sur l'existence d'une prime de risque variable avec le temps. En effet, on a supposé dans la relation (6) que les agents étaient complètement neutres aux risques. L'hypothèse d'existence d'une aversion au risque s'interprète par l'insertion d'une prime de risque ( $\rho$ ) variable dans le temps dans la relation (1) :

$$s_{t+k}^a - s_t = r_t^* - r_t + \rho_t \quad (7)$$

La présence de cette prime de risque signifie l'inexistence d'une substituabilité parfaite. Les investisseurs considèrent que des actifs sont plus risqués que d'autres, et leur détention (actifs risqués) supposerait des rendements plus élevés. Dans le domaine du taux de change, la prime de risque est considérée comme une perte de confiance sur les rendements des actifs anticipés. En effet, quand les investisseurs considèrent que l'endettement externe d'une économie est insoutenable, un risque de dépréciation du taux de change sera anticipé. Puisque la dépréciation fera diminuer la valeur des actifs dans la monnaie de cette économie, ces investisseurs vont alors demander des rendements supérieurs afin de compenser cette baisse anticipée. Néanmoins, la recherche n'a jamais pu réussir à introduire une prime de risque importante dans la relation (6) (Sarno et Taylor, 2002<sup>196</sup>).

#### II-4-1-3-Les Anticipations Des Agents Sont-Elles Rationnelles ?

<sup>195</sup> Bekaert, Geert et Hodrick, Robert J. On biases in the measurement of foreign exchange risk premiums. *Journal of International Money and Finance*, 1993, vol. 12, no 2, p. 115-138.

<sup>196</sup> Sarno, Lucio et Taylor, Mark P. Purchasing power parity and the real exchange rate. *IMF staff papers*, 2002, vol. 49, no 1, p. 65-105.

Muth (1961)<sup>197</sup> affirme que les anticipations de changes sont rationnelles si les taux de changes évoluent selon un vrai modèle économique et en intégrant toutes les informations disponibles au moment de la prévision. La formation des anticipations n'est pas vraiment une théorie mais plutôt une hypothèse selon laquelle les anticipations des agents sont au moins aussi bonnes que celles des modèles. Cette hypothèse se vérifie plus en théorie que dans les faits, en effet, plusieurs recherches ont été faites pour la présenter la plus proche possible de la réalité des marchés de changes. Il existe deux méthodes qui permettent de voir si les anticipations ont été faites de façon rationnelles ou non :

-La première est la méthode indirecte qui consiste à supposer vraie une théorie ou interviennent les anticipations<sup>198</sup>, puis à la tester en remplaçant les anticipations par les véritables évolutions des taux de changes. Le test concerne en général les marchés à termes, prétendus efficients car toutes les occasions de gains seraient saisies. Si les hypothèses jointes : indifférence aux risques, efficacité du marché et rationalité des anticipations sont validées alors le taux de change à terme peut être considéré comme prédicateur sans biais du taux de change au comptant futur. Cette méthode a été remise en questions par plusieurs chercheurs car elle ne permet pas de désigner laquelle des hypothèses ci-dessus est fautive. Généralement, les deux arguments présentés pour invalider le test sont le problème de peso<sup>199</sup> et la présence d'une prime de risque<sup>200</sup>. Malgré son incertitude sur les hypothèses, le test indirect met un doute sur l'exactitude des anticipations qui ne sont pas forcément fautes et irrationnelles pour deux raisons :

- les tendances des taux de changes résultent des chocs macroéconomiques futurs et des politiques économiques appliquées dans le futur, ces derniers ont le pouvoir de fausser les anticipations sans pour autant mettre en question leurs rationalités.
- La volatilité des taux de change ne peut conclure une irrationalité des anticipations qu'après plusieurs années d'études. Les anticipations ne sont pas justes parce que l'étude des séries temporelles ne permet pas de prévoir l'évolution des cours et non parce qu'elles sont irrationnelles.

---

<sup>197</sup> Muth, John F. Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1961, p. 315-335.

<sup>198</sup> Benassy Agnes; les anticipations de changes sont-elles rationnelles?; *Economie Prospective Internationale* N°47 ; 1991 ; P77-86.

<sup>199</sup> **Le problème du peso** survient lorsqu'un événement peu fréquent ou sans précédent se produit et affecte les prix des actifs. La difficulté ou l'impossibilité de prédire un tel événement crée des problèmes pour modéliser l'économie et les marchés financiers en utilisant le cours passés.

<sup>200</sup> **La prime de risque** est la différence entre le taux de change anticipé et le taux de change à terme, cependant, il est difficile de mettre en évidence des primes de risques conformes aux intuitions, et compatible avec des valeurs crédibles à l'aversion aux risques.

-La deuxième est celle de l'exploitation des données d'enquêtes, plusieurs organismes interrogent les agents au sein des marchés de changes afin de connaître leurs anticipations à différents horizons. Les résultats permettent de tester la rationalité des anticipations sans aucune hypothèse additionnelle sur l'aversion au risque ou sur l'efficacité des marchés. Plusieurs études faites dans ce sens ont conclu l'existence d'une déconnexion entre les anticipations et les prises de positions découvertes, les auteurs ont avancé les explications suivantes :

- Les prévisionnistes ne peuvent se contenter de dire que les taux de changes suivent une marche aléatoire.
- Les opérateurs interrogés avancent de faux résultats dans le but d'infléchir le marché. Néanmoins, Ito exclut cet argument car si chacun sait que les autres ont des intérêts en trichant, il sera inutile de truquer des résultats auxquels personne ne croit.
- L'incertitude qui englobe les anticipations, en effet, il existe un écart très important entre la prévision la plus haute et la prévision la plus basse, et donc, se baser sur ces anticipations afin de prendre position est très risqué pour tout investisseur.

Que les anticipations soient mesurées par la méthode indirecte ou par celle de l'exploitation des données d'enquêtes, elles restent injustes en moyenne. Cette remarque suggère deux conclusions : les anticipations ne sont pas observables au sein des marchés de changes, et la définition de Muth (1961) concernant la rationalité est impertinente. Effectivement, l'auteur prend mal en compte plusieurs éléments, on cite : l'incertitude des marchés et l'homogénéité des investisseurs.

- L'incertitude est souvent intégrée dans l'hypothèse de bulles rationnelles, les agents pensent que l'écartement du taux de change de sa valeur fondamentale va durer dans le temps et fera naître par la suite des bulles. Et donc, plus le cours s'éloigne de sa valeur fondamentale plus ces agents accordent de plus en plus de crédit pour qu'un renversement de situation puisse avoir lieu afin que le taux de change retrouve sa valeur fondamentale. A ce moment les agents perdent tout ce qu'ils ont réussi à obtenir lors de présence de bulle. Finalement les profits sont les mêmes que s'il n'y avait eu aucun écartement, quoique l'existence de bulle permet aux gains et pertes de se répartir différemment. Dans la théorie de quasi-rationalité (Akerlof et Yellen 1987<sup>201</sup>), l'incertitude montre pourquoi les comportements ne changent pas lorsque l'environnement change légèrement, en effet, lors d'anticipation d'une petite variation

---

<sup>201</sup> Akerlof, George A. et YELLEN, Janet L. Rational models of irrational behavior. The American economic review, 1987, vol. 77, no 2, p. 137-142.

de taux de change, aucun changement de comportement n'est perçu de la part des agents quasi-rationnels. Plus les évolutions anticipées des taux de changes sont perçues comme incertaines, plus les agents quasi-rationnels agissent rationnellement.

- En cas d'hétérogénéité des agents, les opérateurs doivent faire des anticipations supérieures aux valeurs fondamentales pour en tirer profits, car ces derniers savent que même si les cours baissent, il y'aura toujours des opérateurs naïfs pour les acheter et aucune perte ne sera enregistrée. Les charistes ont formalisé ce genre de comportement en analysant les cours passés par la recherche de séquences renouvelables. Par la suite, la notion d'anticipations rationnelles s'est élargie avec le domaine de l'information pertinente (les agents ont une très bonne connaissance des informations de l'économie ainsi que les comportements futurs des autres agents). Néanmoins, ce raisonnement peut valoir que si les agents naïfs gardent leurs positions et ne s'aligneront jamais aux rangs des non naïfs, même en cas de pertes à court termes. Schulmeister (1988)<sup>202</sup> déclare que les pertes à court termes au sein des marchés des changes s'absorbent rapidement par les industriels, qui les considèrent comme un élément mineur de rendement.

Les tests de l'efficacité fondamentale nous ont permis de conclure ce qui suit : Tout d'abord, la plupart des travaux rejettent la relation de PTINC. Ensuite, l'analyse des anticipations de change des agents a montré que les anticipations des agents ne sont pas rationnelles pour tous les horizons. Ces anticipations se montrent plutôt rétrospectives et stabilisatrices. Finalement, les erreurs d'anticipations systématiques à court terme comme à long terme conduisent à rejeter systématiquement la vérification de l'efficacité fondamentale (au sens de Fama) à tous les horizons (court terme et long terme).

#### **II-4-2-L'analyse Empirique De L'efficacité Spéculative : La Spéculation Peut-Elle Etre Rentable Au Sein Des Marchés De Change ?**

Si les entreprises non financières interviennent dans les marchés de change juste pour des conversions de devises ou pour se couvrir, alors, on peut distinguer deux genres de spéculateurs au sein des marchés de changes. Les premiers sont les traders, ces derniers sont partie intégrante des salles de marchés des banques. Ce sont des market-makers et leur rôle est de répondre aux demandes d'achats-ventes de devises de leurs clients. Ces derniers ont le droit de spéculer parfois sur les marchés de change mais cette prise de position reste limitée, elle se fixe par les risk-managers et est fonction de l'expérience du trader et de la situation du marché

---

<sup>202</sup> Schulmeister, Stephan. Currency speculation and dollar fluctuations. PSL Quarterly Review, 1988, vol. 41, no 167.

principalement en matière de risque. Et les seconds sont les fonds de couverture (hedge funds), certains se sont spécialisés dans la spéculation sur les marchés de changes à cause du volume de liquidité qu'ils gèrent et à l'importance qu'ils occupent auprès des investisseurs, leurs interventions peuvent influencer significativement la dynamique du taux de change (Rankin 2000).

Les marchés de changes restent le meilleur environnement pour les spéculateurs, car ils leur donnent la possibilité d'intervenir à tout moment de la journée et pratiquement tous les jours de la semaine, leurs réglementations beaucoup moins contraignantes que les autres marchés leur laissent plus de liberté pour agir. D'autres parts, vu que c'est l'endroit où se rencontrent un grand nombre d'investisseurs, ce marché fait objet d'une très forte liquidité qui permet aux spéculateurs de prendre les positions qu'ils souhaitent.

L'objectif de tous spéculateurs n'est pas de prévoir la valeur exacte du taux de change mais plutôt de prédire les renversements des tendances des taux de changes. Et pour ce faire, ils se basent sur deux méthodes : la première est exclusivement chartiste<sup>203</sup>. Et la seconde analyse les fondamentaux macroéconomiques et politiques (évolution du différentiel de taux d'intérêt, du déficit courant, des taux d'inflation, résultats des élections présidentielles, etc.). Les stratégies de *carry trade*, la spéculation contre les régimes de changes fixes, ou les stratégies spéculatives de moyen terme se basent sur ce type de méthode<sup>204</sup>.

Généralement, sur le marché de changes les spéculateurs qui ont des horizons de court terme (intraday jusqu'au mensuel) utilisent les méthodes chartistes tandis que ceux qui ont des horizons plus longs (plus que les mensuels) se servent des méthodes fondamentalistes. Néanmoins, aucune méthode n'est meilleure que l'autre et la meilleure méthode reste une combinaison des deux.

Afin de répondre à cette problématique, Nous analyserons deux méthodes spéculatives souvent utilisées au sein des marchés de changes : une méthode exclusivement chartiste, fondée sur l'application d'une règle momentum et une stratégie de carry trade qui analyse les fondamentaux en utilisant la violation de la PTINC sur le marché des changes.

#### **II-4-2-1- Le Chartisme Peut-Il Etre Profitable ?**

Le chartisme est une technique d'analyse de court terme qui permet de prévoir le taux de change futur à partir des tendances passées de change. Les méthodes chartistes sont classées

---

<sup>203</sup> Le chartisme utilise différentes méthodes dont la caractéristique principale est d'étudier l'évolution des taux de change passés pour prévoir la dynamique future du change.

<sup>204</sup> Bouveret, Antoine et Di Filippo, Gabriele. Les marchés financiers sont-ils efficaces?. Revue de l'OFCE, 2009, no 3, p. 95-140.

en deux catégories : la première est l'analyse graphique qui prévoit le taux de change futur à partir des fluctuations passées des taux de change et la deuxième méthode est celle de l'utilisation d'une analyse technique basée sur des moyennes mobiles (le *momentum*<sup>205</sup> en constitue une illustration). Empiriquement, le momentum s'obtient en calculant jour après jour la différence de cours pour un intervalle de temps donné, sa formule à X jours s'écrit comme suit :

$$M_{(X \text{ jours})} = C_t - C_{t-x}$$

$C_t$  : le cours du jour t.

Le signal de négociation pour la période t + 1 est généré selon les règles suivantes :

Achat :  $M_{(X \text{ jours})} > 0$  ; vente :  $M_{(X \text{ jours})} < 0$  ;

Lorsqu'un signal d'achat est généré, l'argent est alloué à l'actif. En revanche, lorsqu'un signal de vente est généré, l'argent est affecté à des bons de Trésor.

L'analyse technique moderne tient ses origines des travaux de Charles Dow (Brock et al. 1992<sup>206</sup>), les auteurs ont montré que l'utilisation de moyennes mobiles avait été discutée par Gartley (1930), Sweeney (1986)<sup>207</sup> et Neely et al (1997)<sup>208</sup>, ces derniers ont confirmé le succès des règles techniques de prévision des variations des taux de change. Bessembinder et Chan (1998)<sup>209</sup> ont également indiqué que les règles des moyennes mobiles étaient utiles pour prévoir les rendements des indices d'un groupe de marchés boursiers asiatiques. Okunev et White (2003)<sup>210</sup> ont testé la performance des stratégies de négociation dynamique sur les marchés de changes. Ils ont constaté que les stratégies Momentum étaient rentables entre 1970 et 1990, ce qui a permis de compléter les études antérieures sur les indices boursiers. Ils ont également trouvé des preuves que la stratégie fonctionnait également sur les devises. Fifield et al. (2005)<sup>211</sup> ont constaté que l'utilisation des moyennes mobiles pour une sélection de 11 marchés boursiers européens sur la période de dix ans allant de janvier 1991 à décembre 2000 donnait

<sup>205</sup> Le Momentum est supposé représenter la vitesse selon laquelle les cours évoluent lorsque le marché est dans une période d'accélération haussière ou baissière, le momentum augmente. Le passage à 0 représente un retournement de tendance et donc une incitation à l'achat ou à la vente.

<sup>206</sup> Brock, William, Lakonishok, Josef, et Lebaron, Blake. Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of finance*, 1992, vol. 47, no 5, p. 1731-1764.

<sup>207</sup> Sweeney, Richard J. Beating the foreign exchange market. *The Journal of Finance*, 1986, vol. 41, no 1, p. 163-182.

<sup>208</sup> Neely, Christopher J. et Weller, Paul A. Intraday technical trading in the foreign exchange market. *Journal of International Money and Finance*, 2003, vol. 22, no 2, p. 223-237.

<sup>209</sup> Bessembinder, Hendrik et Chan, Kalok. Market efficiency and the returns to technical analysis. *Financial management*, 1998, p. 5-17.

<sup>210</sup> Okunev, John et WHITE, Derek. Do momentum-based strategies still work in foreign currency markets?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 2003, vol. 38, no 2, p. 425-447.

<sup>211</sup> Fifield, Suzanne GM, Power, David M., et Donald Sinclair, C. An analysis of trading strategies in eleven European stock markets. *The European Journal of Finance*, 2005, vol. 11, no 6, p. 531-548.

des résultats variables. "Alors que les marchés émergents étudiés présentaient un certain degré de prévisibilité dans leurs rendements, les marchés développés n'en représentaient aucun". Les stratégies semblent donc fonctionner sur certains marchés à des moments précis. Faber (2007) a testé la stratégie de moyennes mobiles simple sur des observations mensuelles de 1973 dans son article et a constaté que les rendements corrigés du risque étaient presque toujours améliorés, confirmant les résultats de Bessembinder et Chan (1998) et de Brock et al (1992). Faber a conclu qu'en utilisant un modèle de moyenne mobile simple, un trader ou un investisseur serait en mesure de réduire les pertes sur les marchés baissiers, et comme il le dit si bien : "En évitant ces pertes énormes, on aurait pu obtenir des rendements similaires à ceux des actions avec une volatilité et un tirage similaires à des obligations».

Les universitaires s'accordent à dire que les stratégies de market timing<sup>212</sup> réduisent le risque de baisse et la volatilité, mais n'ont pas encore prouvé leurs performances, du moins à long terme. Gwilym et al. (2009)<sup>213</sup> indiquent que les stratégies Momentum ont été rentables avec un portefeuille mondial, mais que les rendements ont diminué au cours des deux dernières décennies. Ils concluent qu'une méthode de suivi de tendance réduit la volatilité des actions internationales et procure des rendements corrigés du risque supérieurs à ceux d'une stratégie traditionnelle d'achat et de conservation, ce qui renforce encore plus le travail de Faber. Récemment, des chercheurs ont découvert des opportunités d'investissement similaires basées sur le Momentum : indices boursiers, contrats à terme sur devises, produits de base et obligations. Abbey et Doukas (2012)<sup>214</sup> ont examiné la rentabilité des échanges techniques de devises et ont constaté que l'analyse technique était associée négativement à la performance et que les commerçants de détail qui utilisaient une analyse technique bien connue lors de la négociation de devises négociaient une performance réduite. La recherche et les résultats sont pour le moins très mitigés. Des coûts de transactions élevés et un mauvais timing peuvent facilement effacer tous les rendements qui auraient pu être générés à l'aide d'analyses techniques sur les marchés. Il est clair que la prévisibilité de l'analyse technique est difficile à prouver avec des résultats variables, en particulier après la prise en compte des coûts de transaction, comme

---

<sup>212</sup> Le Market Timing est une stratégie d'investissement selon laquelle des investisseurs arbitrent entre différents types de valeurs mobilières ou de fonds dans l'espoir de bénéficier de divers indicateurs économiques et techniques dont ils pensent qu'ils sont précurseurs d'évolutions de marché.

<sup>213</sup> Ap Gwilym, Owain, Clare, Andrew D., SEATON, James, et al. Dividends and momentum. *The Journal of Investing*, 2009, vol. 18, no 2, p. 42-49.

<sup>214</sup> Abbey, Boris S. et Doukas, John A. Is Technical Analysis Profitable for Individual Currency Traders?. *The Journal of Portfolio Management*, 2012, vol. 39, no 1, p. 142-150.

indiqué par Zakamulin (2014).<sup>215</sup> L'exploration de données peut affecter les performances des stratégies de market timing. Même s'il n'y a pas de recherche évidente de données dans certaines études, la question de l'exploration de données peut être pertinente, comme le soulignent les études de Brock et al. (1992) et Faber (2007). Par exemple, si un chercheur biaisé veut prouver que l'analyse technique est meilleure qu'une stratégie d'achat ou de conservation, il peut facilement choisir un point de partage pour l'échantillon de données qui génère des rendements ajustés aux risques plus élevés lors du test des stratégies de synchronisation du marché. La théorie de l'efficacité du marché est validée dans l'ensemble des travaux effectués, Cependant, certains parviennent à battre les indices du marché année après année, alors que la plupart des gens perdent de l'argent.

#### II-4-2-2- Le Carry Trade Peut-Il Être Profitable ?

Une opération de carry trade est généralement définie comme une position multidevises à effet de levier<sup>216</sup> conçue pour tirer parti des différentiels de taux d'intérêt et d'une faible volatilité. La stratégie consiste à emprunter des fonds à faible taux d'intérêt dans une devise (la devise de financement) et à acheter des actifs à rendement plus élevé dans une autre (la devise cible). Ex ante<sup>217</sup>, la stratégie n'est rentable que si les gains résultants des différentiels de taux d'intérêt ne se submergent pas par les fluctuations des taux de change à court et à moyen termes. Cette stratégie de spéculation monétaire est l'une des plus anciennes et des plus populaires qui existe, et est motivé par l'échec de la parité des taux intérêts non couverte (PTINC) présentée par Bilson (1981) et Fama (1984). Effectivement, si cette dernière se vérifie empiriquement, les rendements entre deux actifs en monnaies différentes seraient strictement identiques et aucun profit ne sera généré de ce type d'opération, l'échec donc de la PTINC permet aux acteurs de spéculer dans les marchés de change et de tirer profit de leurs spéculations. En pratique, le carry trade peut s'appliquer à des devises individuelles ou à des portefeuilles de devises, ce dernier s'écrit comme suit<sup>218</sup> :

$$z_{t+1}^L = (1+i_t^*) \frac{S_{t+1}}{S_t} - (1+i_t) \quad (1)$$

$S_t$  : Le taux de change au comptant en Dollar USD en unité de devises étrangères.

Le profit de la stratégie de carry trade (portage) est :

<sup>215</sup> Zakamulin, Valeriy. The real-life performance of market timing with moving average and time-series momentum rules. *Journal of Asset Management*, 2014, vol. 15, no 4, p. 261-278.

<sup>216</sup> L'effet de levier constate l'accroissement de la rentabilité financière qu'entraîne une augmentation de l'endettement, a un taux inférieur au taux de rentabilité économique.

<sup>217</sup> Se dit de l'analyse des faits économiques effectuée avant qu'ils se soient produits

<sup>218</sup> Craig Burnside & Martin Eichenbaum & Sergio Rebelo ; "Carry Trade and Momentum in Currency Markets," *Annual Review of Financial Economics*, Annual Reviews, vol. 3; 2011; pages 511-535.

$$z_{t+1}^C = \text{sign}(i_t^* - i_t) z_{t+1}^L \quad (2)$$

On peut mettre en œuvre le carry trade en utilisant des contrats à termes de type forward (Ft) arrivant à échéance en t, exprimé en monnaie (USD) par unité de monnaie étrangère.

Une devise est dite à une prime à terme par rapport au Dollar USD si Ft dépasse St (taux de change au comptant). La transaction du carry trade peut être mise en œuvre en vendant des devises à terme à prime, et en achetant des devises à terme à escompte. Le bénéfice pour cette stratégie peut être écrit comme suit :

$$z_{t+1}^F = \text{sign}(F_t - S_t) (F_t - S_{t+1}) \quad (3)$$

Bien entendu, l'opération du carry trade se révélera non rentable si la devise à taux d'intérêt élevé se déprécie d'un montant supérieur au différentiel de taux d'intérêt sur l'horizon temporel à la hausse.

Cette stratégie a fait l'objet de beaucoup d'attention dans la littérature universitaire et les chercheurs ont eu du mal à expliquer ses rendements apparents. Burnside et al. (2006)<sup>219</sup> ont analysé les gains d'un portefeuille avec une stratégie de carry trade pondéré de manière égale. Ce portefeuille a été construit de façon à ce qu'à chaque période l'investisseur place un pari identique dans toutes les monnaies, cédant à terme celles à prime et rachetant celles à rabais. Les auteurs ont montré que le ratio de Sharpe<sup>220</sup> généré par cette stratégie était positif et statistiquement différent de zéro (profits générés satisfaisants) et qu'il n'y avait aucune corrélation entre rendements du carry trade et les facteurs de risque traditionnels. Par conséquent, les retombées sur le carry trade ne peuvent s'interpréter comme une compensation du risque encouru.

Olmo et al (2008)<sup>221</sup> ont testé l'hypothèse de la parité non couverte du taux d'intérêt en utilisant des données mensuelles des taux de change et des taux d'intérêt pour quatre principales devises : Dollar, Euro, Franc Suisse et le Yen contre la Livre Sterling de mars 1978 à janvier 2007, ces auteurs tout comme Boothe et Longworth (1986)<sup>222</sup>, Maynard et Phillips (2001)<sup>223</sup> et Froot et

<sup>219</sup> Burnside, Craig, Eichenbaum, Martin, et REBELO, Sergio. The returns to currency speculation in emerging markets. *American Economic Review*, 2007, vol. 97, no 2, p. 333-338.

<sup>220</sup> Le ratio de Sharpe est un indicateur de risque mesurant la rentabilité d'un portefeuille boursier en fonction du risque pris.

<sup>221</sup> Olmo, J., & Pilbeam, K ; The profitability of carry trades ; *Annals of Finance* ; 5 ; 2008 ; P231-241.

<sup>222</sup> Boothe, Paul et Longworth, David. Foreign exchange market efficiency tests: Implications of recent empirical findings. *Journal of International Money and Finance*, 1986, vol. 5, no 2, p. 135-152.

<sup>223</sup> Maynard, Alex et Phillips, Peter CB. Rethinking an old empirical puzzle: econometric evidence on the forward discount anomaly. *Journal of applied econometrics*, 2001, vol. 16, no 6, p. 671-708.

Thaler (1990)<sup>224</sup> ont rejeté la PTINC pour les quatre monnaies de manière décisive. De là les auteurs concluent l'existence de rendements anormaux générés suite à l'utilisation de stratégies de portage (carry trade).

D'autres auteurs tels que Jurek (2008), Farhi et Gabaix (2008), Farhi et al. (2009) et Burnside et al. (2011) ont montré l'existence de profits anormaux dû aux pratiques du carry trade et ont fait valoir que ces résultats pouvaient, en partie, s'expliquer par la présence de catastrophes rares ou de problèmes de peso<sup>225</sup>.

Donc, nous concluons après ce qui a été présenté que les stratégies du carry trade (portage) sont bels et bien profitables et qu'il n'y'a aucune relation entre les profits générés et les niveaux de risque en cas de non validation de la parité non couverte des taux d'intérêts (PTINC) (c'est-à-dire de la non efficacité spéculative des marchés de changes). En d'autres termes la génération de ces profits tend à rejeter systématiquement l'hypothèse d'efficacité spéculative des marchés de changes.

In fine, plusieurs incertitudes règnent sur la validation de l'efficacité spéculative. Les mauvaises performances de l'application des analyses techniques (momentum) vont vers l'acceptation de ce type d'efficacité alors que la spéculation basée sur la stratégie du carry trade (portage) qui se révèle profitable sur le marché de changes rejette l'hypothèse d'efficacité spéculative.

#### **II-4-3-La Vérification Empirique De L'Efficacité Macroéconomique (Tests) :**

L'efficacité macroéconomique sur le marché des changes suppose la validation de trois conditions : Premièrement, la présence d'une relation de long terme entre le taux de change et ses fondamentaux, deuxièmement, la présence des forces de rappels permettant de corriger les déséquilibres liés au change (déséquilibres courants) et troisièmement, le pouvoir de prévoir l'évolution future du taux de change en utilisant les fondamentaux macroéconomiques.

Afin de vérifier la première condition de l'hypothèse d'efficacité, celle d'existence des relations de long terme entre les taux de changes et ses fondamentaux, nous nous servirons d'un modèle BEER (Behavioral Equilibrium Exchange Rate) a correction d'erreur. Ce terme vient de Clark et MacDonald (1998), qui ont comparé le modèle BEER au modèle du taux de change d'équilibre fondamental (FEER). Selon eux, le taux de change effectif réel observé,  $q$ , est expliqué en termes d'un ensemble de variables fondamentales,  $Z_1$  et  $Z_2$ , un ensemble de

---

<sup>224</sup> Froot, Kenneth A. et Thaler, Richard H. Anomalies: foreign exchange. Journal of economic perspectives, 1990, vol. 4, no 3, p. 179-192.

<sup>225</sup> Craig Burnside & Martin Eichenbaum & Sergio Rebelo ; "Carry Trade and Momentum in Currency Markets," Annual Review of Financial Economics, Annual Reviews, vol. 3; 2011; pages 511-535.

variables qui affectent le taux de change uniquement à court terme,  $T$ , et une erreur aléatoire  $\varepsilon$ <sup>226</sup>.

$$q_t = \beta_1 Z_{1t} + \beta_2 Z_{2t} + \tau T_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Dans l'équation (1),  $Z_1$  est le vecteur des fondamentaux économiques qui devraient avoir des effets persistants à long terme,  $Z_2$  est le vecteur des fondamentaux économiques qui affectent le taux de change à moyen terme,  $\beta_1$  et  $\beta_2$  sont des vecteurs de coefficients réduits. ,  $T$  est le vecteur de facteurs transitoires affectant le taux de change à court terme,  $\tau$  est le vecteur de coefficients de forme réduite et  $\varepsilon$  est un terme d'erreur aléatoire.

En se basant sur l'équation (1), le désalignement actuel,  $cm_t$  et le désalignement total,  $tm_t$ , sont définis comme suit :

$$cm_t = q_t - \beta_1 Z_{1t} + \beta_2 Z_{2t} = \tau T_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

$$tm_t = q_t - \beta_1 \bar{Z}_{1t} + \beta_2 \bar{Z}_{2t} = \tau T_t + \varepsilon_t + [\beta_1 (Z_{1t} - \bar{Z}_{1t}) + \beta_2 (Z_{2t} - \bar{Z}_{2t})] \quad (3)$$

Dans l'équation (2), le désalignement actuel,  $cm_t$ , correspond à la différence entre le taux de change réel et le taux de change réel d'équilibre donné par les valeurs actuelles de tous les fondamentaux économiques. Dans l'équation (3), le désalignement total,  $tm_t$ , est la différence entre le taux de change réel et le taux de change réel d'équilibre donné par les valeurs à long terme des fondamentaux économiques, notées  $Z_{1t}$  et  $Z_{2t}$ . Les valeurs à long terme, également appelées valeurs durables ou permanentes, peuvent être obtenues à l'aide de stratégies de filtrage, telle que le filtre de Hodrick-Prescott. On peut voir que le désalignement total comprend deux composantes : la première composante est simplement le désalignement actuel donné par l'équation (2) et l'autre composante montre l'effet des écarts entre les valeurs actuelles des fondamentaux économiques et les valeurs à long terme. On peut également constater que la différence entre le désalignement actuel et le désalignement total est de savoir si les valeurs utilisées des fondamentaux économiques sont des valeurs actuelles ou des valeurs à long terme. Dans une étude approfondie en 2004, Clark et MacDonald appellent le modèle qui utilise l'équation (2) le modèle BEER et le modèle qui utilise l'équation (3) le modèle PEER (Permanent Equilibrium Exchange Rate) pour calculer les désalignements des devises. Néanmoins, la différenciation entre les deux noms n'était pas très utilisée par les économistes chercheurs.

En faisant une combinaison entre plusieurs études [voir, MacDonald (1998, 2004), Funke et Rahn (2005) et Wang et al. (2007)] les modèles BEER et PEER, utilisent des

<sup>226</sup> Zhang, Zhibai ; Understanding the behavioral equilibrium exchange rate model via its application to the valuation of Chinese renminbi ; MPRA Paper 40648, University Library of Munich ; 2010.

ensembles de fondamentaux économiques pour calculer les taux de change réels ou nominaux à l'équilibre, en utilisant une seule méthode d'équation, de racine unitaire et de cointégration.

Sa mise en œuvre comprend trois étapes :

- Premièrement, le choix d'une forme de taux de change et un ensemble de fondamentaux économiques fondé sur une théorie économique pertinente ou une étude empirique.
- Deuxièmement, effectuer des tests de racine unitaire et de cointégration pour les variables.
- Troisièmement, en cas d'existence d'une relation de cointégration entre le taux de change et ses fondamentaux économiques, le taux de change d'équilibre peut être dérivé de l'équation de cointégration.

Les modèles BEER mettent l'accent sur les variables qui influent sur les prix relatifs des biens échangés et des biens non échangés sur le territoire national et à l'étranger, telles que les tendances de la productivité dans les secteurs des biens échangés et les chocs asymétriques des termes de l'échange. Outre l'utilisation de variables fondamentales, la méthodologie BEER selon Driver et Westaway (2001)<sup>227</sup> est classée dans les «taux de change d'équilibre actuel et cyclique», car leur calcul est basé sur les niveaux actuels des facteurs fondamentaux. Clark et MacDonald (1998) ont utilisé des variables telles que les termes de l'échange, le rapport entre l'indice des prix à la consommation intérieur et l'indice des prix à la production et le stock d'actifs extérieurs net, ainsi que l'offre relative de dette intérieure par rapport à la dette publique étrangère en tant que facteur de prime de risque et ont découvert qu'aux États-Unis, Le Dollar était surévalué de 35% en 1984. Lorenzen et Thygesen (2000)<sup>228</sup> ont décrit en détail l'effet Balassa-Samuelson<sup>229</sup> parmi d'autres variables dans leur étude sur l'évaluation empirique du taux de change bilatéral de l'Euro par rapport au Dollar Américain. Une étude similaire sur les déterminants fondamentaux du taux de change bilatéral de l'Euro a été réalisée par Clostermann et Schnatz (2000)<sup>230</sup>. Leurs résultats ont montré l'existence d'un seul vecteur de cointégration et les coefficients statistiques standards étaient significatifs et présentaient les signes espérés. Maeso-fernandez, Osbat et Schnatz (2001)<sup>231</sup>, ont utilisé des données trimestrielles de 1975 à

---

<sup>227</sup> Driver, R. et Westaway, P. An overview of equilibrium exchange rate measures. Bank of England, 2001.

<sup>228</sup> Lorenzen, Hans Peter et THYGESEN, Niels. The Relation Between the Euro and the Dollar, Paper for EPRU Conference. Copenhagen, mimeo, 2000.

<sup>229</sup> L'effet Balassa-Samuelson comme le définit le Centre d'Études Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII) est l'idée que le taux de change réel d'équilibre de long terme n'est déterminé que par la productivité relative du secteur national exposé à la concurrence par rapport à la productivité de l'étranger. Cet effet est tiré d'un modèle établi par Béla Balassa et Paul Samuelson en 1964.

<sup>230</sup> Clostermann, Jörg and Schnatz, Bernd, The Determinants of the Euro-Dollar Exchange Rate - Synthetic Fundamentals and a Non-Existing Currency (May 2000). Deutsche Bundesbank Working Paper No. 02/00.

<sup>231</sup> Maeso-Fernandez, Francisco, OSBAT, Chiara, et SCHNATZ, Bernd. Determinants of the euro real effective exchange rate: A BEER/PEER approach. Australian Economic Papers, 2002, vol. 41, no 4, p. 437-461.

1998 dans quatre spécifications différentes de la méthodologie BEER / PEER, les auteurs ont conclu que le taux de change effectif de l'Euro était indubitablement sous-évalué en 2000. Les variables fondamentales déterminantes dans leurs modèles étaient les écarts de taux d'intérêt réels à long terme, la productivité, les avoirs extérieurs nets, l'orientation fiscale relative, le prix réel du pétrole et les écarts de consommation totale relative. Iossifov et Loukoianova (2007)<sup>232</sup> ont estimé le modèle BEER pour le Ghana et les résultats ont montré que le comportement à long terme du REER peut s'expliquer par la croissance du PIB réel, les différentiels de taux d'intérêt réels (tous deux relatifs aux pays partenaires commerciaux) et les prix mondiaux réels des principaux produits d'exportation du Ghana. Le REER à la fin de 2006 était très proche de son niveau d'équilibre estimé et les déviations par rapport à la trajectoire d'équilibre sont éliminées en deux ou trois ans<sup>233</sup>. Ce qui signifie que sur le long terme une force de rappel ramène le taux de change vers sa valeur d'équilibre estimée.

La première condition de l'efficacité macroéconomique celle d'existence d'une relation de longue période entre les taux de changes et leurs fondamentaux est respectée pour la plupart des études. La deuxième condition de l'efficacité celle d'existence des forces de rappels qui corrigent les déséquilibres liés au change semble également être vérifiée pour l'ensemble des études.

Afin de tester la troisième condition de l'efficacité macroéconomique, celle associée à la qualité des prévisions de change à partir des fondamentaux<sup>234</sup>, des tests de prévision par une méthode de prévision récursive<sup>235</sup> se font depuis un modèle à correction d'erreur dans lequel la relation de longue durée sera estimée après chaque prévision. Cette méthode évaluera les modèles en fonction des horizons considérés.

Les prévisions résultantes des relations de long terme du modèle BEER seront ensuite comparées soit à un modèle de momentum, soit à un modèle de marche aléatoire. Généralement, le modèle de marche aléatoire fournit les meilleures prévisions dans le très court terme (1 mois), la règle momentum fournit les meilleures prévisions dans le court/moyen terme (3 mois à 2 ans) et le modèle BEER fournit les meilleures prévisions dans le long terme (5 et 10 ans).

---

<sup>232</sup> Iossifov, Plamen K. et Loukoianova, Elena. Estimation of a behavioral equilibrium exchange rate model for Ghana. IMF Working Papers, 2007, p. 1-21.

<sup>233</sup> Shehu Usman Rano, Aliyu ; Real Exchange Rate Misalignment: An Application of Behavioral Equilibrium Exchange Rate (BEER) to Nigeria ; University Library of Munich ; 2007

<sup>234</sup> Bouveret A ET DI Filippo G ; Les marchés financiers sont-ils efficaces ? L'exemple du marché des changes ; REVUE DE L'OFCE N° 110 ; 2009 ; P 125.

<sup>235</sup> La méthode de prévision récursive consiste à estimer le modèle sur un intervalle donné puis à effectuer une prévision en dehors de la période d'estimation.

Pour finir, la plupart des études valident les deux premières conditions de l'efficience macroéconomique. C'est-à-dire l'existence d'une relation de longue durée entre les taux de changes et leurs fondamentaux, on remarque également la présence d'une force de rappel qui permet de corriger les différents déséquilibres combinés au change sur le long voir même le très long terme. Conclusion, le concept même de valeur fondamentale du taux de change est délicat d'un point de vue théorique ainsi qu'empirique donc la validation de ce type d'efficience se fait avec beaucoup de retenue.

### Section III : L'Efficiency Des Marchés Du Pétrole

Entre l'embargo pétrolier de 1973-1974 et au moins jusqu'à la fin de l'année 1985, la majeure partie du pétrole brut négocié sur le marché mondial était vendue dans le cadre des contrats à long terme aux prix officiels, qui n'étaient ajustés que très rarement. Des quantités plus petites, mais en augmentation, ont été échangées au cours de cette période à des prix au comptant déterminés par le marché. La coexistence de ces deux marchés pose la question de savoir si les prix officiels se sont comportés comme des prix contractuels efficaces. Cette partie examine cette question<sup>236</sup>.

Certains auteurs ont exprimé des points de vue laissant entendre que la détermination des prix officiels du pétrole s'écartait considérablement du modèle de marché efficace. Gately, Kyle et Fischer (1977)<sup>237</sup> font valoir que l'Organisation des Pays Exportateurs de Pétrole (OPEP), fixait les prix avec de simples règles empiriques au lieu de faire une optimisation bien stricte. Verleger (1982)<sup>238</sup> déclare que les variations des prix du pétrole officielles étaient des extrapolations mécaniques des prix au comptant, ce qui implique que les contrats de pétrole brut n'étaient pas efficaces.

Il y a de bonnes raisons de douter de la validité du modèle de marché efficace pour le marché du pétrole. Effectivement, pendant de longues périodes, les prix officiels se sont considérablement écartés des prix au comptant. Par exemple, quand le marché pétrolier s'est serré après la révolution iranienne, les prix au comptant ont dépassé les prix des contrats à terme de plus de 30% pendant plus d'un an. Parfois, les prix au comptant étaient deux fois plus importants que les prix officiels. Ces preuves spectaculaires semblent aller à l'encontre de toute notion d'efficacité. Parallèlement, d'autres auteurs tels que Hubbard (1986)<sup>239</sup> et Hubbard et Weiner (1985<sup>240</sup>, 1989<sup>241</sup>) ont étudié le comportement des prix du pétrole sous l'hypothèse de l'efficacité à terme. Delà, Il semble clairement nécessaire d'étudier la question d'efficacité

---

<sup>236</sup> Green, S. L., & Mork, K. A. ; Toward efficiency in the crude-oil market ; *Journal of Applied Econometrics*, 6(1), 1991 ; P 45-66.

<sup>237</sup> Gately, Dermo, Kyle, John F., et Fischer, Dietrich. Strategies for Opec's pricing decisions. *European Economic Review*, 1977, vol. 10, no 2, p. 209-230.

<sup>238</sup> Verleger, Philip K. The determinants of official OPEC crude prices. *The Review of Economics and Statistics*, 1982, p. 177-183.

<sup>239</sup> HALL, Robert E., Blanchard, Olivier Jean, et HUBBARD, R. Glenn. Market structure and macroeconomic fluctuations. *Brookings papers on economic activity*, 1986, vol. 1986, no 2, p. 285-338.

<sup>240</sup> Hubbard, R. Glenn et Weiner, Robert J. Managing the strategic petroleum reserve: energy policy in a market setting. *Annual review of energy*, 1985, vol. 10, no 1, p. 515-556.

<sup>241</sup> Hubbard, R. Glenn et Weiner, Robert J. Contracting and price adjustment in commodity markets: Evidence from copper and oil. *The Review of Economics and Statistics*, 1989, p. 80-89.

pour les marchés pétroliers afin de nous situer de son existence ou non pour les prix du pétrole (marchés pétroliers).

### **III-1-L'Efficiencia Du Marché Au Comptant Du Pétrole (Forme Faible D'Efficiencia Des Marchés Du Pétrole) :**

Le pétrole brut est considéré comme une marchandise d'une importance fondamentale, avec une consommation d'environ 95 millions de barils par jour. C'est le produit le plus important du monde, donc, la connaissance de la dynamique de ses séries de prix est primordiale, car elle permet d'évaluer les répercussions des différents chocs dans plusieurs pays et sur d'autres actifs financiers.

Les prix du pétrole brut ainsi que d'autres produits de base ont présenté de grandes variations (notamment de hausses ou de baisses) en période de pénurie ou d'offre excédentaire. La réglementation des prix pratiquée principalement par les États-Unis et les pays de l'OPEP a joué un rôle essentiel dans ces variations. De ce fait, nous allons essayer d'analyser par le biais de ces tendances dans ce qui suit l'efficacité des marchés du pétrole dans le sens faible.

La forme faible de l'hypothèse d'efficacité des marchés fait partie des théories les plus étudiées et discutées dans l'analyse de la tarification des actifs. Selon Fama, l'essence de cette hypothèse indique que les prix des actifs reflètent à tout moment toutes les informations disponibles sur les marchés. La justification de cette déclaration est que les mouvements passés des cours des actions sont facilement accessibles à tous les investisseurs, donc si un certain schéma pouvait être détecté, il serait immédiatement exploité et deviendrait dépassé. Par exemple, si les performances passées d'un titre indiquaient au marché qu'une augmentation de prix d'une semaine était toujours suivie d'une baisse de 10% du prix, ces informations seraient traitées sans délai et les informations perdraient leurs valeurs. L'une des implications de la forme faible de l'EMH est qu'elle rend l'analyse technique, ou la cartographie comme on l'appelle également, obsolète en tant qu'outil pour prédire les prix futurs des actions (Malkiel, 1989). C'est nécessairement le cas puisque l'analyse technique est basée sur l'idée que des signaux fiables sur les prix futurs peuvent être distingués en analysant les séries historiques de mouvement des prix, chose qui est contraire à ce que déclare la théorie d'efficacité. L'importance de l'efficacité du marché de l'énergie peut également être envisagée du point de vue de l'analyse de la réversion de la moyenne. Par exemple, on s'attend à ce que les prix moyens de l'énergie retrouvent leurs tendances avec le temps, ce qui indique une composante de prévisibilité en fonction de leurs comportements historiques.

Pour examiner l'efficacité de la forme faible, il existe plusieurs tests statistiques qui vérifient le caractère aléatoire des changements dans les séries chronologiques. Ce sont à la fois des tests paramétriques et non paramétriques. La vérification consiste à analyser si les prix des instruments financiers suivent un processus de marche aléatoire, c'est-à-dire :

$$P_t = P_{t-1} + e_t \quad (1)$$

$P_t$  : Logarithme des prix.

Le but est de clarifier si l'équation (1) est une bonne approximation des prix analysés du pétrole. Pour ce faire, on doit s'assurer que dans le modèle (1), les  $e_t$  sont des variables aléatoires indépendantes avec la même distribution (avec variance finie). Ainsi, des tests de rapport de variance, des tests d'autocorrélation, des tests de portemanteau et de portemanteau ajustés seront effectués pour nous le confirmer ou infirmer.

Plusieurs études ont été effectuées afin de tester la forme faible d'efficacité des marchés du pétrole, on cite : Tabak et Cajueiro (2007)<sup>242</sup>, Alvarez-Ramirez et al. (2008)<sup>243</sup> et Maslyuk et Smyth (2009)<sup>244</sup>, ces derniers ont étudié l'efficacité des marchés du pétrole brut en analysant la dépendance à long terme, la dynamique des exposants de Hurst (à partir d'une analyse de fluctuation défavorable) et les tests de racine unitaire, respectivement. Ils ont constaté qu'au début de la période analysée, les marchés du pétrole étaient que faiblement efficaces. Mais le devenaient de plus en plus dans le temps, lorsque l'exposant de Hurst estimé  $H$  convergait vers le niveau de  $H = 0,5$  (en absence de tout processus de longue mémoire qui permettrait des stratégies commerciales exploitables, comme l'ont déjà fait valoir Mandelbrot et van Ness (1968)) ;

Charles et Darne (2009) ont effectué le test de rapport de variance sur les marchés du pétrole pour le WTI et le Brent au cours de la période 1982-2008. Les auteurs ont divisé l'ensemble des échantillons en deux sous-périodes à la fin de 1993. Ils ont constaté que le marché du Brent était efficace selon la forme faible sur les deux sous-périodes, tandis que le marché du WTI était efficace selon la forme faible sur la sous-période 1982-1993 mais inefficace selon la forme

---

<sup>242</sup> Tabak, Benjamin M. et Cajueiro, Daniel O. Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility. *Energy Economics*, 2007, vol. 29, no 1, p. 28-36.

<sup>243</sup> Alvarez-Ramirez, Jose, Alvarez, Jesus, et Rodriguez, Eduardo. Short-term predictability of crude oil markets: a detrended fluctuation analysis approach. *Energy Economics*, 2008, vol. 30, no 5, p. 2645-2656.

<sup>244</sup> Maslyuk, Svetlana et Smyth, Russell. Cointegration between oil spot and future prices of the same and different grades in the presence of structural change. *Energy Policy*, 2009, vol. 37, no 5, p. 1687-1693.

faible de 1994 à 2008 ; Menssi Walid et al (2012)<sup>245</sup> ont étudié la dynamique de l'efficacité faible des marchés pétroliers à travers l'entropie de Shannon et l'analyse des données symboliques. Les résultats qu'ils ont obtenus les auteurs en utilisant des données quotidiennes du 20 mai 1987 au 6 mars 2012 pour les deux marchés du Brent Européen et le West Texas Intermediate ont montré que le degré d'efficacité au sens faible des marchés considérés évoluait dans le temps avec des tendances temporelles différentes. Et que le marché du WTI était moins efficace que le marché du Brent.

Zhi-Qiang Jiang et al (2014)<sup>246</sup> ont adopté des tests non paramétriques afin d'estimer les indices de Hurst des prix à terme du pétrole brut WTI (1983–2012) et un test statistique dans l'esprit du bootstrap pour vérifier la forme faible d'hypothèse d'efficacité des marchés. Les résultats concluent que le marché à terme du pétrole brut est efficace lorsque toute la période est considérée. Cependant, au moment où la série est divisée en trois sous-séries séparées par les déclenchements de la guerre du Golfe et de la guerre en Irak, une diminution de l'efficacité est distinguée. Une analyse de la moyenne mobile défavorable (DMA) et la fluctuation défavorable (DFA) des prix à terme du WTI a également été effectuée pour vérifier la forme faible d'efficacité. Les auteurs ont utilisé un test statistique strict dans l'esprit du bootstrap pour vérifier si la série d'origine présente les mêmes comportements de mémoire que la série mélangée. Les résultats ont confirmé l'efficacité du marché du brut durant la période étudiée. Les tests statistiques ont également été effectués sur cinq sous-séries de deux manières. Les deux sous-séries couvrant la guerre du Golfe se sont révélées présenter des comportements de longue mémoire, ce qui signifie que la guerre du Golfe a eu un impact sur la réduction de l'efficacité du marché du pétrole brut. Les auteurs ont également constaté qu'il n'y avait pas de corrélation à long terme dans les trois autres sous-séries ; Górska et Krawiec (2016)<sup>247</sup> ont exploré la forme faible de l'efficacité sur les marchés du pétrole brut, ces derniers se sont servis des données quotidiennes des cours du WTI et du Brent de 2000 à 2015. Et à l'aide de quelques tests statistiques (le test des runs, le test de rapport de variance, les tests d'autocorrélation). Les auteurs n'ont donné aucune affirmation concernant la présence d'une efficacité. Cela ouvre la porte à de nouvelles investigations avec l'utilisation d'une méthodologie alternative.

---

<sup>245</sup> Menssi, Walid, Beljid, Makram, Boubaker, Adel, et al. Correlations and volatility spillovers across commodity and stock markets: Linking energies, food, and gold. *Economic Modelling*, 2013, vol. 32, p. 15-22.

<sup>246</sup> Jiang, Zhi-Qiang, XIE, Wen-Jie, et Zhou, Wei-Xing. Testing the weak-form efficiency of the WTI crude oil futures market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2014, vol. 405, p. 235-244.

<sup>247</sup> Górska, Anna et Krawiec, Monika. The Analysis of Weak-Form Efficiency in the Market of Crude Oil. *European Journal of Economics and Business Studies*, 2016, vol. 2, no 2, p. 101-112.

### III-2-L'Efficiencia Du Marché A Terme Du Pétrole :

Les contrats à terme ou futurs existent en différentes formes depuis le Moyen Âge (Hull, 2001). Les premiers contrats à terme étaient principalement des accords non standardisés entre agriculteurs et commerçants, mais avec l'ouverture du Chicago Board of Trade (CBOT) en 1848, les contrats standardisés en vigueur aujourd'hui ont rapidement été introduits (Kolb et Rodriguez, 1996<sup>248</sup>). La fonction de base de ces contrats est un accord conclu entre deux parties appelantes à la livraison d'un actif à une date ultérieure spécifiée et à un prix spécifié (Hirt et Block, 2006). Le premier contrat à terme au sein du marché du pétrole a vu le jour en 1978, lorsque les contrats de mazout de chauffage sont devenus disponibles à la négociation sur le NYMEX, et cinq ans plus tard les contrats sur le pétrole brut ont suivi. Ces derniers représentent aujourd'hui le forum le plus liquide pour le commerce du pétrole, ainsi que le plus gros contrat à terme sur volume d'une marchandise physique dans le monde.

Les contrats à terme sur le pétrole sont devenus l'un des dérivés les plus populaires pour couvrir les différents risques de hausse ou de baisse des prix du pétrole. Ces contrats ainsi que les contrats au comptant ont beaucoup été analysés et sur de longues périodes dans le but de trouver une relation entre ces deux taux et leurs rendements respectifs, pour confirmer ou infirmer une efficacité du marché pétrolier.

L'hypothèse d'efficacité est cruciale pour comprendre la prise de décision optimale en matière de couverture et de spéculation. Elle est également importante pour prendre des décisions financières concernant la répartition optimale des portefeuilles d'actifs en fonction de leurs rendements multi-variés et des risques associés.

En appliquant la notion d'efficacité au marché pétrolier, cela voudrait dire, à l'exception d'une éventuelle prime de risque, que le prix du contrat à terme est un bon prédicteur du prix au comptant futur au moment de la livraison, compte tenu des informations disponibles au moment où le prix du contrat a été déterminé<sup>249</sup>. Cependant, Il existe de bonnes raisons de douter de sa validité pour le marché pétrolier. En effet, car durant de longues périodes, les prix officiels du pétrole se sont considérablement écartés des prix au comptant. Par exemple, pendant la période qui a suivi la révolution Iranienne, les prix au comptant ont dépassé les prix contractuels de plus de 30% pendant plus d'un an. Parfois, les prix au comptant étaient deux fois plus élevés que les

---

<sup>248</sup> Kolb, Robert W. et Rodriguez, Ricardo J. Financial markets. Blackwell Business, 2nd Revised edition, 1996, P850.

<sup>249</sup> Green, S. L., & Mork, K. A. ; Toward efficiency in the crude-oil market ; Journal of Applied Econometrics, 6(1) ; Année 1991 ; 45-66.

prix contractuels. Ces preuves spectaculaires semblent aller à l'encontre de toute notion d'efficience.

L'idée que le prix à terme pourrait être un prédicteur optimal du prix au comptant futur a été développée comme un sous-produit de l'hypothèse d'efficience des marchés. Le lien entre l'efficience et la prévisibilité découle du fait que la différence entre le prix à terme actuel et le prix au comptant futur représente à la fois l'erreur de prévision et le gain ou la perte d'opportunité réalisé sur les positions ouvertes. L'exigence selon laquelle l'erreur de prévision doit être nulle, en moyenne, est conforme à la fois à l'efficience du marché (absence d'opportunités d'arbitrage rentables) et à la propriété d'absence de biais du prévisionniste (erreur de prévision nulle en moyenne). L'efficience du marché est parfois utilisée de manière interchangeable avec l'absence de biais. Ce dernier implique que<sup>250</sup> :

$$f_t = s_{t+1}^e \quad (1)$$

$f_t$  : le prix à terme d'un contrat venant à échéance à la période  $t + 1$  ;  $s_{t+1}^e$  : le prix au comptant futur, ce dernier est donné par :

$$s_{t+1}^e = E(s_{t+1} | \Omega_t) \quad (2)$$

$E$  : est l'opérateur de valeur future et  $\Omega_t$  : l'ensemble de toutes les informations disponibles. En supposant des prévisions rationnelles, on obtient :

$$s_{t+1} = s_{t+1}^e + u_{t+1} \quad (3)$$

$u_{t+1}$  : est un bruit blanc. Donc :

$$s_{t+1} = f_t + u_{t+1} \quad (4)$$

Si, en revanche, les agents sont averses au risque, alors l'incertitude présente dans le système peut nécessiter une prime de risque. Cela peut être représenté par :

$$f_t = s_{t+1}^e + \rho_t \quad (5)$$

où  $\rho_t$  : est la prime de risque. La prime de risque peut être donné par :

$$\rho = a + \varepsilon_t \quad (6)$$

$a$  : la valeur moyenne de la prime de risque ;  $\varepsilon_t$  : est le bruit blanc. Par conséquent :

<sup>250</sup> Moosa, I. A., & Al-Loughani, N. E ; *Unbiasedness and time varying risk premia in the crude oil futures market ; Energy Economics* 16(2) ; 1994 ; P99-105.

$$s_{t+1} = -a + f_t + u_{t+1} - \varepsilon_t \quad (7)$$

Le modèle pour tester si le prix du pétrole à terme peut être considéré comme un prédicteur non biaisé du prix du pétrole au comptant futur peut donc être donnée par :

$$s_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \omega_{t+1} \quad (8)$$

où  $\omega_{t+1} = u_{t+1} - \varepsilon_t$  : est un terme d'erreur reflétant l'impact des nouvelles arrivant pendant la période du contrat ;  $\alpha = -a$ . La restriction de coefficient impliquée par l'hypothèse de non-biais est  $\alpha=0$  et  $\beta=1$ .

L'efficience se distingue parfois de l'absence de biais selon les lignes suivantes. Le prix à terme est un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur si la condition  $(\alpha, \beta) = (0, 1)$  est valable et il est un prédicteur optimal si les erreurs ne contiennent aucune information sensible au prix, c'est-à-dire si la condition suivante se vérifie:  $E(\omega_t, \omega_{t+j}) = 0$  pour  $j \neq 0$  ;

Si les deux conditions sont vérifiées, le prix à terme peut être considéré comme un prédicteur optimal et non biaisé du prix au comptant futur.

Dans la relation (8), l'hypothèse nulle d'efficience du marché ne peut pas être rejetée si  $(\alpha, \beta) = (0, 1)$  et  $\omega_{t+1}$  ne sont pas corrélés. Goss (1981)<sup>251</sup>, Tomek et Gray (1970)<sup>252</sup> et Bigman, Goldfarb et Schechtman (1983)<sup>253</sup> ont estimé ces relations pour divers marchés de produits de base par les moindres carrés ordinaires, testant l'hypothèse nulle avec les statistiques de régression conventionnelles. Cependant, si les séries dans cette relation sont I (1) (c'est-à-dire qu'elles ne sont pas stationnaires), ces statistiques de test n'adhèrent pas à la théorie de distribution conventionnelle (Elman et Dixon 1988 ; Shen et Wang 1990). Les conséquences les plus sévères des séries chronologiques non stationnaires sont améliorées dans les régressions impliquant des combinaisons linéaires stationnaires de variables intégrées<sup>254</sup>.

Chowdhury (1991)<sup>255</sup> a rejeté l'hypothèse d'efficience selon laquelle le prix à terme puisse être un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur pour les marchés de plusieurs métaux non

<sup>251</sup> Goss, Barry A. The semi-strong form efficiency of the London Metal Exchange. *Applied Economics*, 1983, vol. 15, no 5, p. 681-698.

<sup>252</sup> Tomek, William G. et Gray, Roger W. Temporal relationships among prices on commodity futures markets: Their allocative and stabilizing roles. *American Journal of Agricultural Economics*, 1970, vol. 52, no 3, p. 372-380.

<sup>253</sup> Bigman, David, Goldfarb, David, et Schechtman, Edna. Futures market efficiency and the time content of the information sets. *Journal of Futures Markets*, 1983, vol. 3, no 3, p. 321-334.

<sup>254</sup> Peroni, E., & McNown, R ; *Noninformative and informative tests of efficiency in three energy futures markets. Journal of Futures Markets*, 18(8); 1998 ; P 939-964.

<sup>255</sup> Chowdhury, Abdur R. Futures market efficiency: evidence from cointegration tests. *Journal of Futures markets*, 1991, vol. 11, no 5, p. 577-589.

ferreux en utilisant des statistiques de régression des moindres carrés sans tenir compte de leurs distributions non standards. Serletis et Banack (1990) ont utilisé la méthodologie Engle-Granger pour tester la cointégration entre les prix au comptant et à terme du mazout de chauffage, de l'essence intermédiaire du Texas occidental et de l'essence sans plomb. Les résultats ont montré que le prix à terme était un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur. Cependant, comme Hsieh (1990) l'a souligné dans son commentaire sur l'article, les auteurs n'ont pas testé les restrictions de l'hypothèse de non-biais dans le vecteur de cointégration. De plus, ils n'ont pas testé la condition supplémentaire d'efficacité du marché concernant l'absence de corrélation sérielle dans les erreurs de l'équation de cointégration.

D'autres études ont été faites afin de voir si les prix à termes du pétrole étaient des prédicteurs non biaisés des prix au comptant futurs, on présente :

Bopp et Sitzer (1987)<sup>256</sup> ont étudié les marchés à terme du pétrole brut et ont constaté que, bien que les prix à terme à court terme cités un mois à l'avance contenaient des informations importantes sur les prix au comptant, les prix à terme à plus long terme, cités plus d'un mois à l'avance, ne véhiculaient pas des informations sur le prix spot actuel. En d'autres termes, les auteurs voulaient dire que les prix à termes à plus d'un mois étaient vus comme des prédicteurs non biaisés des prix du pétrole au comptant futurs par rapport aux prix à terme à très court terme c'est-à-dire à moins d'un mois.

Samii M.V (1992)<sup>257</sup> a fait une régression entre les prix à terme à trois mois puis à six mois par rapport aux prix au comptant. L'auteur a utilisé des données mensuelles et quotidiennes (Les données mensuelles ont été prises du 19 janvier 1984 au juin 1992 tandis que les données quotidiennes ont été prises du 20 septembre 1991 au 15 juillet 1992). Les résultats ont montré après un ajustement de la corrélation en série un  $R^2=0,77$  pour les deux relations (à trois et à six mois). Ces résultats restent moyens pour conclure sur le fait que le taux de change à terme soit un prédicteur non biaisé du taux de change au comptant futur. Cependant, Les prix au comptant moyens à l'avenir, sur trois mois et six mois en utilisant des données mensuelles ou quotidiennes, se situent à moins d'un écart-type des prix à termes pour les mois comparables. Ce qui conduit à conclure que les prix à terme sont des prédicteurs non biaisés des prix au comptant à l'avenir.

---

<sup>256</sup> Bopp, A. E., & Sitzer, S ; Are petroleum futures prices good predictors of cash value? ; Journal of Futures Markets, 7(6); 1987 ; 705–719.

<sup>257</sup> Samii, M. V ; Oil futures and spot markets ; OPEC Review, 16(4); 1992 ; P409–417.

Moosa I.A et Al-loughani N(1994) <sup>258</sup>ont analysé les observations mensuelles sur trois séries de prix liées au pétrole brut West Texas Intermediate (WTI) : prix au comptant, prix à terme sur trois mois et prix à terme sur six mois sur une période allant de janvier 1986 à juillet 1990. Les résultats ont montré que les prix du pétrole à terme ne pouvaient en aucun cas être considérés comme prédicteurs des prix du pétrole au comptant futurs.

Abosedra, S et Baghestani, H. (2004) <sup>259</sup>ont étudié les prix au comptant et à terme mensuels du pétrole brut WTI. Les prix à terme mensuels des contrats à terme de 1, 3, 6, 9 et 12 pour une période allant de Janvier 1991 à Décembre 2002. Les résultats affirment, après utilisation d'un modèle de prévision naïf dans le but de générer des prévisions comparables comme références que les prix à terme ne sont pas biaisés durant toute la période étudiée (les prix à terme a 3, 6 et 9mois à venir ne dépassent pas les prévisions naïves. Cependant, les prévisions naïves sont surperformées par les prix a termes a 1 et 12mois).

---

<sup>258</sup> Moosa, I. A., & Al-Loughani, N. E ; *Unbiasedness and time varying risk premia in the crude oil futures market ; Energy Economics* 16(2) ; 1994 ;P99-105.

<sup>259</sup> Abosedra, S., & Baghestani, H ; *On the predictive accuracy of crude oil futures prices; Energy Policy*, 32(12), . 2004 ;P1389–1393.

## **Conclusion :**

L'hypothèse d'efficience des marchés financiers est à la fois un objectif, une abstraction intellectuelle et un mythe.

- Un objectif car les autorités des marchés savent que les caractéristiques de l'efficience les stabilisent, les rendent plus crédibles et donc attirent les entreprises et les investisseurs. Pour rendre un marché plus efficient, il faut minimiser les risques systématiques liés à ce marché. L'objectif des autorités est donc de croire le concept d'efficience dans les marchés financiers par l'amélioration de leur fonctionnement, l'utilisation optimale des instruments de contrôle des informations publiées par les entreprises cotées, des techniques de cotation, des instruments de contrôle des vecteurs d'investissement, des coûts de transaction et de la fixation des tick, etc. il n'y a jamais assez de relations mises en avant entre le développement de l'organisation des marchés et l'efficience.
- Une abstraction intellectuelle, développée par les chercheurs et les universitaires, cette théorie remet en cause quelques pratiques souvent utilisées par les professionnels des marchés. On cite l'analyse technique qui génère les mouvements. Malgré sa mise en évidence en 1965, cette théorie n'est pas acceptée par tous les professionnels et l'usage intensif de l'analyse technique en est la preuve. Elle est considérée comme un débat entre universitaires qui n'intéresse que les opérateurs qui ont pour but de réaliser des arbitrages à partir de poches d'inefficiencies. Cependant, elle reste l'un des piliers de la théorie financière moderne. C'est d'ailleurs pour cette raison, que tous rejets de cette hypothèse de la part des chercheurs se fait avec des réserves importantes.
- Un mythe, car pour accepter l'hypothèse d'efficience des marchés financiers, un ensemble d'hypothèses doit être accepté et vérifié par ses tenants. En plus de ses hypothèses classiques d'absence de coûts de transaction et de circulation de l'information qui ont été résolues. D'autres hypothèses sous-jacentes sont peu explorées. Particulièrement, celles liées au comportement des investisseurs. On remarque aussi la présence d'un nombre important de poches d'inefficiency, ce nombre montre l'existence de beaucoup de phénomènes inexplicables ou que les investisseurs manquent de rationalité. Cette théorie reste donc un mythe et un objectif à atteindre pour les marchés sans qu'ils n'y parviennent vraiment.

## **CHAPITRE III**

---

### **L'EFFICIENCE DES MARCHES DE CHANGES ET DES MARCHES DU PETROLE (CADRE EMPIRIQUE)**

*« L'impossibilité de prévoir les prix futurs à partir des prix passés et courants est le signe non pas de l'échec des lois économiques, mais du triomphe de ces lois après que la concurrence ait fait de son mieux. »*

*Paul Samuelson – Prix Nobel d'économie en 1970*

## **Introduction :**

Le marché sur lequel les devises ou les marchandises sont négociées se distingue par un risque lié aux fluctuations des taux et des prix. Pour minimiser ces risques, les contrats à termes peuvent être très efficaces. Effectivement, car l'investisseur peut se servir de ces taux ou ces prix à terme et s'engager dans des transactions à terme ou l'acheteur et le vendeur se mettent d'accord sur un taux ou un prix pour n'importe quelle date ultérieure, et la transaction aura lieu à cette date, à ce prix ou à ce taux convenu, indépendamment des prix et taux du marché.

Les taux et les prix à terme qui fixent les taux et les prix au comptant pour une date future sont calculés en utilisant le taux ou le prix actuel (au comptant). Le taux à terme peut être considéré comme la somme du taux ou prix au comptant futur espéré et une prime, "The forward exchange rate  $f_t$  observed for an exchange at time  $t+1$  is the market determined certainty equivalent of the future spot exchange rate  $s_{t+1}$ ." (Fama, 1984, p. 320).

L'hypothèse prétend que le taux ou le prix à terme soit un prédictor non biaisé du taux ou du prix au comptant futur. Supposons que le taux ou le prix d'une devise étrangère donné sur le marché au comptant soit de  $S_t$  \$ et le prix de livraison à une date ultérieure de  $F_t$  \$. Un spéculateur achète des marchandises ou des devises à terme au prix de  $F_t$  \$ par unité. Au début de la période  $t+1$ , il reçoit l'argent ou la devise et paie  $F_t$  par unité de Dollar reçues. A l'instant  $t+1$ , les marchandises ou devises peuvent être vendues à  $S_{t+1} - f_t$  par unité traitée. Selon cette même hypothèse, le profit espéré d'une telle opération spéculative devrait être nul.

Afin d'analyser l'efficacité faible et forte des marchés de changes et des marchés du pétrole, nous présentons dans ce chapitre les hypothèses et les tests adéquats, ces derniers sont présentés dans deux sections consécutives :

- La première section traitera le marché de change, elle vérifiera la forme faible d'efficacité par le biais de tests de stationnarité et ensuite elle traitera la question tant

convoitée celle de savoir si le taux de change à terme peut être considéré comme un prédicteur non biaisé du taux de change au comptant futur par le biais de tests de cointegration.

- La deuxième section traitera le marché du pétrole sur le court et le moyen terme (forme faible et forte). Sur le court terme on utilisera des tests de stationnarité, rapport de variance, runs et des tests de corrélation, et sur le moyen terme, on utilisera des tests de cointegration.

**Section I : Tests D'Efficience Des Marchés De Change<sup>260</sup> :**

Cette partie développe et discute divers tests empiriques qui cherchent à évaluer l'efficacité des marchés des changes ainsi que les marchés du pétrole. Tout d'abord, il est important de noter que, comme tous les autres marchés financiers, tout test d'efficacité des marchés est un ensemble d'hypothèses différentes et complexes. Par conséquent, il est impossible de développer un test direct de l'hypothèse selon laquelle le marché de change ou le marché du pétrole seraient efficaces. Afin de la tester, il suffit de présenter plusieurs hypothèses statistiques la concernant et de les tester en posant des hypothèses supplémentaires sur les propriétés statistiques des données. Le rejet de l'hypothèse nulle n'est donc pas nécessairement traduit par une inefficience concrète du marché. Effectivement, il serait plus judicieux d'interpréter l'analyse statistique d'une manière quasi-bayésienne comme le soutient Leamer (1978)<sup>261</sup>. « Nous avons quelques priorités sur le fonctionnement du monde, et l'interaction avec les données nous permet de mettre à jour notre réflexion, cela nous permet aussi d'évaluer dans quelle mesure nos priors expliquent les données et pour commencer le développement de nouvelles théories qui pourraient faire un meilleur travail à l'avenir ». Levich affirme qu'une grande partie de la confusion concernant les tests statistiques des marchés de change est générée de l'application à ces marchés les idées issues des premières publications financières concernant les marchés boursiers. Fama a fait valoir sur sa définition qu'un marché efficace reflète pleinement toute l'information disponible. Dans un tel climat, aucun investisseur ne peut réaliser des bénéfices extraordinaires en exploitant les informations accessibles au public. Cela ne veut pas dire que les rendements espérés des actifs à l'équilibre sont tous les mêmes car ces derniers peuvent différer par leurs risques. Ces qualifications qui élargissent la définition du marché efficace rendent le test du concept plus ou moins difficile. Ces idées impliquent aussi que les tests d'efficacité sur les marchés de changes à termes sont des tests joints d'un modèle d'équilibre des rendements espérés et un traitement rationnel des informations disponibles par les investisseurs.

---

<sup>260</sup> Hodrick, Robert. The empirical evidence on the efficiency of forward and futures foreign exchange markets. Routledge, 2014.

<sup>261</sup> Leamer Edward E ; Regression Selection Strategies and Revealed Priors ; Journal of the American Statistical Association Volume 73 ; 1978 ; P 580-587

### **I-1- Vérification De L'Efficacité Des Marchés De Changes Sur Le Court Et Le Long Terme :**

L'efficacité des marchés de change fait partie des sujets les plus importants à traiter par les économistes internationaux car il est lié à la nature des anticipations et à la capacité des opérateurs à anticiper les mouvements des taux de change. Selon Fama (1970), l'efficacité du marché des changes n'existe que s'il n'y a aucune opportunité pour les acteurs du marché de réaliser des profits normaux. Sur le long terme, un marché de change est considéré comme étant efficace si la loi de parité de pouvoir d'achat est vérifiée. Selon cette loi, la valeur d'un bien acheté à l'intérieur du pays doit avoir le même prix, s'il est exprimé dans la même unité de mesure, du même bien acheté à l'étranger (les frais de transport ne sont évidemment pas pris en compte)<sup>262</sup>. Il existe deux versions de la PPA : la version forte exprimée ainsi :  $R = SP^*/P = 1$  ou le S est le taux de change nominal, P est le prix domestique et le P\* est le prix à l'étranger ; et la version faible, celle qui correspond à notre travail, en l'occurrence à l'efficacité présentée par l'équation suivante :  $\delta P = \delta S + \delta P^*$ , cette relation indique que les variations des prix domestiques sont égales aux variations des taux de changes plus les variations des prix étrangers. Le mécanisme d'ajustement fonctionne comme suit : si la production atteint son niveau de plein emploi et que les biens ont les mêmes caractéristiques qualitatives, les consommateurs achètent des biens vendus au plus bas prix. En raison d'anticipations rationnelles, une augmentation de la demande ne provoque qu'une augmentation des prix, et en cas d'un régime de taux de change flexible, un mouvement correspondant des prix relatifs des devises. Le mouvement se poursuivra jusqu'à ce que la PPA soit de nouveau vérifiée.

Cependant, de longues fluctuations des taux de changes sont perçues provoquant ainsi l'échec de la loi (Engel 1999<sup>263</sup>). Selon les orthodoxes, ces fluctuations sont dues au secteur réel que le marché n'a pas encore absorbé, car l'allocation internationale des ressources ne peut pas se produire rapidement. Ces chocs peuvent être interprétés par :

- Un changement des proportions entre les biens échangeables et non échangeables. En effet, même s'il y a un contrôle strict de la quantité de monnaie, une inflation accrue est provoquée quand les prix des biens non échangeables fluctuent ;
- Une augmentation de productivité induira forcément a une baisse des prix et il s'en suivra une augmentation permanente du taux de change réel ;
- Un changement dans les préférences des consommateurs internationaux.

<sup>262</sup> Canale, R. R. et Napolitano, O. Efficiency and News in Exchange Rate Market. The Euro/Dollar Case. 2001.

<sup>263</sup> La loi d'engel indique que La part des dépenses affectées aux besoins alimentaires est d'autant plus faible que le revenu est grand.

Cependant, toujours selon la théorie orthodoxe, la loi de la concurrence entraînerait à très long terme une réaffectation des ressources jusqu'à ce que le taux de change réel soit à nouveau égal à 1, et que l'efficacité du marché international confirme le fait que, les prix relatifs des biens sont déterminés dans le secteur réel.

Et sur le court terme, afin d'affirmer ou d'infirmer l'existence d'une éventuelle efficacité au sein du marché de change, nos tests se porteront sur l'étude des marchés de changes à terme et les marchés de changes au comptant et la principale problématique sera de savoir si le taux de change à terme peut être vu comme un prédicteur sans biais du taux de change au comptant futur. Afin d'y répondre, deux conditions de parité de taux d'intérêt doivent être vérifiées : la parité couverte du taux d'intérêt (CIP) et la parité non couverte du taux d'intérêt (UIP).

Les tests de ces hypothèses ont une signification pratique en plus de leur pertinence pour la théorie économique. Le lien entre la parité d'intérêt et l'efficacité du marché donne un aperçu sur les attitudes des participants au marché à l'égard du risque et sur la durée d'intégration du marché des capitaux. Dans des cas particuliers, l'échec de la parité ou de l'efficacité du marché peut indiquer que les titres étrangers sont des substituts imparfaits des titres nationaux de la même date d'échéance et que les acteurs du marché ont besoin d'une compensation sous forme de prime de risque s'ils doivent détenir la monnaie nationale.

La condition de la CIP est un test qui permet de savoir si des opportunités de bénéfices d'arbitrage existent pour les investisseurs potentiels<sup>264</sup>, et l'UIP, représente une base pour un certain nombre de modèles comme la balance des paiements et du taux de change. Et, en termes d'implication politique, si la condition de l'UIP est maintenue, toute opération stérilisée<sup>265</sup> sur le marché de change est inefficace. L'échec de l'UIP signifie que les opérations stérilisées peuvent avoir des effets réels et que le modèle d'équilibre du portefeuille d'intervention sur le taux de change peut être préféré aux modèles monétaires de la balance des paiements. Il n'est pas étonnant que Taylor (1995, p. 14) considère l'UIP comme la condition fondamentale de l'efficacité du marché des changes.

La CIP affirme que la prime à terme sur devises doit être égale à la différence entre les taux d'intérêts nationaux et étrangers sur des titres de même échéance, à condition que les obligations nationales et étrangères soient dépourvues de risque de défaut. Une deuxième

---

<sup>264</sup> Felmingham, B., & Leong, S; Parity conditions and the efficiency of the Australian 90- and 180-day forward markets. ; *Review of Financial Economics*, 14(2); 2005; 127-145.

<sup>265</sup> Les opérations stérilisées impliquent une transaction de compensation en actifs nationaux dont le but est, de stériliser l'effet dépressif du marché des changes sur la masse monétaire.

exigence pour la CIP est que le commerce spéculatif devrait amener la prime (remise) à terme en égalité avec la dépréciation (appréciation) attendue de la monnaie nationale.

Le CIP est une relation implicite entre les taux de change à terme et au comptant ( $F_{t,k}$  et  $S_t$ ) et l'écart entre les taux d'intérêt nationaux et étrangers ( $i_{t,k}$  et  $i^*_{t,k}$ ) sur des titres ayant le même terme ( $k$ ) jusqu'à l'échéance. Cette relation peut s'exprimer en termes de détermination du taux de change à terme :

$$F_{t,k} = S_t \frac{1+i_{t,k}}{1+i^*_{t,k}} \quad (1)$$

Sous l'hypothèse d'absence de coûts de transactions, l'écart de taux d'intérêt défini ci-dessus devrait être égal mais de signe opposé à la prime de change à terme ou à la remise sur la devise étrangère. L'équation (1) signale l'absence de tout bénéfice d'arbitrage pour que l'équilibre s'établisse, et représente une stratégie commerciale plus ou moins particulière, à savoir que le rendement d'un contrat à terme peut être reproduit exactement en empruntant dans une devise, en le convertissant dans une autre devise et en le prêtant à terme, Felmingham et Coleman (1995, p. 465). Une présentation alternative de la CIP est fournie :

$$f_{t,k} - s_t = \frac{i_{t,k} - i^*_{t,k}}{1+i^*_{t,k}} \approx i_{t,k} - i^*_{t,k} \quad (2)$$

$f_{t,k}$  représente le logarithme du taux de change à terme ;  $s_t$  représente le logarithme du taux de change au comptant.

L'utilisation de logarithmes naturels dans l'équation précédente et en formulant la condition de l'UIP évite une difficulté potentielle résultante du paradoxe de Siegel (1972), qui indique qu'en cas de neutralité aux risques, le taux de change à terme est un prédicteur biaisé du taux au comptant futur<sup>266</sup>. Si la proposition est vraie pour le taux de change des devises étrangères / nationales, elle ne pourrait pas être également vraie pour le taux de change des devises nationales / étrangères dans la mesure où l'inégalité de Jensen exige que  $E(1/x) > 1/E(x)$  lorsque  $x$  a une variance positive. Boyer (1977) et Roper (1975) montrent qu'il est légitime d'exprimer les conditions des CIP et UIP sous forme logarithmique pour résoudre ce paradoxe.

La condition de la CIP est généralement testée en estimant l'équation de régression suivante :

$$f_{t,k} - s_t = \alpha + \beta (i_{t,k} - i^*_{t,k}) + \mu_t \quad (3)$$

<sup>266</sup> Beenstock Michael ; Forward Exchange Rates and "Siegel's Paradox"; Oxford Economic Papers, New Series, Vol. 37, No. 2 ; 1985 ; pp. 298-303.

Où  $\alpha$  et  $\beta$  sont des paramètres, et  $\mu_t$  le terme d'erreur. La CIP est vérifiée si  $\alpha = 0$  et  $\beta = 1$ , ce qui implique que l'écart d'intérêt prédit la prime à terme.

La condition de la parité non couverte du taux d'intérêt (UIP) postule une relation d'équilibre entre la variation future (espérée) du taux de change et l'écart d'intérêt à court terme sur des actifs financiers parfaitement comparables libellés dans différentes monnaies. L'arbitrage déplace le taux de change jusqu'à ce que les rendements espérés des investissements dans les devises domestiques et étrangères soient égaux. Deux hypothèses concernent cette relation : premièrement, la libre circulation et la parfaite mobilité des capitaux internationaux, chose qui va permettre aux agents d'emprunter et de prêter pratiquement au même taux dans les deux pays ; deuxièmement, les agents considèrent les actifs financiers nationaux et étrangers comme de parfaits substituts. L'équation algébrique ci-dessous est souvent utilisée et représente la base pour l'UIP :

$$E_t(S_{t+k}/\Omega_t) = S_t \frac{1+i_{t,k}}{1+i_{t,k}^*} \quad (4)$$

Où  $E(S_{t+k}/\Omega_t)$  est l'espérance conditionnelle du futur taux au comptant à l'instant  $t$ , et  $\Omega_t$  représente l'ensemble d'informations disponibles à l'instant  $t$ . L'équation (4) est souvent simplifiée comme suit :

$$E_t(S_{t+k}/\Omega_t) - S_t = i_{t,k} - i_{t,k}^* \quad (5)$$

Dans ce cas,  $E_t(S_{t+k}/\Omega_t)$  est l'espérance conditionnelle du logarithme du futur taux au comptant, tandis que l'expression (5) dans son intégralité suggère que la dépréciation attendue de la monnaie nationale est égale à l'écart d'intérêt domestique et étranger. Les prévisions rationnelles devraient s'appliquer tout au long de cette analyse ; par conséquent, les valeurs ex-post des taux de change au comptant devraient fournir une approximation appropriée pour les valeurs antérieures de la période  $k$  :

$$S_{t+k} = E_t(S_{t+k}/\Omega_t) + v_{t+k} \quad (6)$$

Où  $v_{t+k}$  est un terme de perturbation (erreur) avec une moyenne nulle. Enfin, le test généralement utilisé pour tester l'hypothèse UIP prend la forme suivante :

$$E_t S_{t+k} - S_t = \alpha + \beta (i_{t,k} - i_{t,k}^*) + \mu_t \quad (7)$$

L'UIP est vérifiée si  $\alpha = 0$  et  $\beta = 1$ . L'hypothèse UIP est généralement rejetée ; dans les études utilisant l'équation (7),  $\beta$  est généralement très petit et parfois négatif, en contradiction directe

avec l'hypothèse. En fait, les valeurs négatives de  $\beta$  suggèrent que les pays présentent de grands écarts positifs et connaissent une appréciation. Cela, en un mot, constitue le casse-tête de la prime à terme « the forward premium puzzle ». Pour remédier à ce puzzle, un grand volume de recherche a pris deux directions principales : L'existence d'une prime de risque et l'irrationalité des investisseurs.

- Etant donné que le trading de devises est associé au risque en raison des variations du taux de change, les traders utilisent le taux à terme pour se couvrir contre ce risque de fluctuation des devises. Ainsi, la prime à terme comprend un terme de prime de risque ainsi que la dépréciation attendue du taux de change. Cependant, les preuves empiriques en faveur du terme de prime de risque sont rares.
- Si les agents sont irrationnels dans la formation des prévisions du futur taux de change au comptant, il y'a alors une erreur dans la prime à terme qui génère un coefficient de régression biaisé.
- Ce comportement peut s'expliquer par les techniques statistiques et économétriques utilisées. Prenons l'exemple de la vérification de l'efficience, avant d'entamer les tests, nous devons d'abord vérifier la stationnarité des séries chronologiques.

Il faut savoir que de nombreuses séries chronologiques financières ne sont pas stationnaires et le taux de change en fait partie. Donc, les séries de taux de change au comptant et à terme ont des racines unitaires. Or que la détermination du taux de change dans le cadre d'anticipations rationnelles repose sur la stationnarité (Baillie et Bollerslev, 1989<sup>267</sup>). Si on régresse deux séries non stationnaires entre elles, on obtiendra de faux résultats (Granger et Newbold, 1974) dans lesquels les tests de signification conventionnels indiqueront des relations inexistantes entre les variables, aussi cela entraînera une estimation biaisée à la baisse de la pente  $\beta$ . Dans ce cas, tout test de signification conventionnel rejettera l'hypothèse nulle celle de prédicteur non biaisé.

Selon la théorie économique, l'existence d'une relation d'équilibre de long terme entre séries non stationnaires est possible si la première différenciation de ces variables les rend stationnaires, ces variables sont dites intégrées du premier ordre I (1). Si les variables ont des racines unitaires, la technique de cointégration peut être utilisée afin de modéliser les relations de long terme. Effectivement, les trajectoires des variables cointégrées sont influencées par la taille des écarts par rapport à l'équilibre de long terme qui, lui-même se rétablit par le

---

<sup>267</sup> Baillie, Richard T. et Bollerslev, Tim. Common stochastic trends in a system of exchange rates. *The Journal of Finance*, 1989, vol. 44, no 1, p. 167-181.

mouvement des variables. La dynamique à court terme est donc influencée par l'écart par rapport à l'équilibre de long terme. Ce modèle dynamique est appelé modèle de correction d'erreur (ECM). Dans un modèle à deux variables, pour une représentation de correction d'erreur, il est essentiel que les deux variables soient intégrées du même ordre et donc cointégrées. Dans ce cas, chaque variable contient une racine unitaire unique et la combinaison linéaire des variables est stationnaire.

L'utilisation du modèle de correction d'erreur (ECM) se justifie par l'arbitrage des taux d'intérêts couverts et la condition de parité des taux d'intérêts. Lors d'une stratégie d'investissement d'arbitrage d'intérêts sécurisés, l'investisseur achète un actif financier en devise étrangère et couvre son risque de change en utilisant un contrat à terme. Investir en devise domestique ou étrangère dépend du rendement le plus élevé et donc des taux d'intérêts. De ce fait, si le taux d'intérêt d'une devise étrangère est plus élevé que le taux d'intérêt domestique, investir à l'étranger est plus rentable, l'investisseur achète la devise étrangère au comptant et la revendra à terme. Cela fera augmenter le taux au comptant et baissera le taux à terme de la devise étrangère. Si les coûts de transactions sont faibles, cet arbitrage se poursuivra jusqu'à ce que les deux taux d'intérêts soient égaux. Ce résultat est la condition de parité des taux d'intérêt qui stipule que le prix au comptant et le prix à terme d'une devise intègrent tout différentiel de taux d'intérêt entre les deux devises. Ainsi, l'équilibre est rétabli par des ajustements des taux au comptant et à terme.

### **I-2-Est-Ce Que Le Taux De Change A Terme Est Un Prédicteur Non Biaisé Du Taux De Change Au Comptant Futur ? (Cadre Théorique Et Cointégration)**

Pour tester l'hypothèse d'efficacité sur le marché de change, trois conditions doivent être remplies : les taux au comptant et à terme doivent être cointégrés, le facteur de cointégration doit être égal à un et l'erreur de prévision doit être un processus de bruit blanc. Si on obtient une cointégration entre le taux de change au comptant et celui à terme, cela voudra dire que l'efficacité est vérifiée dans sa forme faible. Cependant, pour que la forme forte soit vérifiée, il faudrait que le taux de change à terme soit un prédicteur non biaisé du taux au comptant futur. Cette condition s'atteint que si les taux de change à terme et au comptant sont intégrés avec un vecteur de cointégration (1,1).

**I-2-1-L'Absence Du Biais Et La Cointégration :**

Le taux de change à terme et au comptant sont cointégrés s'ils sont stationnaires dans les premières différences et qu'il existe une combinaison linéaire stationnaire au niveau « level » présentée comme suit :  $\mu_t = s_t - \beta_1 f_{t-1}$  (1)

Dans l'hypothèse d'anticipations rationnelles et de neutralité des risques, l'hypothèse d'absence de biais est représentée comme suit :  $f_{t-1} = E_{t-1}(s_t)$  (2)

Où  $f_t$  et  $s_t$  sont les logarithmes des taux à termes et au comptant au temps  $t$  et  $E_t(\cdot)$  est l'opérateur d'espérance conditionnel aux informations disponibles au temps  $t$ . Cette équation est exprimée comme suit :  $s_t = f_{t-1} + \varepsilon_t$  (3)

Où  $\varepsilon_t$  est une variable aléatoire à moyenne nulle (bruit blanc).

Étant donné la condition de niveau level de l'hypothèse d'absence de biais (UH) et le fait que les taux au comptant et les taux à termes soient la plupart du temps non stationnaires, l'existence d'une cointégration entre le taux au comptant actuel et le taux à terme décalé est une condition nécessaire à l'efficience du marché. La régression de cointégration peut être écrite comme suit :

$$s_t = \beta_0 + \beta_1 f_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

Qui est la même que celle exigé au niveau level du test de l'UH. Les recherches confirment généralement une cointégration entre les taux au comptant actuels et les taux à terme décalés CI (1, 1). Pour que l'UH se vérifie, nous avons besoin que  $\beta_0 = 0$ ,  $\beta_1 = 1$  et que  $\mu_t$  ne soit pas corrélée en série.

En tant qu'approche équivalente pour tester l'UH, exprimons le terme résiduel dans la spécification de level comme suit :

$$\varepsilon_t = s_t - f_{t-1} = (s_t - s_{t-1}) - (f_{t-1} - s_{t-1}) \quad (5)$$

Étant donné que le rendement au comptant ( $s_t - s_{t-1}$ ) est stationnaire, la prime à terme décalée ( $f_{t-1} - s_{t-1}$ ) détermine l'ordre d'intégration de l'erreur de prévision ( $s_t - f_{t-1}$ ). Il a été empiriquement vérifié que la prime à terme n'était pas stationnaire (avait une racine unitaire), ce qui implique que l'erreur de prévision n'est pas stationnaire. Et en raison de sa persistance, nous pouvons même le prédire à partir de valeurs passées. Parallèlement, vu que l'UH exige que l'erreur soit un processus de bruit blanc, cela entraîne son rejet automatique. On peut donc affirmer que la cointégration entre  $f_t$  et  $s_{t+1}$  avec un vecteur de cointégration unitaire est une condition nécessaire pour l'UH.

Successivement, nous pouvons montrer que si  $s_{t+1}$  et  $f_t$  sont cointégrés avec un vecteur de cointégration unitaire, alors la condition que  $\beta_1 = 1$  sera vérifiée. La cointégration impliquera à ce moment-là l'absence de biais.

Nous avons dit que  $\mu_t = s_t - \beta_1 f_{t-1}$  est stationnaire si  $s_t$  et  $f_{t-1}$  sont cointégrés avec le paramètre de cointégration  $\beta_1$ . On additionne et soustrait  $s_{t-1}$  et  $f_{t-1}$  à  $s_t - \beta_1 f_{t-1}$  et on peut écrire :

$$f_{t-1} - s_{t-1} = (1-\beta)f_{t-1} + (s_{t-1} - s_t) + \mu_t \quad (6)$$

Nous savons que  $(s_{t-1} - s_t)$  et  $\mu_t$  sont stationnaires alors que  $f_{t-1}$  n'est pas stationnaire. Par conséquent, pour que  $(f_{t-1} - s_{t-1})$  soit stationnaire, le terme  $(1-\beta) f_{t-1}$  ne doit pas exister, c'est-à-dire que le paramètre  $\beta$  doit être égal à 1.

Comme l'avait annoncé Delcoure et al. (2003), vu que les taux de change au comptant et à terme décalés sont des processus intégrés du premier ordre ou I(1). la FRUH exige que ces variables soient cointégrées avec le vecteur de cointégration (1, -1). Dans ces conditions, le taux de change à terme prédira correctement le taux au comptant futur. Pour que la FRUH soit vérifiée empiriquement, les taux de change à terme décalés et les taux de changes au comptant doivent suivre une tendance stochastique commune et l'erreur de prévision résultante doit être un processus I(0) (plus précisément un processus de bruit blanc). Donc, la cointégration des taux de change au comptant et à terme décalés avec un vecteur de cointégration unitaire est une condition nécessaire pour le FRUH.

### **I-2-2-L'Hypothèse D'Absence De Biais Dans Le Taux De Change A Terme (FRUH) Et La Cointegration<sup>268</sup> :**

L'hypothèse selon laquelle le taux de change à terme soit un prédictor non biaisé du taux de change au comptant futur (FRUH) stipule que le taux de change à terme est une anticipation faite par le marché à terme afin de définir la valeur du futur taux de change au comptant. Cela peut se concrétiser si les conditions de l'hypothèse d'efficacité des marchés sont respectées, c'est-à-dire que, les agents sont neutres aux risques, et anticipent rationnellement, sa formulation algébrique est présentée comme suit :

$$E_t(s_{t+1}) = f_t \quad (1)'$$

<sup>268</sup> Zivot, E.; Cointegration and forward and spot exchange rate regressions. Journal of International Money and Finance, 19(6), (2000); P785-812.

Où  $E_t[\cdot]$  est l'espérance conditionnelle basée sur les informations disponibles au temps  $t$ ,  $t+1$  ;  $s_{t+1}$  et  $f_t$  sont les taux de change au comptant et à terme. Le taux à terme est alors un prédicteur non biaisé du futur taux au comptant, si :  $s_{t+1} = f_t + \varepsilon_{t+1}$  (2)

Où  $\varepsilon_{t+1}$  est une variable aléatoire avec  $E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$  l'espérance rationnelle de l'erreur de prévision. Il s'agit de la spécification de niveau level de l'UH où le taux au comptant futur est régressé avec le taux à terme. La fonction de régression au niveau « Level » est :

$$s_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \varepsilon_{t+1} \quad (3)$$

Pour tester la véracité de l'hypothèse nulle de l'UH, nous imposons ce qui suit :  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 1$  et  $E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$ .

Selon l'article de Zivot (2000), Barnhart et Szakmary (1991)<sup>269</sup>, Whitney (1995) et Hai et al. (1997) ont affirmé que vérifier  $\alpha = 0$ ,  $\beta = 1$  est semblable à tester la FRUH. Si l'UH est acceptée, vérifier  $E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$ , est équivalent à tester l'efficience des marchés à terme sous les conditions de rationalité des investisseurs et neutralité aux risques.

Si  $s_t$  et  $f_t$  ont des racines unitaires, l'UH exige que  $s_{t+1}$  et  $f_t$  soient cointégrés avec le vecteur de cointégration (1, -1) et que le résidu  $\varepsilon_{t+1}$  soit stationnaire, c'est-à-dire  $I(0)$  et  $E_t[\varepsilon_{t+1}] = 0$ . Donc tester l'UH revient à vérifier la cointégration entre  $s_{t+1}$  et  $f_t$  avec le vecteur de cointégration (1, -1), si au cours du test l'erreur ( $s_{t+1} - f_t$ ) a une moyenne conditionnelle nulle, le marché à terme sera considéré comme étant efficient.

Puisque  $s_t$  et  $f_t$  ont des racines unitaires, l'estimation de l'équation de régression de niveau « Level » sera fallacieuse (voir Bilson (1981)<sup>270</sup>, Fama (1984))<sup>271</sup>. Nous présentons maintenant la deuxième spécification économétrique qui est la « variation en pourcentage (différence) ».

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta (f_t - s_t) + \varepsilon_{t+1} \quad (7)$$

$(f_t - s_t)$  Cette différence représente la prime à terme,  $\Delta s_{t+1}$  ou  $(s_{t+1} - s_t)$  est la différence de variation du taux au comptant futur par rapport au taux au comptant actuel. L'hypothèse nulle testant l'UH est la même que dans la condition de niveau.

<sup>269</sup> Barnhart, Scott w. et Szakmary, Andrew c. testing the unbiased forward rate hypothesis: evidence on unit roots, co-integration, and stochastic coefficients. journal of financial and quantitative analysis, 1991, vol. 26, no 2, p. 245-267.

<sup>270</sup> Lai, Kon s. et Lai, michael. a cointegration test for market efficiency. journal of futures markets, 1991, vol. 11, no 5, p. 567-575.

<sup>271</sup> Fama, Eugene. forward and spot exchange rates. journal of monetary economics, 1984, vol. 14, no 3, p. 319-338.

Pour une régression équilibrée, toutes les variables de l'équation de régression doivent être intégrées du même ordre.  $s_t$  et  $f_t$  ont des racines unitaires, c'est-à-dire qu'elles sont I (1) et  $\Delta s_{t+1}$  est stationnaire, c'est-à-dire I (0). Ainsi, la prime à terme ( $f_t - s_t$ ) doit être stationnaire<sup>272</sup>, c'est-à-dire I (0), si la CIP est respectée, la prime à terme représente simplement le différentiel de taux d'intérêt entre les pays respectifs et il existe de bonnes raisons économiques de penser que ces écarts ne contiennent pas de racines unitaires, donc cela implique que la prime à terme est stationnaire. Et  $s_t$  et  $f_t$  doivent être cointégrés avec le vecteur de cointégration (1, -1). La spécification de «variation en pourcentage (différence)» peut être considérée comme un ECM pour  $f_t$  et  $s_t$ .

Les tests de la FRUH basés sur les équations (3)' et (7) impliquent une cointégration entre  $s_{t+1}$  et  $f_t$  ou  $f_t$  et  $s_t$ . Puisque :

$$s_{t+1} - f_t = \Delta s_{t+1} - (f_t - s_t) \quad (8)$$

Il est trivial de voir, sous l'hypothèse que  $f_t$  et  $s_t$  sont I (1), que si  $s_t$  et  $f_t$  sont cointégrés avec le vecteur de cointégration (1,-1) cela implique que  $s_{t+1}$  et  $f_t$  doivent être cointégrés avec le vecteur de cointégration (1,-1) et vice versa. Les modèles de cointégration pour ( $f_t, s_t$ ) et ( $s_{t+1}, f_t$ ) peuvent tous deux être utilisés pour décrire les données et tester le FRUH, mais la forme des modèles utilisés peut avoir un impact profond sur les inférences qui en résultent.

Dans la spécification de niveau « Level », les marchés au comptant et à terme sont en équilibre de long terme lorsque  $\varepsilon_{t+1} = 0$ . Si  $f_t$  et  $s_{t+1}$  diffèrent l'un de l'autre, il doit y avoir un ajustement qui rétablira l'équilibre dans la période qui suivra. Le processus d'ajustement peut être :

$$s_{t+2} = s_{t+1} - \alpha(s_{t+1} - f_t) + \varepsilon_{st+2} \quad (9a)$$

$$f_{t+1} = f_t - \beta(s_{t+1} - f_t) + \varepsilon_{ft+1} \quad (9b)$$

$\alpha$  et  $\beta$  sont positifs et les valeurs moyennes de  $\varepsilon_{st+2}$  et  $\varepsilon_{ft+1}$  sont nulles.

L'ajustement de court terme vers l'équilibre de long terme peut être représenté par un mécanisme de correction d'erreur. Le mouvement des variables dans n'importe quelle période est lié à l'écart de la période précédente par rapport à l'équilibre de long terme ; ce modèle dynamique est donc un ECM. Si  $s_{t+1}$  est égal à  $f_t$ , les taux au comptant et à terme devraient

<sup>272</sup> Crowder, William j. a note on cointegration and international capital market efficiency: a reply. Journal of international money and finance, 1996, vol. 15, no 4, p. 661-664.

rester inchangés mais s'il existe un écart positif entre les taux au comptant et à terme ( $s_{t+1} - f_t$ ) positif, le taux au comptant chutera et le taux à terme va augmenter.

Le modèle de correction d'erreur pour la spécificité de variation en pourcentage a été estimé par Barnhart et Szakmary (1991) comme suit :

$$s_t - s_{t-1} = \alpha + \beta (F_{t-1} - S_{t-1}) + \delta \text{lag} (S_t - S_{t-1}) + \gamma \text{lag} (F_t - F_{t-1}) + e_t \quad (10)$$

Le modèle général de cointégration et de correction d'erreur des taux au comptant et à terme est formulé en introduisant les variations décalées de chaque variable dans les deux équations.

$$\Delta s_{t+1} = \mu_s + \alpha_s (s_t - \beta f_t) + \delta_s \Delta s_t + \gamma_f \Delta f_{t-1} + \varepsilon_{s,t+1} \quad (11a)$$

$$\Delta f_t = \mu_f + \alpha_f (s_t - \beta f_t) + \delta_s \Delta s_t + \gamma_f \Delta f_{t-1} + \varepsilon_{f,t} \quad (11b)$$

Le modèle à correction d'erreur (ECM) à deux variables est un VAR bivarié dans les premières différences amélioré par les termes de correction d'erreur  $\alpha_s (s_t - \beta f_t)$  et  $\alpha_f (s_t - \beta f_t)$ .  $\alpha_s$  et  $\alpha_f$  représentent les paramètres de vitesse d'ajustement qui, lorsque leurs valeurs sont grandes, permettent au système de revenir à son équilibre de long terme plus rapidement. Si les deux valeurs des paramètres sont égales à zéro, la relation d'équilibre de long terme n'existe pas et le modèle ne représente pas de cointégration ou de correction d'erreur.

### I-2-2-1-Les Données :

Afin d'établir nos tests, nous avons opté pour des données mensuelles des taux de changes au comptant et à terme à un mois, trois mois et six mois d'intervalle, ces derniers ont été calculés par l'équation de la parité non couverte du taux d'intérêt qui est :  $F_t = S_t \frac{1+i_{t,k}}{1+i_{t,k}^*}$ .

Les données ont été obtenues à partir des bases des données de **la banque d'Angleterre** et de la base de données **Datastream**. L'échantillon de notre travail comprend sept monnaies que sont : le Dollar Canadien CAD., le Dollar Australien AUD, la Roupie Indienne IND, le Yen Japonais JAY, le Franc Suisse CHF, l'Euro Européen EUR et la Livre Sterling Anglaise GBP, toutes indiquées en unités de devises étrangères contre le **Dollar Américain** USD (cotation à l'incertain<sup>273</sup>), toutes ces séries de données sont celles enregistrées à la fin de chaque mois. En tant que tels, ils ne sont pas affectés par les réserves obligatoires, les contrôles des changes, etc., et sont des taux d'intérêt du marché libre que les banques se prêtent et s'empruntent.

<sup>273</sup> Quantité de devise étrangère par unité de Dollar Américain.

La période empirique des tests débute de Janvier 2010 jusqu'à Décembre 2019. Il faut noter que toutes les séries de change (comptant et à terme) ont été prises en logarithme afin d'éviter le paradoxe de Siegel (1972) et les taux de change à terme à un, trois et six mois ont été échantillonnés le dernier jour du mois en parallèle avec le dernier jour du mois au comptant.

### I-2-2-2-Tests De Stationnarité :

Une représentation de correction d'erreur des taux au comptant et à terme nécessite que les deux variables soient cointégrées d'ordre CI (1, 1). Ainsi, dans la modélisation de la cointégration, nous devons d'abord tester la stationnarité. Et pour la tester, nous appliquons les tests de racine unitaire (Dickey Fuller, Augmented Dickey Fuller, Phillips Perrons,...). Le plus courant est le test de Dickey-Fuller augmenté (ADF) dans lequel l'hypothèse nulle est l'existence d'une racine unitaire.

**Le test de Dicky Fuller (DF)<sup>274</sup>:** Ces tests permettent de mettre en évidence le caractère stationnaire ou non d'une chronique par la détermination d'une tendance déterministe ou stochastique. Il existe trois modèles de base qui construisent ces tests, leur principe est simple, si  $H_0 : \alpha_1 = 1$  est acceptée dans l'un des trois modèles, le processus est non stationnaire.

- Modèle (1) :  $y_t = \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$                       modèle autorégressif d'ordre 1
- Modèle (2) :  $y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$                       modèle autorégressif avec constante
- Modèle (3) :  $y_t = bt + \alpha_1 y_{t-1} + c + \varepsilon_t$                       modèle autorégressif avec tendance

Si  $H_0$  est vérifiée, la chronique  $y_t$  n'est pas stationnaire quel que soit le modèle retenu.

Considérons une série générée par un processus de première commande :

$$y_t = \alpha_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Où  $\varepsilon_t$  est un bruit blanc. En soustrayant  $y_{t-1}$  des deux côtés, on obtient :

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (13)$$

Où  $\gamma = \alpha_1 - 1$ . L'équation ci-dessus représente un modèle de marche aléatoire avec un terme de dérive ou d'interception. Afin de tester la présence d'une racine unitaire, nous testons l'hypothèse  $\alpha_1 = 1$  ou  $\gamma = 0$ . Si  $t_{\alpha_1} \geq t_{\text{tabulé}}$ , alors on accepte l'hypothèse  $H_0$  c'est-à-dire l'existence d'une racine unitaire et donc la non stationnarité de la série chronologique.

<sup>274</sup> BOURBONNAIS, Régis. Économétrie-8e éd.: Manuel et exercices corrigés. Hachette, 2011.P379.

Le test ADF par rapport au test DF, ajoute des retards supplémentaires afin de s'assurer que le terme d'erreur est un bruit blanc. Son hypothèse nulle est la même que dans le test DF.

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \hat{\beta}_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (14)$$

Où  $\gamma = \sum_{i=2}^p \alpha_i - 1$  et  $\hat{\beta}_i = \sum_{j=1}^p \alpha_j$

Si l'hypothèse nulle de la racine unitaire n'est pas rejetée, nous concluons que la série n'est pas stationnaire. Nous effectuons le test ADF en premier, suivi du test en première différence. Les résultats des tests montrent que les taux de change au comptant et à terme ne sont pas stationnaires mais la première différence des deux variables de la série chronologique est stationnaire. Par conséquent, les deux variables ont des racines unitaires, sont intégrées de l'ordre un, c'est-à-dire I(1).

Le test ADF comprend 120 observations pour chaque monnaie (CAD, AUD, INR, CHF, EUR, JPY, GBP). Pour l'inclusion d'un terme d'interception seulement (absence du terme de tendance) (processus DS), les valeurs critiques du test ADF sont respectivement de -3.49 et -2.89 pour des niveaux de significativités respectifs de 1% et 5%. Pour tous les pays, la statistique du test ADF et la valeur p sont reportées dans le tableau ci-dessous :

**Table N° 03** : Test de stationnarité pour les taux de change au comptant et à terme à 1, 3 et 6 mois.

<i>Pays</i>	<i>Variables</i>	<i>Test au niveau level</i>		<i>Test de 1st différence</i>	
		<i>T-statistics</i>	<i>P-values</i>	<i>T-statistics</i>	<i>P-values</i>
<b>Europe</b>	<i>Au comptant</i>	-1.505	0.528	-3.565	0.008
	<i>A terme à 1mois</i>	-1.524	0.518	-3.612	0.007
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.5835	0.4876	-3.525	0.009
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.5785	0.4902	-3.5870	0.0075
<b>Angleterre</b>	<i>Au comptant</i>	-1.316	0.620	-4.769	0.000
	<i>A terme à 1mois</i>	-1.328	0.615	-4.762	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.172	0.6848	-9.909	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.3570	0.6009	-4.7817	0.0001
<b>Canada</b>	<i>Au comptant</i>	-1.1865	0.6783	-2.4844	0.1221*
	<i>A terme à 1mois</i>	-0.815	0.811	-8.213	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.245	0.6509	-8.192	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-0.8285	0.8070	-8.2144	0.000
<b>Australie</b>	<i>Au comptant</i>	-0.453	0.895	-7.779	0.000
	<i>A terme à 1mois</i>	-1.459	0.551	-7.774	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.472	0.5444	-7.7282	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.4751	0.5428	-7.6667	0.000
<b>Suisse</b>	<i>Au comptant</i>	-3.192	0.0231	-3.629	0.006
	<i>A terme à 1mois</i>	-3.137	0.0265	-14.470	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-3.2506	0.0196	-14.417	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-3.2727	0.0184	-14.566	0.000
<b>Japon</b>	<i>Au comptant</i>	-1.677	0.4400	-2.658	0.085*
	<i>A terme à 1mois</i>	-1.674	0.4415	-2.381	0.15*
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.743	0.4069	-2.4206	0.1385*
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.699	0.4284	-2.3715	0.1522*
<b>Inde</b>	<i>Au comptant</i>	-1.289	0.633	-3.856	0.0033
	<i>A terme à 1mois</i>	-1.364	0.5974	-6.484	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.3682	0.5955	-6.4061	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.5460	0.5068	-6.3281	0.000

Les valeurs du t-statistiques sont de -3.49 et -2.89 pour des niveaux de significativités respectifs de 1% et 5%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Étant donné que la valeur de la t-statistique du test de racine unitaire des taux au comptant et à terme à 1mois, 3mois et 6mois au niveau Level pour la plupart des pays (mis à part la Suisse) est supérieure aux valeurs critiques, nous concluons donc l'acceptation de l'hypothèse nulle celle de présence de racine unitaire pour tous les pays mis à part pour la suisse qui semble selon les résultats être stationnaire pour les taux de change au comptant et à terme au seuil de 5% . Lorsque nous prenons la première différence des variables et effectuons le test de racine unitaire, nous constatons que les valeurs de la t-statistique sont inférieures aux valeurs critiques pour la plupart des pays mis à part le Canada qui reste toujours non stationnaire pour le taux de change au comptant et le Japon qui reste non stationnaire à tous les niveaux de change que ce soit au comptant ou à terme à 1mois, 3mois et six mois . Nous rejetons donc l'hypothèse nulle celle d'existence de racine unitaire pour tous les pays mis à part le Canada et le Japon dans lesquels, on ne pourra effectuer aucun test de cointegration car leurs séries ne sont pas I(1). Quant aux autres pays, la première différence entre les taux au comptant et à terme non stationnaires est stationnaire. Par conséquent, ces variables sont I (1).

De la même manière, nous allons effectuer le test de stationnarité pour les variations du taux de change au comptant ( $s_{t+1} - s_t$ ) et de la prime à terme ( $f_t - s_t$ ). le test comprend 120 observations pour les cinq pays dont la stationnarité des séries de premières différences I(1) a été affirmé dans le tableau ci- dessus (Europe, Australie, Angleterre, Suisse, Inde.).

La statistique du test ADF et la valeur de p pour le test de racine unitaire en niveau sont reportées dans les tableaux ci-dessous :

**Table N° 04 :** Test de stationnarité pour les variations du taux de change au comptant ( $s_{t+1} - s_t$ ).

<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Australie</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>T-statistics</i>	-8.6582	-7.7786	-4.7698	-3.6289	-3.8561
<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	0.006	0.003

Les valeurs du t-statistiques sont de -3.49 et -2.89 pour des niveaux de significativités respectifs de 1% et 5%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N°05** : Test de stationnarité pour les primes a termes ( $f_t - s_t$ ).

<i>Pays</i>	<i>Prime à terme</i>	<i>Test au niveau level</i>		<i>Test de 1st différence</i>	
		<i>T-statistics</i>	<i>P-values</i>	<i>T-statistics</i>	<i>P-values</i>
<b>Europe</b>	<i>A terme à 1mois</i>	-0.5200	0.8820	-6.6284	0.000
	<i>A terme à 3mois</i>	-0.2625	0.9258	-7.7897	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.5299	0.5147	-14.0351	0.000
<b>Angleterre</b>	<i>A terme à 1mois</i>	-1.3219	0.6176	-4.7661	0.0001
	<i>A terme à 3mois</i>	-1.3268	0.6153	-4.7729	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-1.3361	0.6109	-4.7757	0.000
<b>Australie</b>	<i>A terme à 1mois</i>	-0.7151	0.8376	-4.1650	0.0012
	<i>A terme à 3mois</i>	-0.7148	0.8377	-4.1572	0.0012
	<i>A terme à 6mois</i>	-0.7162	0.8373	-4.1746	0.0011
<b>Suisse</b>	<i>A terme à 1mois</i>	-10.8759	0.000		
	<i>A terme à 3mois</i>	-10.7936	0.000		
	<i>A terme à 6mois</i>	-10.4701	0.000		
<b>Inde</b>	<i>A terme à 1mois</i>	-9.4378	0.0000		
	<i>A terme à 3mois</i>	-3.2393	0.0202	-7.4764	0.000
	<i>A terme à 6mois</i>	-3.0265	0.0353	-10.3747	0.000

Les valeurs du t-statistiques sont de -3.49 et -2.89 pour des niveaux de significativités respectifs de 1% et 5%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

La valeur de la t-statistique du test de racine unitaire pour les variations des taux au comptant en niveau level pour tous les pays montre une stationnarité de type I(0). Cependant, pour la prime à terme, les résultats montrent que les valeurs de la t-statistique calculée sont presque toutes supérieurs à leurs valeurs correspondantes tabulées chose qui affirme l'existence d'une éventuelle racine unitaire pour presque tous les pays mis à part pour la Suisse et l'Inde a un degré de significativité de 5% en niveau Level. La première différence du test pour les pays Europe, Angleterre, Australie et Inde n'ayant pas été stationnaire en niveau Level, montre une stationnarité de type I(1).

Les variations du taux de change au comptant remplissent les conditions nécessaires de la stationnarité contrairement aux primes a termes qui ont presque toutes des racines unitaires au niveau level (mis-à-part la Suisse et l'Inde), cependant les monnaies des pays restants (Europe, Angleterre et Australie) seront stationnaires en première différence I(1).

Ainsi, lors du test de l'UH, les estimations de paramètres obtenues à partir de la spécification de niveau (le taux spot actuel est régressé sur le taux à terme décalé à une période) rencontrent des problèmes liés à la stationnarité. Cependant, les estimations obtenues à l'aide de la spécification de changement en pourcentage, le taux au comptant futur par rapport au taux au

comptant actuel est régressé par rapport à la prime à terme (la différence entre les taux à terme et au comptant) ne devrait pas être sujette à ces problèmes pour la Suisse et l'Inde.

### **I-2-2-3-Tests De Cointégration :**

La cointégration est un concept statistique relativement nouveau, mis au point par Granger (1983)<sup>275</sup>, Granger et Weiss (1983)<sup>276</sup> et Engle et Granger (1987)<sup>277</sup>. La cointégration est une propriété possédée par certaines données de séries chronologiques non stationnaires. En termes généraux, deux variables sont dites cointégrées lorsqu'une combinaison linéaire des deux est stationnaire, même si chaque variable n'est pas stationnaire<sup>278</sup>.

Granger et Newbold (1986)<sup>279</sup> affirment qu'en présence de séries non stationnaires, les résultats seront erronés (les estimateurs sont biaisés et incohérents) et donc la nécessité d'appliquer la technique de cointégration. Au fil du temps, un système économique converge vers un équilibre de long terme imité par la technique de cointégration si deux séries ou plus sont non stationnaires, mais qu'une combinaison linéaire entre elles est stationnaire, alors les séries sont dites cointégrées.

La cointégration est une propriété économétrique des variables de séries chronologiques. Si cette dernière est empiriquement vérifiée entre les taux au comptant et à terme. Les variations du taux au comptant peuvent être modélisées par un modèle de correction d'erreur.

A présent, nous allons tester si les taux au comptant et à terme à 1, 3 et 6 mois I (1) des devises sont cointégrés. Les deux principales méthodes de test de cointégration sont : la méthode des deux étapes d'Engle-Granger et la procédure Johansen.

#### ***A-La Méthode De Engle-Granger :***

La première étape du test constitue à prétester les séries pour leur ordre d'intégration car la cointégration nécessite que les variables soient intégrées du même ordre. En utilisant le test ADF, nous avons constaté que les taux au comptant et à terme des devises à tester sont tous

---

<sup>275</sup> Granger, Clive WJ. Co-integrated variables and error-correcting models. 1983. Thèse de doctorat. Discussion Paper 83-13. Department of Economics, University of California at San Diego.

<sup>276</sup> Granger, Clive WJ et WEISS, Andrew A. Time series analysis of error-correction models. In : Studies in econometrics, time series, and multivariate statistics. Academic Press, 1983. p. 255-278.

<sup>277</sup> Engle, Robert F. et Granger, Clive WJ. Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1987, p. 251-276.

<sup>278</sup> Hakkio G & Rush M ; Market efficiency and cointegration:an application to the sterling and deutschemark exchange markets ; *Journal of International Money and Finance* (1989). 8, 75-88

<sup>279</sup> Granger, Clive WJ et Newbold, Paul. Forecasting economic times series. Orlando, FL, 1986.

les deux I (1). Dans la deuxième étape, nous estimons la relation d'équilibre de long terme sous la forme :

$$s_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \varepsilon_{t+1} \quad (4)'$$

Qui est l'équation de régression de la spécification de «niveau» utilisée pour tester l'UH. La séquence résiduelle est désignée par  $\{\widehat{\varepsilon}_{t+1}\}$  qui est la valeur estimée des écarts par rapport à la relation de long terme. Les taux au comptant et à terme I (1) sont cointégrés d'ordre CI (1, 1) si les séries résiduelles sont stationnaires. Afin de tester les séries résiduelles pour leur ordre d'intégration, nous effectuons le test ADF.

Les relations d'équilibres ont été estimées par la méthode des moindres carrés ordinaire OLS (Ordinary Least Square), ensuite, les séries résiduelles de tous les pays et à tous les termes (1, 3 et 6 mois) ont été testées avec le test ADF. Le nombre d'observations incluses dans ce dernier pour les séries résiduelles de toutes les devises et les valeurs critiques sont les mêmes qu'auparavant. La statistique du test et les valeurs de p pour le niveau Level sont indiquées ci-dessous :

**Table N°06 :** Test de stationnarité pour les séries résiduelles à 1 mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-1,7383	-2.0896	-2.2370	-9.6146*	-9.4913*
	<i>P-values</i>	0.4092	0.2493	0.1946	0.000	0.000
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	-16.7483	-13.6196	-7.9997	/	/
	<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	/	/

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N°07 :** Test de stationnarité pour les séries résiduelles à 3 mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-1,8926	-2.6947	-2.2231	-9.4511*	-4.1394*
	<i>P-values</i>	0.3348	0.0780	0.1994	0.000	0.001
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	-15.5473	-9.6543	-7.9949	/	/
	<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	/	/

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N°08** : Test de stationnarité pour les séries résiduelles a 6 mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-1.2876	-2.1258	-2.0681	-9.0744*	-2.9988
	<i>P-values</i>	0.6336	0.2350	0.2579	0.000	0.0379
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	-12.6004	-10.7060	-8.0522	/	/
	<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	/	/

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Étant donné que la valeur de la t-statistique du test de racine unitaire de la série résiduelle dans le niveau Level pour l'Inde et la Suisse est inférieure aux valeurs critiques à 5%, nous rejetons l'hypothèse nulle celle de présence de racine unitaire. Ainsi les séries résiduelles sont stationnaires et les taux au comptant et à terme à 1, 3 et 6 mois sont cointégrés d'ordre CI (1, 1). Tandis que pour les autres pays (Europe, Angleterre et Australie), les tests montrent que les valeurs de la t-statistique sont supérieures aux valeurs critiques, donc nous acceptons l'hypothèse nulle celle de présence de racine unitaire et par conséquent la non stationnarité des séries résiduelles au niveau Level c'est-à-dire I(0). Cependant, avec l'intrusion d'une première différence aux tests, les valeurs calculées de la t-statistique semblent être amplement inférieures aux valeurs critiques ce qui nous induit à un rejet automatique de l'hypothèse nulle et donc l'acceptation de la stationnarité des séries I (1).

Nous testons ensuite la cointégration entre les taux au comptant et à terme à 1, 3 et 6 mois décalés dans lesquels l'équation de régression est de la forme :

$$s_t = \alpha + \beta f_t + \varepsilon_t \quad (15)$$

Le test de stationnarité est effectué sur la séquence résiduelle notée  $\{\hat{\varepsilon}_t\}$ . Le nombre d'observations incluses dans le test ADF et les valeurs critiques sont les mêmes qu'avant. La statistique du test ADF et les valeurs de p pour le test en niveau sont reportées dans le tableau ci-dessous.

**Table N°09** : Test de stationnarité (taux décalés) pour les séries résiduelles à 1 mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-4.4681*	-2.2603	-2.2562	-9.6355*	-9.4554*
	<i>P-values</i>	0.000	0.1866	0.1880	0.000	0.000
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	/	-13.6986	-8.1978	/	/
	<i>P-values</i>	/	0.000	0.000	/	/

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860 et de 1% est -3.4870. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N°10** : Test de stationnarité (taux décalés) pour les séries résiduelles à 3mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-1.9339	-2.2603	-2.2363	-9.4820*	-4.1216*
	<i>P-values</i>	0.3158	0.1866	0.1947	0.000	0.0013
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	-15.4928	-13.6986	-8.1912	/	/
	<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	/	/

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860 et de 1% est -3.4870. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N°11** : Test de stationnarité (taux décalés) pour les séries résiduelles à 6 mois.

	<i>Pays</i>	<i>Europe</i>	<i>Angleterre</i>	<i>Australie</i>	<i>Suisse</i>	<i>Inde</i>
<i>Level</i>	<i>T-statistics</i>	-1.3029	-2.1611	-2.1791	-9.1133*	-2.9995
	<i>P-values</i>	0.6266	0.2217	0.2150	0.000	0.0378
<i>1st difference</i>	<i>T-statistics</i>	-12.5693	-10.4828	-8.2473	/	-15.0588
	<i>P-values</i>	0.000	0.000	0.000	/	0.000

La valeur de la t-tabulée au seuil de 5% est -2,8860 et de 1% est -3.4870. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

La table N°09 montre que la valeur de la t-statistique en Europe, Suisse et Inde est inférieure à la valeur de la t-tabulée à un degré de liberté de 1% et 5%, ce qui nous pousse à rejeter l'hypothèse nulle celle d'existence de racine unitaire et donc on conclut une stationnarité des séries résiduelles des taux décalés a un mois de type I(0) et donc l'existence d'une cointégration de type CI (1, 1). Cependant pour l'Angleterre et l'Australie, ils seront considérés comme étant stationnaire qu'après une première différence, ils seront alors stationnaires de type I(1).

Les tables N°10 et N°11 montrent que les valeurs de la t-statistique en Suisse et en Inde sont inférieures aux valeurs de la t-tabulée à un degré de liberté de 1% et 5% pour la Suisse et seulement 5% pour l'Inde, ce qui nous pousse à rejeter l'hypothèse nulle celle d'existence de racine unitaire et donc on conclut une stationnarité ainsi qu'une cointégration avec le vecteur CI(1, 1) des séries résiduelles des taux décalés a trois et six mois de type I(0). Cependant pour l'Europe, l'Angleterre et l'Australie, ils seront considérés comme stationnaires qu'après une première différence, ils seront alors stationnaires de type I (1).

### ***B-La Procédure De Johansen<sup>280</sup> :***

Le test de cointégration de la méthode d'Engle et Granger exige le placement d'une des variables comme dépendante et le reste des variables comme régresseurs. Si toutes les variables sont cointégrées, la série résiduelle est stationnaire. Nous devrions obtenir le même résultat quelle que soit la variable dépendante, c'est-à-dire le choix de la variable sélectionnée pour la

<sup>280</sup> Bourbonnais Regis ; Econometrie : manuels et exercices corrigés ; edi DUNOD 8eme edition ; 2011 ; p306

normalisation. Le test de stationnarité sur la série résiduelle dans le cas de deux variables donne souvent le même résultat pour un grand échantillon, quelle que soit la variable dépendante. Lorsque nous visons à tester la cointégration entre plus de deux variables, le test de stationnarité sur la série résiduelle peut ne pas donner le même résultat mais dépend du choix de la variable dépendante. En outre, il peut y avoir plusieurs vecteurs de cointégration. Pour éviter ces problèmes, on peut utiliser la procédure Johansen. La procédure de Johansen (1988)<sup>281</sup> et Stock et Watson (1988)<sup>282</sup> utilise la technique d'estimation du maximum de vraisemblance (the maximum likelihood estimation) pour tester la présence de multiples vecteurs de cointégration. L'estimateur du maximum de vraisemblance (MLE) de *Johansen* est établi selon une approche multivariée dont le point de départ est un modèle VAR d'ordre  $k$ . sa représentation s'écrit sous la forme matricielle suivante :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + v_t \quad (16)$$

Avec :

$$Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \\ \vdots \\ Y_{p,t} \end{bmatrix}; \quad A_p = \begin{bmatrix} a_{1,p}^1 & a_{1,p}^2 & a_{1,p}^k \\ a_{2,p}^1 & a_{2,p}^2 & a_{2,p}^k \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ a_{k,p} & a_{k,p} & a_{k,p} \end{bmatrix}; \quad A_0 = \begin{bmatrix} a_1^0 \\ a_2^0 \\ \vdots \\ a_k \end{bmatrix}; \quad v_t = \begin{bmatrix} v_{1,t} \\ v_{2,t} \\ \vdots \\ v_{p,t} \end{bmatrix}$$

On note  $\sum_v E(v_t v_t')$ , la matrice de dimension  $(k, k)$  des variances covariances des erreurs. Cette matrice est bien-sûr inconnue.

En différenciant le modèle VAR précédent, on obtient le vecteur à correction d'erreur (VECM) qui peut être généralisé par la représentation matricielle suivante :

$$\Delta Y_t = A_0 + (A_1 - I)\Delta Y_{t-1} + (A_2 + A_1 - I)\Delta Y_{t-2} + \dots + (A_{p-1} + \dots + A_2 + A_1 - I)\Delta Y_{t-p+1} + \Pi Y_{t-1} + \varepsilon \quad (17)$$

Où encore, en fonction de  $Y_{t-1}$

$$\Delta Y_t = A_0 + \beta_1 \Delta Y_{t-1} + \beta_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \beta_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \Pi Y_{t-1} + \varepsilon \quad (18)$$

Où  $\Pi = (\sum_{i=1}^p A_i - I)$

<sup>281</sup> Johansen, S. *Statistical analysis of cointegration vectors*. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), (1988); p231-254.

<sup>282</sup> STOCK, James H. et WATSON, Mark W. Variable trends in economic time series. *Journal of economic perspectives*, 1988, vol. 2, no 3, p. 147-174.

La matrice  $\Pi$  peut être représentée comme suit  $\Pi = \alpha\beta'$  où  $\alpha$  représente le vecteur de la force de rappel vers l'équilibre et  $\beta$  le vecteur des coefficients des relations de long terme des variables. Donc, chaque combinaison linéaire représente une relation de cointégration.

Si tous les éléments de  $\Pi$  sont nuls (le rang de la matrice  $\Pi$  est égal à 0 et donc  $(A_{p-1} + \dots + A_2 + A_1 = I)$ , alors, aucune spécification à correction d'erreur ne pourra être retenue, une estimation d'un VAR classique en première différence est suffisante pour éliminer toute présence d'éventuels tendances. Si le rang de  $\Pi$  est égal à  $k$ , cela veut dire que les variables sont toutes  $I(0)$  et donc le problème de la cointégration ne se pose pas, dans ce cas, on estimera un modèle VAR en niveau.

Le rang d'une matrice est égal au nombre de ses racines caractéristiques non nulles. Le nombre de racines caractéristiques significatives de  $\pi$  est égal au nombre de vecteurs de cointégration distincts. Si les variables ne sont pas cointégrées, le rang de la matrice  $\pi$  est nul et toutes les racines caractéristiques de  $\pi$  sont égales à zéro.

Si le rang de la matrice  $\Pi$  ( $r$ ) est compris entre 1 et  $k-1$  ( $1 \leq r \leq k-1$ ), il existe alors  $r$  relations de cointégration et la représentation ECM est valide soit :

$$\Delta Y_t = A_0 + \beta_1 \Delta Y_{t-1} + \beta_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \beta_{p-1} \Delta Y_{t-p+1} + \Pi Y_{t-1} + \alpha e_{t-1} + \varepsilon \quad (19)$$

Avec  $e_t = \beta' Y_t$

Afin de déterminer le nombre de relation de cointégration, Johansen (1988) a proposé deux tests basés sur les valeurs propres d'une matrice résultant d'un calcul en deux étapes :

**Etape n° 01 :** calcul des résidus  $u_t$  et  $v_t$

Deux régressions seront effectuées :

Première régression :  $\Delta Y_t = \widehat{A}_0 + \widehat{A}_1 \Delta Y_{t-1} + \widehat{A}_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \widehat{A}_p \Delta Y_{t-p} + u_t$

Deuxième régression :  $Y_{t-1} = \widehat{A}'_0 + \widehat{A}'_1 \Delta Y_{t-1} + \widehat{A}'_2 \Delta Y_{t-2} + \dots + \widehat{A}'_p \Delta Y_{t-p} + v_t$

Avec  $Y_t = \begin{bmatrix} Y_{1,t} \\ Y_{2,t} \\ \vdots \\ Y_{k,t} \end{bmatrix}$

Nous avons donc les mêmes variables explicatives dans les deux régressions, seules les variables à expliquer diffèrent.

**Etape n° 02 :** calcule de la matrice qui permet le calcul des valeurs propres. Nous calculerons quatre matrices des variances-covariances de dimension (k,k) à partir des résidus  $u_t$  et  $v_t$ .

$$\widehat{\Sigma}_{uu} = 1/n \sum_{t=1}^n u_t u'_t ; \widehat{\Sigma}_{vv} = 1/n \sum_{t=1}^n v_t v'_t ; \widehat{\Sigma}_{uv} = 1/n \sum_{t=1}^n u_t v'_t ; \widehat{\Sigma}_{vu} = 1/n \sum_{t=1}^n v_t u'_t$$

Après cela, nous allons extraire les k valeurs de la matrice M de dimension (k,k) calculée comme suit :

$$M = \widehat{\Sigma}_{vv}^{-1} \widehat{\Sigma}_{vu} \widehat{\Sigma}_{uu}^{-1} \widehat{\Sigma}_{uv} \quad (20)$$

### **B-1-Test De La Trace :**

A partir de valeurs propres proposées ci-dessus, nous calculons la statistique suivante :

$$\lambda_{trace} = -n \sum_{i=r+1}^k \ln(1 - \lambda_i) \quad (21)$$

n est le nombre d'observation ;  $\lambda_i$  est la  $i^{eme}$  valeur propre de la matrice M ; k est le nombre de variables ; r est le rang de la matrice.

Cette statistique suit une loi probabiliste similaire à un  $\chi^2$  tabulée à l'aide de simulations par *Johansen et Juselius* (1990). Ce test fonctionne par exclusion d'hypothèses alternatives :

- Rang de la matrice  $\Pi$  égal 0 (r=0), soit  $H_0: r = 0$  contre  $H_1: r > 0$  si  $H_0$  est rejetée, on passe au test suivant (si  $\lambda_{trace} >$  a la valeur critique dans la table de  $\chi^2$  on rejette  $H_0$ ), si on accepte  $H_0$  le test s'arrête ici.
- Rang de la matrice  $\Pi$  égal 1 (r=1), soit  $H_0: r = 1$  contre  $H_1: r > 1$  si  $H_0$  est rejeté, on passe au test suivant
- Rang de la matrice  $\Pi$  égal 2 (r=2), soit  $H_0: r = 2$  contre  $H_1: r > 2$  si  $H_0$  est rejeté, on passe au test suivant, etc.

Après avoir rejeté les  $H_0$  à la fin du test, on teste  $H_0: r = k - 1$  contre  $H_1: r = k$  si on refuse le  $H_0$ , le rang de la matrice est  $r = k$ , et dans ce cas-là, il n'y'a aucune relation de cointegration car toutes les variables sont  $I(0)$ .

### **B-2-Test De La Valeur Propre Maximale :**

Le deuxième test proposé par *Johansen* est donné par la statistique suivante :

$$\lambda_{Max} = -n \text{Log} (1 - \lambda_{r+1}) \quad r=0,1,2,\dots \quad (22)$$

La distribution des statistiques dépend des composantes déterministes du modèle ; trois cas sont considérés : a) pas de dérive dans le VECM (c'est-à-dire pas de terme constant  $A_0 = 0$ ) ; b) les

VECM incluent un terme constant ( $\Delta X_t$  ont une moyenne non nulle, donc les composantes de la dérive  $X_t$ ) ; c) un terme constant dans les vecteurs cointégrés.

Ce test s'effectue de la même façon que le précédent, de manière séquentielle par exclusion d'hypothèses alternatives. Ceci dit, en cas de divergence entre les deux tests, le privilège est donné au test de la trace qui est plus puissant.

### ***B-3-Résultats Des Tests :***

Nous effectuons d'abord un test de cointégration entre  $s_{t+1}$  et  $f_t$  à 1, 3 et 6 mois par la procédure de Johansen. Le nombre d'observations utilisées pour l'Europe, l'Australie, l'Angleterre, la Suisse et l'Inde est de 120. Nous avons utilisé l'hypothèse de tendance déterministe linéaire pour le test de rang de cointégration sans restriction. Les premières colonnes des résultats indiquent le nombre hypothétique d'équations de cointégration dénoté par CE. Les résultats du test de trace sont reportés dans la table N° 12 et les résultats du test de valeurs propres maximales sont reportés dans la table N° 13 ci-dessous :

**Table N° 12 :** Test de la trace entre  $s_{t+1}$  et  $f_t$  à 1, 3 et 6 mois.

<i>Pays</i>	<i>CE</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace statistic</i>	<i>Critical value (0.05)</i>	<i>P value</i>
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 1 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None*	0.1332	17.2639	15.4947	0.0268
	At most 1	0.0071	0.8212	3.8414	0.3648
<b>Angleterre</b>	None*	0.1371	16.8361	15.4947	0.0312
	At most 1	0.0000	0.0158	3.8414	0.8996
<b>Australie</b>	None	0.0446	5.6545	15.4947	0.7359
	At most 1	0.0030	0.3579	3.8414	0.5496
<b>Suisse</b>	None*	0.3409	57.2527	15.4947	0.000
	At most 1	0.0698	8.4732	3.8414	0.0036
<b>Inde</b>	None*	0.2203	31.4397	15.4947	0.000
	At most 1	0.0219	2.5708	3.8414	0.1088
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 3 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0419	5.0650	15.4947	0.8019
	At most 1	0.0012	0.1408	3.8414	0.7074
<b>Angleterre</b>	None	0.1047	12.8065	15.4947	0.1221
	At most 1	0.0016	0.1935	3.8414	0.6600
<b>Australie</b>	None	0.0442	5.5991	15.4947	0.7423
	At most 1	0.0029	0.3480	3.8414	0.5552
<b>Suisse</b>	None*	0.1695	34.5168	15.4974	0.000
	At most 1	0.1104	13.3422	3.8414	0.000
<b>Inde</b>	None*	0.1124	16.0970	15.4947	0.040
	At most 1	0.0193	2.2625	3.8414	0.1325
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 6 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0482	5.8012	15.4947	0.7189
	At most 1	0.0014	0.1604	3.8414	0.6887
<b>Angleterre</b>	None	0.0983	12.1348	15.4947	0.1506
	At most 1	0.0029	0.3361	3.8414	0.5621
<b>Australie</b>	None	0.0532	6.4395	15.4947	0.6436
	At most 1	0.0017	0.1969	3.8414	0.6572
<b>Suisse</b>	None*	0.1689	32.5731	15.4947	0.000
	At most 1	0.0957	11.4689	3.8414	0.000
<b>Inde</b>	None	0.0851	12.7898	15.4947	0.1228
	At most 1	0.0229	2.6423	3.8414	0.1040

\*représente le rejet de  $H_0$  à 0.05 (5%). Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N° 13** : Test de valeurs propres maximales entre  $s_{t+1}$  et  $f_t$  à 1, 3 et 6 mois.

<i>Pays</i>	<i>CE</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Max-Eigen statistic</i>	<i>Critical value (0.05)</i>	<i>P value</i>
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 1 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None*	0.1332	16.4426	14.2646	0.0223
	At most 1	0.0071	0.8212	3.8414	0.3648
<b>Angleterre</b>	None*	0.1371	16.8202	14.2646	0.0193
	At most 1	0.0001	0.01587	3.8414	0.8996
<b>Australie</b>	None	0.0446	5.2965	14.2646	0.7040
	At most 1	0.0030	0.3579	3.8414	0.5496
<b>Suisse</b>	None*	0.1763	22.1131	14.2646	0.0024
	At most1*	0.1136	13.7509	3.8414	0.000
<b>Inde</b>	None*	0.2203	28.8688	14.2646	0.0001
	At most 1	0.0219	2.5708	3.8414	0.1088
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 3 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0419	4.9242	14.2646	0.7514
	At most 1	0.0012	0.1408	3.8414	0.7074
<b>Angleterre</b>	None	0.1047	12.6130	14.2646	0.0897
	At most 1	0.0016	0.1935	3.8414	0.6600
<b>Australie</b>	None	0.0442	5.2510	14.2646	0.7099
	At most 1	0.0029	0.3480	3.8414	0.5552
<b>Suisse</b>	None*	0.1695	21.1746	14.2646	0.0035
	At most1*	0.1104	13.3422	3.8414	0.000
<b>Inde</b>	None	0.1124	13.8344	14.2646	0.0584
	At most 1	0.0193	2.2625	3.8414	0.1325
<i>Test de cointégration entre <math>s_{t+1}</math> et <math>f_t</math> à 6 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0482	5.6407	14.2646	0.6596
	At most 1	0.0014	0.1604	3.8414	0.6887
<b>Angleterre</b>	None	0.0983	11.7987	14.2646	0.1184
	At most 1	0.0029	0.3361	3.8414	0.5621
<b>Australie</b>	None	0.0532	6.2425	14.2646	0.5823
	At most 1	0.0017	0.1969	3.8414	0.6572
<b>Suisse</b>	None*	0.1689	21.1042	14.2646	0.0036
	At most1*	0.0957	11.4689	3.8414	0.000
<b>Inde</b>	None	0.0851	10.1474	14.2646	0.2024
	At most 1	0.0229	2.6423	3.8414	0.1040

\*représente le rejet de  $H_0$  à 0.05 (5%). Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

A un mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une relation de cointégration pour l'Europe, Angleterre, Inde, une relation de cointégration double pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour l'Australie au niveau de 0.05. Ces résultats sont contradictoires à ceux d'*Engle-Granger* qui nous ont montré qu'il n'y avait aucune relation de cointégration en Europe ainsi qu'en Angleterre.

A trois mois, le test de trace montre une relation de cointégration pour l'Inde et une double relation de cointégration pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour les pays restants (Europe, Angleterre et Australie) au niveau de 0.05 ; le test de valeurs propres maximales quant à lui affirme une relation de cointégration double pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour les autres pays (Europe, Angleterre, Australie et Inde). Les résultats du test de la trace semblent être semblables à ceux *Engle-Granger* contrairement aux résultats du test des valeurs propres maximales qui n'a montré aucune relation de cointégration pour l'Inde.

A six mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une double relation de cointégration pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour les pays restants (Europe, Angleterre, Inde et Australie) au niveau de 0.05. Ces résultats sont contradictoires à ceux d'*Engel-Granger* qui ont montré la présence d'une relation de cointégration en Suisse et en Inde.

Ensuite, nous effectuons un test de cointégration entre  $s_t$  et  $f_t$  à 1, 3 et 6 mois (taux décalés) par la procédure de Johansen. Le nombre d'observations ainsi que les devises utilisées sont les mêmes que ceux utilisés dans le test précédent. Les résultats du test de trace sont reportés dans la table N° 14 et les résultats du test de valeurs propres maximales sont reportés dans la table N° 15 ci-dessous.

**Table N°14** : Test de la trace *pour les taux décalés entre  $s_t$  et  $f_t$  à 1, 3 et 6 mois.*

<i>Pays</i>	<i>CE</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Trace statistic</i>	<i>Critical value (0.05)</i>	<i>P value</i>
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> à 1 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None*	0.1253	17.6050	15.4947	0.0237
	At most 1	0.0177	2.0742	3.8114	0.1498
<b>Angleterre</b>	None*	0.1297	15.9932	15.4947	0.0421
	At most 1	8.95E-05	0.0103	3.8114	0.9189
<b>Australie</b>	None	0.0453	5.7927	15.4947	0.72
	At most 1	0.0031	0.3661	3.8114	0.5451
<b>Suisse</b>	None*	0.341	57.845	15.4947	0.000
	At most 1*	0.070	8.6516	3.8114	0.0033
<b>Inde</b>	None*	0.218	30.7207	15.4947	0.000
	At most 1	0.0165	1.9511	3.8114	0.1625
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> à 3 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0442	5.8574	15.4947	0.7123
	At most 1	0.0052	0.615	3.8114	0.4329
<b>Angleterre</b>	None*	0.123	15.9932	15.4947	0.0421
	At most 1	8.95E-05	0.0103	3.8114	0.9189
<b>Australie</b>	None	0.045	5.7415	15.4947	0.7258
	At most 1	0.003	0.3559	3.8114	0.5508
<b>Suisse</b>	None*	0.1688	34.3944	15.4947	0.0000
	At most 1*	0.1078	13.1191	3.8114	0.0003
<b>Inde</b>	None*	0.1080	15.6934	15.4947	0.0467
	At most 1	0.0218	2.5448	3.8114	0.1106
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> à 6 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0393	5.0134	15.4947	0.8074
	At most 1	0.0030	0.3540	3.8114	0.5518
<b>Angleterre</b>	None	0.0951	11.792	15.4947	0.1671
	At most 1	0.0025	0.2891	3.8114	0.5908
<b>Australie</b>	None	0.0447	5.7109	15.4947	0.7294
	At most 1	0.0030	0.3577	3.8114	0.5498
<b>Suisse</b>	None*	0.3143	53.1968	15.4947	0.000
	At most 1*	0.07080	8.6653	3.8114	0.0032
<b>Inde</b>	None	0.08910	13.4088	15.4947	0.1006
	At most 1	0.023	2.6757	3.8114	0.1019

\*représente le rejet de  $H_0$  à 0.05 (5%). Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N° 15** : Test de valeurs propres maximales *pour les taux décalés entre  $s_t$  et  $f_t$  a 1, 3 et 6 mois.*

<i>Pays</i>	<i>CE</i>	<i>Eigenvalue</i>	<i>Max-Eigen statistic</i>	<i>Critical value (0.05)</i>	<i>P value</i>
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> a 1mois.</i>					
<b>Europe</b>	None*	0.1253	15.5308	14.2646	0.0314
	At most 1	0.0177	2.0742	3.8114	0.1498
<b>Angleterre</b>	None*	0.1297	15.9829	14.2646	0.0265
	At most 1	8.95E-05	0.0103	3.8114	0.9189
<b>Australie</b>	None	0.0453	5.4265	14.2646	0.6873
	At most 1	0.0031	0.3661	3.8114	0.5451
<b>Suisse</b>	None*	0.341	49.1934	14.2646	0.000
	At most 1*	0.070	8.6516	3.8114	0.0033
<b>Inde</b>	None*	0.218	28.77	14.2646	0.000
	At most 1	0.0165	1.9511	3.8114	0.1625
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> à 3mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0442	5.2425	14.2646	0.7110
	At most 1	0.0053	0.6149	3.8114	0.4329
<b>Angleterre</b>	None*	0.130	15.9830	14.2646	0.0265
	At most 1	8.95E-05	0.010291	3.8114	0.9189
<b>Australie</b>	None	0.045	5.3856	14.2646	0.6926
	At most 1	0.003	0.3558	3.8114	0.5508
<b>Suisse</b>	None*	0.1688	21.2753	14.2646	0.003
	At most 1*	0.1078	13.1191	3.8114	0.000
<b>Inde</b>	None	0.1080	13.1485	14.2646	0.0745
	At most 1	0.0218	2.5448	3.8114	0.1106
<i>Test de cointégration entre <math>s_t</math> et <math>f_t</math> à 6 mois.</i>					
<b>Europe</b>	None	0.0393	4.6595	14.2646	0.784
	At most 1	0.0030	0.3540	3.8114	0.5518
<b>Angleterre</b>	None	0.0951	11.503	14.2646	0.1307
	At most 1	0.0025	0.2891	3.8114	0.5908
<b>Australie</b>	None	0.0447	5.3532	14.2646	0.6967
	At most 1	0.0030	0.3577	3.8114	0.5498
<b>Suisse</b>	None*	0.3143	44.5315	14.2646	0.0000
	At most 1*	0.7080	8.6653	3.8114	0.0032
<b>Inde</b>	None	0.08910	10.7331	14.2646	0.1681
	At most 1	0.023	2.6757	3.8114	0.1019

\*représente le rejet de  $H_0$  à 0.05 (5%). Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

A un mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une relation de cointégration entre les taux de changes décalés  $s_t$  et  $f_t$  pour les devises Européenne, Anglaise, Indienne, une relation de cointégration double pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour la devise Australienne au niveau de 0.05. Ces résultats sont contradictoires à ceux d'*Engle-Granger* qui nous ont montré qu'il y avait des relations de cointégration pour les devises Européenne, Suisse et Indienne et aucune relation de cointégration pour la devise Anglaise.

A trois mois, le test de trace montre une relation de cointégration pour les devises Anglaise, Indienne, une double relation de cointégration pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants (Européenne et Australienne) au niveau de 0.05. Le test des valeurs propres maximales quant à lui affirme une relation de cointégration pour la devise Anglaise, une relation de cointégration double pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants (Européenne, Australienne et Indienne). Les résultats des deux tests semblent être contradictoires à ceux *Engle-Granger* qui ont affirmé une relation de cointégration juste pour la devise Suisse.

A six mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une double relation de cointégration pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants (Europe, Angleterre, Inde et Australie) au niveau de 0.05. Ces résultats sont semblables à ceux d'*Engel-Granger* qui nous ont montré qu'il y avait qu'une seule relation de cointégration pour la devise Suisse.

Barnhart et Szakmary (1991) affirment que les résultats des tests de cointégration ont un impact important pour les tests empiriques de la FRUH. Cette hypothèse est généralement acceptée lors de l'utilisation de la spécification de niveau car les taux au comptant réalisés et les taux futurs sont cointégrés d'ordre CI (1, 1). L'UH tient à long terme. Seule cette dernière est examinée par la spécification de niveau, la dynamique à court terme est ignorée. Cela nous amène à la mauvaise conclusion que la relation de long terme est vraie.

Puisque les taux de change au comptant et à terme et les taux de change au comptant et à terme décalés sont cointégrés d'ordre CI (1, 1), un modèle de correction d'erreur (ECM) basé sur la spécification de variation en pourcentage doit être utilisé pour modéliser ces relations dynamiques. Dans l'ECM, nous régressons la variation du taux au comptant futur sur le différentiel du taux au comptant décalé et les différentiels des taux à terme sur les différentiel du taux au comptant décalés.

Ainsi, ni le niveau ni les spécifications de variation en pourcentage ne sont des représentations appropriées de la relation au comptant ou à terme. La spécification de niveau est simplement une relation d'équilibre à long terme qui ignore complètement la dynamique à court terme, tandis que la spécification de variation en pourcentage est un ECM mal spécifié qui incorpore la relation de cointégration entre les taux au comptant et à terme décalés, mais ignore la dynamique à court terme en omettant le retard des différences de taux au comptant et à terme. Théoriquement, seul l'ECM est une spécification appropriée de la relation entre les taux au comptant et à terme<sup>283</sup>.

#### I-2-2-4-Le Modèle De Correction D'Erreur (ECM) :

Ayant trouvé que le taux de change au comptant et à terme a un mois (Europe, Angleterre, Suisse et Inde), trois et six mois (Suisse et Inde) a niveau de 5% étaient I(1) et cointégrés d'ordre CI (1, 1), il convient d'estimer leurs relations à travers un modèle à correction d'erreur (Error Correction Model ECM). *Engle-Granger (1987)*, avaient démontré que toutes les séries cointégrées pouvaient être représentées par un ECM (théorème de représentation de Granger)<sup>284</sup>. L'ECM pour toutes les devises est une estimation par les OLS (Ordinary Least Square) de la relation du modèle dynamique (court terme) suivant :

$$\Delta s_{t+1} = c_s + \alpha_s(s_{t-1} - \beta f_{t-1} - \mu) + \delta_{s1} \Delta s_{t-1} + \delta_{s2} \Delta s_{t-2} + \gamma_{s1} \Delta f_{t-1} + \gamma_{s2} \Delta f_{t-2} + \varepsilon_{s,t+1} \quad (23a)$$

$$\Delta f_t = c_f + \alpha_f(s_{t-1} - \beta f_{t-1} - \mu) + \delta_{f1} \Delta s_{t-1} + \delta_{f2} \Delta s_{t-2} + \gamma_{f1} \Delta f_{t-1} + \gamma_{f2} \Delta f_{t-2} + \varepsilon_{f,t} \quad (23b)$$

Nous estimons un ECM pour les devises cointégrés (Européenne, Anglaise, Suisse et Indienne) à un mois, et les devises (Suisse et Indienne) a trois et six mois, le nombre des retards p du modèle VAR(p) est de l'ordre de deux pour toutes les devises. Ces retards ont été déterminés par Akaike Info Criterion en choisissant le modèle avec le critère d'information d'Akaike le plus faible. Pour les deux équations de l'ECM, les paramètres estimés et les valeurs de la t-values pour les devises citées sont reportés dans les tableaux ci-dessous :

<sup>283</sup> Barnhart, Scott W. et Szakmary, Andrew C. Testing the unbiased forward rate hypothesis: Evidence on unit roots, co-integration, and stochastic coefficients. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 1991, vol. 26, no 2, p. 245-267.

<sup>284</sup> Bourbonnais Regis ; *Econometrie : manuels et exercices corrigés* ; edi DUNOD 8eme edition ; 2011 ; p379

Table N° 16 : Paramètres estimés de l'ECM à 1 mois.

Paramètres	Valeurs	Europe	Angleterre	Suisse	Inde
$c_s$	Estimées	0.000	0.000	-0.000	0.001
	T-statistics	0.717	0.490	-0.320	1.981
	Prob	0.475	0.625	0.749	0.050*
$c_f$	Estimées	0.000	-0.000	-0.000	0.001
	T-statistics	0.709	-0.477	-0.200	1.829
	Prob	0.479	0.633	0.841	0.070*
$\alpha_s$	Estimées	3.870	10.251	-0.224	0.257
	T-statistics	1.688	1.860	-1.499	0.384
	Prob	0.098*	0.065*	0.136	0.701
$\alpha_f$	Estimées	4.327	-10.359	0.844	1.070
	T-statistics	1.933	-1.885	3.749	1.571
	Prob	0.055*	0.062*	0.000*	0.118
$\delta s_1$	Estimées	-0.954	10.644	0.127	-0.291
	T-statistics	-0.491	1.267	0.870	-0.511
	Prob	0.624	0.208	0.385	0.610
$\delta s_2$	Estimées	-1.527	6.742	0.070	-0.716
	T-statistics	-1.115	0.825	0.607	-1.669
	Prob	0.250	0.410	0.544	0.097*
$\gamma s_1$	Estimées	1.121	10.527	-0.039	0.569
	T-statistics	0.575	1.250	-0.355	1.002
	Prob	0.566	0.2138	0.738	0.318
$\gamma s_2$	Estimées	1.555	6.655	-0.076	0.622
	T-statistics	1.195	0.815	-0.901	1.463
	Prob	0.235	0.417	0.369	0.146
$\delta f_1$	Estimées	-0.548	-11.288	0.110	-0.167
	T-statistics	-0.292	-1.348	0.502	-0.289
	Prob	0.770	0.180	0.616	0.773
$\delta f_2$	Estimées	-1.168	-7.193	0.128	-0.639
	T-statistics	-0.916	-0.883	0.738	-1.464
	Prob	0.362	0.379	0.462	0.146
$\gamma f_1$	Estimées	0.725	-11.170	-0.005	0.474
	T-statistics	0.385	-1.330	-0.032	0.819
	Prob	0.700	0.168	0.974	0.414
$\gamma f_2$	Estimées	1.199	-7.107	-0.051	0.566
	T-statistics	0.955	-0.873	-0.407	1.310
	Prob	0.479	0.385	0.685	0.192

\*signifie le niveau d'acceptation à 10%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Table N° 17 : Paramètres estimés de l'ECM à 3 et 6 mois.

Paramètres	Valeurs	A trois mois		A six mois	
		Suisse	Inde	Suisse	Inde
$c_s$	Estimées	-0.000	0.001	-0.000	0.001
	T-statistics	-0.319	1.957	-0.314	1.966
	Prob	0.749	0.052*	0.754	0.051*
$c_f$	Estimées	-0.000	0.001	-0.000	0.001
	T-statistics	-0.210	1.827	-0.224	1.878
	Prob	0.834	0.070*	0.822	0.063*
$\alpha_s$	Estimées	-0.166	0.232	-0.079	0.169
	T-statistics	-1.153	0.667	-0.602	0.962
	Prob	0.251*	0.505	0.547	0.337
$\alpha_f$	Estimées	0.849	0.548	0.820	0.309
	T-statistics	3.960	1.563	4.213	1.783
	Prob	0.000*	0.090*	0.000*	0.077*
$\delta s_1$	Estimées	0.095	-0.050	0.044	0.191
	T-statistics	0.654	-0.123	0.312	0.589
	Prob	0.514	0.902	0.755	0.556
$\delta s_2$	Estimées	0.055	-0.450	0.032	-0.147
	T-statistics	0.479	-1.215	0.286	-0.460
	Prob	0.632	0.226	0.775	0.646
$\gamma s_1$	Estimées	-0.007	0.328	0.044	0.077
	T-statistics	-0.062	0.807	0.390	0.239
	Prob	0.950	0.421	0.697	0.811
$\gamma s_2$	Estimées	-0.059	0.359	-0.033	0.06
	T-statistics	-0.709	0.999	-0.406	0.195
	Prob	0.479	0.319	0.685	0.845
$\delta f_1$	Estimées	0.101	0.307	0.105	0.525
	T-statistics	0.467	0.744	0.505	1.643
	Prob	0.640	0.458	0.614	0.103
$\delta f_2$	Estimées	0.128	-0.270	0.136	0.010
	T-statistics	0.747	-0.726	0.809	0.034
	Prob	0.456	0.469	0.420	0.972
$\gamma f_1$	Estimées	0.005	-0.005	0.004	-0.231
	T-statistics	0.032	-0.012	0.024	-0.720
	Prob	0.974	0.990	0.980	0.472
$\gamma f_2$	Estimées	-0.044	0.207	-0.044	-0.062
	T-statistics	-0.354	0.571	-0.361	-0.203
	Prob	0.7233	0.568	0.718	0.838

\*signifie le niveau d'acceptation à 10%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Ensuite, l'ECM estimée est écrite pour chaque pays (devise) à un, trois et six mois et ne contient que les variables acceptés à un niveau de significativité de 10%. L'ECM contient des termes de correction d'erreur  $\alpha_s(s_{t-1} - \beta f_{t-1} - \mu)$  et  $\alpha_f(s_{t-1} - \beta f_{t-1} - \mu)$ . Les taux au comptant et à terme décalés ;  $\alpha_s$ ,  $\alpha_f$  sont les coefficients de la vitesse d'ajustement ;  $\varepsilon_{s,t+1}$ ,  $\varepsilon_{ft}$  représentent les termes d'erreurs estimés.

**Table N° 18** : Equations estimées par l'ECM.

A un mois	
Pays (devises)	Equations estimés
Europe	$\Delta s_{t+1} = 3.870(s_{t-1} - 1.008f_{t-1} - 0.001) + \varepsilon_{s,t+1}$
	$\Delta f_t = 4.327(s_{t-1} - 1.008f_{t-1} - 0.001) + \varepsilon_{ft}$
Angleterre	$\Delta s_{t+1} = 10.251(s_{t-1} - 1.007f_{t-1} - 0.001) + \varepsilon_{s,t+1} + \varepsilon_{s,t+1}$
	$\Delta f_t = -10.359(s_{t-1} - 1.007f_{t-1} - 0.001) + \varepsilon_{ft}$
Suisse	/
	$\Delta f_t = 0.136(s_{t-1} - 0.970f_{t-1}) + \varepsilon_{ft}$
Inde	/
	$\Delta f_t = 0.001 + 0.611\Delta s_{t-2} + \varepsilon_{ft}$
A trois mois	
Pays (devises)	Equations estimés
Suisse	/
	$\Delta f_t = 0.889(s_{t-1} - 0.995f_{t-1}) + \varepsilon_{ft}$
Inde	/
	$\Delta f_t = 0.001 + 0.548(s_{t-1} - 1.014f_{t-1} - 0.033) + \varepsilon_{ft}$
A six mois	
Pays (devises)	Equations estimés
Suisse	/
	$\Delta f_t = 0.547(s_{t-1} - 1.038f_{t-1} - 0.003) + \varepsilon_{ft}$
Inde	/
	$\Delta f_t = 0.001 + 0.337(s_{t-1} - 1.037f_{t-1} - 0.080) + \varepsilon_{ft}$

Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Pour qu'on puisse accepter le modèle à correction d'erreur ECM ci-dessus, on doit faire des tests sur les résidus issus de chacune des équations de la table N° 18 afin de s'assurer que ces derniers soient blancs et bien des bruits blancs. Pour ce faire, on utilise la statistique de Ljung-Box.

Le test de Ljung-Box se fait en analysant la statistique Q définie comme suit :

$$Q = n(n+2) \sum_{k=1}^H \hat{\rho}_k^2 / (n-k)$$

La statistique Q suit une loi de  $\chi^2$  à  $h$  degrés de liberté où le  $n$  : est le nombre d'observations et  $\rho$  est l'autocorrélation empirique d'ordre  $k$ .

On rejette  $H_0: \rho_1 = \rho_2 = \dots = \rho_k = 0$  au seuil de  $\alpha=5\%$  si la statistique Q est supérieure à la valeur critique lue dans la table du  $\chi^2$  à  $h$  degrés de liberté.

Les résultats du test ne montrent aucune trace d'autocorrélations au sein des séries résiduelles, ce qui prouve que nos erreurs sont des bruits blancs. Ces résultats nous permettent d'accepter notre ECM ; les résultats faits avec le logiciel EVIEWS 8 seront donnés en annexe.

Dans toutes les périodes, que ce soit à un, trois ou six mois le modèle à correction d'erreur ECM montre que le paramètre  $\alpha_f$  est significatifs pour toutes les devises tandis que le  $\alpha_s$  ne l'est qu'à un mois et, que pour deux devises (Européenne et Anglaise) seulement. Les équations dont le terme de correction d'erreur n'est pas significatif représentent des modèles VAR (Vector Auto-Regressif). Dans la première équation de tout ECM  $\alpha_s$  le coefficient de la vitesse d'ajustement doit impérativement être négatif tandis que le coefficient de la deuxième équation  $\alpha_f$  doit être positif pour être en accord avec la convergence vers l'équilibre de long terme. Supposant le terme de correction d'erreur suivant  $(s_{t-1} - \beta f_{t-1} - \mu)$ , si le taux de change au comptant dépasse le taux de change à terme  $(s_{t-1} - f_{t-1} > 0)$ , l'ajustement durant une période ultérieure se fera par la diminution du taux de change au comptant et l'augmentation du taux de change à terme. C'est seulement de cette façon-là que le système convergera vers l'équilibre de long terme, plus la valeur du coefficient d'ajustement est élevée, plus le processus d'ajustement se fera rapidement. En parallèle, quels que soit la grandeur des retards des taux de change au comptant  $\Delta s_{t+1}$  et des taux de changes à termes  $\Delta f_t$ , si les termes de correction d'erreur  $\alpha_f$  et  $\alpha_s$  sont nuls, les taux de changes au comptant et à terme n'ont aucun pouvoir sur l'équilibre de long terme. Ces variables ne doivent pas être égales à zéro si le taux au comptant et à terme sont cointégrés. S'ils sont tous les deux nuls, il n'y a pas de correction d'erreur et l'ECM est un VAR. Pour tous les pays,  $\alpha_f$  est positif et significatif tandis que  $\alpha_s$  est positif et significatif pour l'Europe (3.87) et l'Angleterre (10.251) à un mois seulement, Puisque  $\alpha_s$  est significativement différent de zéro, le taux de change au comptant ne permet aucun retour à l'équilibre de long terme pour l'Europe et l'Angleterre puisque  $\alpha_s$  a un signe positif, le système donc ne converge pas vers l'équilibre de long terme. De plus, la première équation de l'ECM n'est pas significative pour la Suisse et l'Inde à un, trois et six mois alors que pour l'Inde à trois mois, elle représente un VAR. La valeur estimée de  $\beta$  est négative, approximativement égale à un et significative à tous les niveaux pour tous les pays.

## **Section II : Vérification De L'Efficience Des Marchés Du Pétrole Sur Le Court Et Le Long Terme :**

### **II-1-Test De La Forme Faible De L'efficience Des Prix Du Pétrole :**

Le pétrole est une denrée stratégique dont le marché est devenu l'un des plus grands au monde au cours de ces dernières décennies. Les principaux acteurs au sein de ce marché, tels que les producteurs, raffineurs, institutions financières et les commerçants individuels se sont intéressés à comment tirer profit des tendances et des anomalies engendrées par les performances des prix du pétrole et leurs rendements. Ces anomalies peuvent être des effets de calendrier (effet jour de semaine, effet mois de l'année, effet vacances, etc.). Ces effets, que ce soit pour les marchés boursiers (actions et obligations) ou pour les marchés des matières premières tels que les marchés du pétrole les rendent inefficients.

L'hypothèse d'efficience a vu le jour dans les années soixante par Eugene Fama qui définit le marché efficient comme étant un marché qui reflète pleinement toute l'information disponible. Cette dernière a fait beaucoup parler d'elle vers la fin des années soixante-dix et les années quatre-vingt en examinant l'efficience des marchés boursiers voir (Fama 1970, Lo et MacKinlay 1988, Fama et French 1988, Fama 1991) ainsi que les marchés de matières premières, mais pas dans la même mesure. Dernièrement, Tabak et Cajueiro (2007)<sup>285</sup>, Alvarez-Ramirez et al. (2008) et Maslyuk et Smyth (2009) ont analysé l'efficience des marchés du pétrole à partir d'une dépendance de long terme variant dans le temps, de la dynamique des exposants de Hurst (à partir d'une analyse de fluctuation défavorable) et de tests de racine unitaire respectivement. Ils ont constaté que ces marchés sont efficaces dans la forme faible. Dans cette sous-section, nous testerons la forme faible de l'EMH sur les marchés du pétrole<sup>286</sup>. Les tests de cette forme seront portés sur un échantillon de données quotidiennes de cinq substances pétrolières : Pétrole brut (West Texas Intermediate WTI, Brent), Heating Oil, Propane et l'Essence Régulier sur la période (Janvier 2010-Décembre 2019). Nous utiliserons des tests non paramétriques employés par Wright (2000)<sup>287</sup> et Belaire -Franch et Contreras (2004). Ces derniers sont puissants et robustes à l'hétéroscédasticité et à la non-normalité qui sont des caractéristiques affichées par les prix du pétrole brut (Pindyck, 2004).

---

<sup>285</sup> Tabak, Benjamin M. et Cajueiro, Daniel O. Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility. *Energy Economics*, 2007, vol. 29, no 1, p. 28-36.

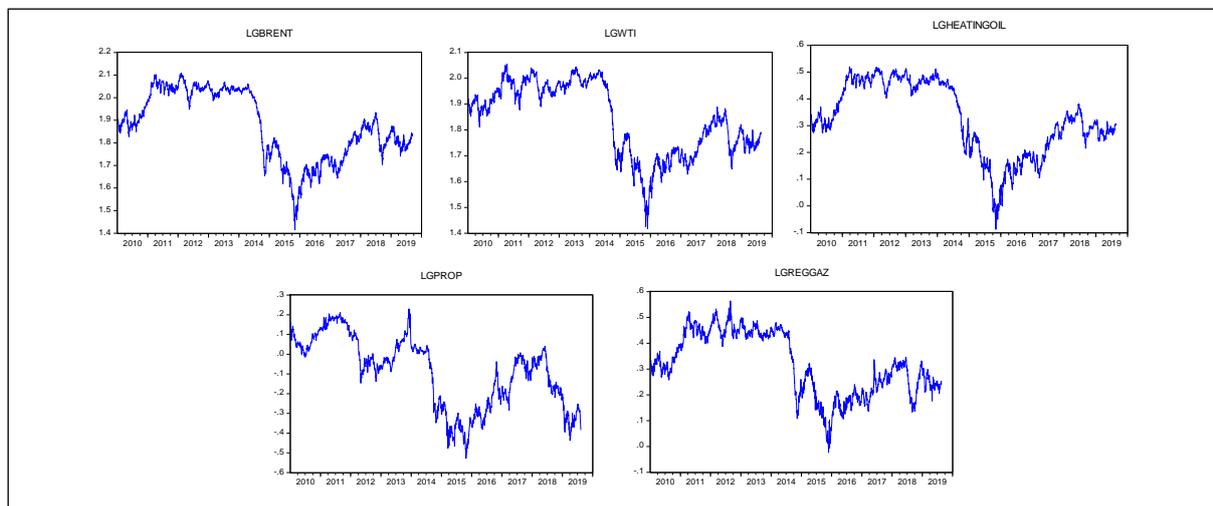
<sup>286</sup> Charles, A., & Darné, O. The efficiency of the crude oil markets: Evidence from variance ratio tests. *Energy Policy*, 37(11), (2009), P 4267-4272.

<sup>287</sup> Wright, J. H. Alternative Variance-Ratio Tests Using Ranks and Signs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 18(1). (2000), P 1-9.

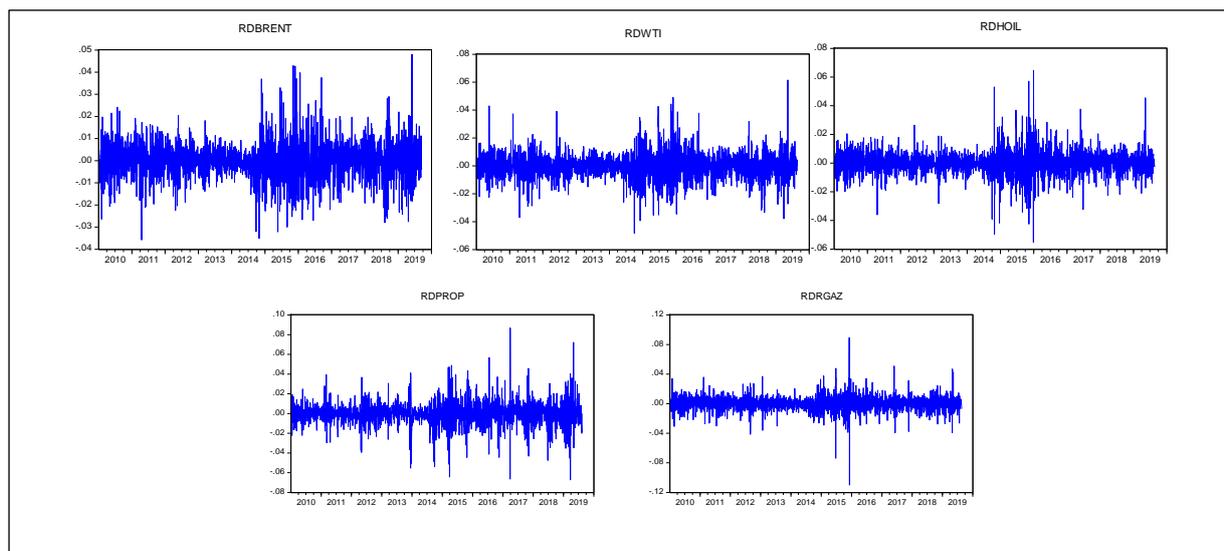
### II-1-1-Les Données :

Les données de l'étude se composent des logarithmes des prix de clôture quotidiens au comptant pour cinq marchés du pétrole brut (le West Texas Intermediate (WTI) Américain, le Brent Britannique), Heating Oil, Propane et l'Essence Régulier sur la période (Janvier 2010-Décembre 2019). Ces derniers sont respectivement négociés sur le New York Mercantile Exchange (NYMEX) et l'InterContinental Exchange (ICE, Londres). Les données proviennent de l'US Energy Information Administration (EIA) et sont données en Dollar Américain (le baril et le gallon). Les données s'étendent du 1er Janvier 2010 au 31 Décembre 2019, soit 2531 observations. Les figures ci-dessous fournissent une représentation graphique des séries de logarithmes des prix.

**Figure N° 13 :** Représentation graphique des séries de logarithmes des prix.



Les graphiques ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Figure N° 14 :** Représentation graphique des séries de rendements des prix.

Les graphiques ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Le tableau ci-dessous présente l'analyse statistique des cinq marchés de matières premières.

**Table N° 19 :** Résultats d'analyse statistique des rendements.

Marché	Obs	Moyenne (Daily)	SD (Daily)	Skewnes	Kurtosis	Ljung-Box (08)	ARCH(08)
<b>Brent</b>	2530	-2.64 E -05	0.008	0.194	5.764	5.225 (0.733)	4.962(0.00)*
<b>WTI</b>	2530	-4.97E-05	0.009	0.147	6.620	16.230 (0.039) *	7.568 (0.00)*
<b>Heating Oil</b>	2530	-1.45E-05	0.008	0.176	9.499	20.430 (0.009)*	9.295 (0.00)*
<b>Propane</b>	2530	-0.000	0.011	-0.127	9.395	30.485 (0.000)*	8.806 (0.00)*
<b>Regular Gaz</b>	2530	-3.24E-05	0.009	-0.399	15.642	27.233 (0.001)*	4.689 (0.00)*

\*signifie le niveau d'acceptation à 5% ; (..) représentent les probabilités. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Les statistiques d'asymétrie skewnes et de la statistique d'aplatissement kurtosis sont normalement distribuées sous l'hypothèse nulle de la normalité des distributions de rendements. ARCH (08) indique le test du multiplicateur de Lagrange pour l'hétéroscédasticité conditionnelle avec 8 retards, les résultats affirment l'existence d'une hétéroscédasticité pour tous les marchés ( $P_b < 0.05$ ). Ljung-Box (08) correspond au test de Ljung-Box pour l'autocorrélation en série avec 08 retards, ses résultats montrent l'existence d'une autocorrélation entre les différents rendements pour tous les marchés ( $P_b < 0.05$ ) mis à part pour le Brent ou le résultat est largement supérieur au niveau de significativité (0.05).

### II-1-2-Tests De Rapport De Variance :

Depuis les travaux de Lo and MacKinlay (1988, 1989), le test de rapport de variance standard ou ses modifications améliorées ont beaucoup été utilisés pour tester l'efficience des marchés. Cette méthode consiste à tester l'hypothèse de marche aléatoire (RWH) par rapport à des processus stationnaires en exploitant le fait que la variance des rendements des k-périodes (ou différence des k-périodes) des incréments de marche aléatoire est linéaire dans tous les intervalles d'échantillonnage. La variance du rendement  $y_t - y_{t-k}$  de la série chronologique  $y_t$  est k fois la variance de l'échantillon du rendement sur une période (t+k) (ou la première différence  $y_t - y_{t-1}$ ). Le rapport de variance VR au décalage k est défini comme le rapport entre  $(1/k)_{\text{eme}}$  de la  $k_{\text{eme}}$  différence de la variance du rendement sur une période k (ou la  $k_{\text{eme}}$  différence). Par conséquent, pour un processus de marche aléatoire, la variance calculée à chaque intervalle de décalage individuel k (k=2, 3, ...) doit être égale à l'unité<sup>288</sup>.

En testant l'hypothèse nulle de marche aléatoire, le test VR évalue l'hypothèse qu'une série chronologique donnée ou sa première différence (ou retour),  $x_t = y_t - y_{t-1}$ , est un ensemble d'observations indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d). D'après Wright (2000), la statistique VR s'écrit :

$$VR(x ; k) = \left\{ (Tk)^{-1} \sum_{t=k}^T (x_t + \dots + x_{t-k+1} - k\hat{\mu})^2 \right\} / \left\{ T^{-1} \sum_{t=1}^T (x_t - \hat{\mu})^2 \right\}$$

Où  $\hat{\mu} = T^{-1} \sum_{t=1}^T x_t$ , si les rendements des séries chronologiques suivent une marche aléatoire, la valeur espérée de  $VR(x ; k)$  doit être égal à l'unité pour tous les horizons k. Si ce rapport est inférieur à un sur le long terme, il existe alors une corrélation sérielle négative. Au contraire, si ce rapport est supérieur à un sur le long terme c'est le signe d'une corrélation sérielle positive. Lo et MacKinlay (1988) ont proposé la distribution asymptotique de  $VR(x ; k)$  en supposant que k est fixe lorsque  $T \rightarrow \infty$ . Ils montrent que sous l'hypothèse d'une hétéroscédasticité conditionnelle, alors que l'hypothèse nulle est  $V(k) = 1$ , la statistique de test  $M(x; k)$  est donné par :

$$M(x; k) = \frac{VR(x ; k) - 1}{\phi^*(k)^{1/2}}$$

Qui suit asymptotiquement la distribution normale standard, où :  $\phi^*(k) = \sum_{j=1}^{k-1} \left[ \frac{2(k-j)}{k} \right]^2 \delta(j)$  ;

<sup>288</sup> BELAIRE-FRANCH, Jorge et CONTRERAS, Dulce. Ranks and signs-based multiple variance ratio tests. In : Spanish-Italian Meeting on Financial Mathematics, VII. Cuenca : Spanish-Italian Meeting on Financial Mathematics, 2004. p. 40.

$$\delta(j)=\{\sum_{t=j+1}^T(x_t - \hat{\mu})^2 (x_{t-j} - \hat{\mu})^2\}/\{\sum_{t=1}^T(x_t - \hat{\mu})^2\}^2\}$$

- **Les Résultats :**

**Table N° 20 :** Résultats des tests rapport de variance de Lo et MacKinlay.

		K			
		2	4	8	16
<b>Brent</b>	<b>V(R)</b>	0.528	0.304	0.181	0.118
	<b>Z-statistics</b>	-23.732	-18.684	-13.907	-10.068
	<b>Pb</b>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
<b>WTI</b>	<b>V(R)</b>	0.511	0.280	0.169	0.109
	<b>Z-statistics</b>	-24.464	-19.266	-14.071	-10.139
	<b>Pb</b>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
<b>Heating Oil</b>	<b>V(R)</b>	0.533	0.291	0.171	0.108
	<b>Z-statistics</b>	-23.367	-18.979	-14.040	-10.148
	<b>Pb</b>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
<b>Propane</b>	<b>V(R)</b>	0.577	0.336	0.202	0.147
	<b>Z-statistics</b>	-21.141	-17.755	-13.488	-9.685
	<b>Pb</b>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*
<b>Regular Gaz</b>	<b>V(R)</b>	0.537	0.295	0.186	0.127
	<b>Z-statistics</b>	-23.190	-18.868	-13.778	-9.935
	<b>Pb</b>	0.000*	0.000*	0.000*	0.000*

\*signifie le niveau d'acceptation à 1%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

La table N°19 Présente les résultats du test de Lo and MacKinlay (1988,1989) pour les cinq marchés du pétrole. Nous remarquons que les probabilités sont tous nuls ce qui nous pousse à rejeter l'hypothèse nulle d'existence de marche aléatoire à un taux de significativité de 1%, de plus les valeurs des V(R) sont tous différents de l'unité (1) (ces derniers sont tous inférieurs à 1) preuve d'existence de corrélation sérielle négative. Nous concluons donc que les des séries de rendements des cinq marchés (Brent, WTI américain, Heating Oil, Propane et l'Essence Régulier.) ne suivent pas de marches aléatoires. Il existe alors des relations de corrélations négatives entre les différents rendements des séries, nous rejetons donc la forme faible d'hypothèse d'efficience des marchés pétroliers.

### II-1-3-Test Des Runs<sup>289</sup> :

Le test des runs est un test non paramétrique (utilisés afin de voir si les échantillons suivent la même distribution) également connu comme le test de conformité. Un runs au sein d'un marché de matières premières est une série de variation des prix de matières premières dans une même direction (c'est-à-dire une série de valeurs croissantes ou une série de valeurs décroissantes) de n'importe quelle longueur (Czekaj et al, 2001). Dans ce cas, les fractions seront comparées à la distribution que les données suivraient si le processus étudié était une marche aléatoire. Si les changements de prix sont aléatoires, la probabilité d'une nouvelle baisse, après la baisse des

<sup>289</sup> Górska A, Krawiec M ; The Analysis of Weak-Form Efficiency in the Market of Crude Oil ; European Journal of Economics and Business Studies ; Volume 2; 2016 ; p101-112.

prix, devrait être égale à la probabilité d'une augmentation. Cela signifierait que dans un large échantillon d'observations, on devrait s'attendre à un nombre similaire de passages et de changements de signe.

En modélisant le comportement des prix des matières premières, on suppose l'existence de séries de valeurs positives, négatives et de zéros. Ensuite, pour effectuer le test des runs, on introduit la variable auxiliaire  $R_t^*$ , telle que :

$$R_t^* = \begin{cases} 0, & \text{si } R_t > 0 \\ 1, & \text{si } R_t = 0 \\ -1, & \text{si } R_t < 0 \end{cases}$$

Le test est analysé sous l'hypothèse nulle suivante :

$$H_0 : R_t^* \text{ Est un bruit blanc} \quad \text{contre} \quad H_1 : R_t^* \text{ n'est pas un bruit blanc.}$$

L'hypothèse nulle se vérifie avec la statistique  $Z$ , qui est distribuée asymptotiquement normalement ( $N(0,1)$ ) pour les grands échantillons. Cette dernière s'écrit comme suit :

$$Z = \frac{H - E(\widehat{H})}{\sqrt{VAR(H)}} \quad \text{ou } H \text{ est la réalisation conditionnelle de la variable aléatoire ;}$$

$\widehat{H}$  Représente le nombre des runs.

Pour réaliser ce test, on doit d'abord distinguer des séquences de rendements positifs, négatifs et nulles  $R_t^*$ , puis introduire une variable auxiliaire  $h_t$  de sorte que :

$$h_t = \begin{cases} 0, & \text{si } R_t^* = R_{t+1}^* \\ 1, & \text{si } R_t^* \neq R_{t+1}^* \end{cases}$$

Si  $h_t = 1$ , un nouveau runs commence, on peut écrire le nombre de runs total comme suit :

$$H = 1 + \sum_{t=1}^{n-1} h_t \quad \text{ou } n \text{ est la longueur du runs.}$$

Si les séries analysées composées de  $n_1$  runs positives et  $n_2$  de runs négatives, la moyenne ainsi que la variance de la variable aléatoire sont définies par les formules de Taylor (1996) suivantes :

$$E(\widehat{H}) = 1 + \frac{2 * n_1 * n_2}{n_1 + n_2}$$

$$VAR(\widehat{H}) = \frac{2n_1 n_2 (2n_1 n_2 - n_1 - n_2)}{(n_1 + n_2)^2 (n_1 + n_2 - 1)}$$

Si  $|Z| > 1.96$ , on rejette l'hypothèse nulle de bruit blanc à un niveau de significativité de 5%, selon Taylor (1996), si  $Z < 0$ , il existe une tendance au sein des données, et si au contraire  $Z > 0$  implique un retour à la moyenne des rendements sur le long terme (mean reversion).

- **B- Les Résultats :**

Le test des runs a été effectué sur les données présentées plus haut, les résultats obtenus ont été calculés par le logiciel excel (2010) avec les fonctions données ci-dessus.

**Table N° 20 : Résultats du test des Runs.**

	<b>Brent</b>	<b>WTI</b>	<b>Heating Oil</b>	<b>Propane</b>	<b>Regular Gaz</b>
<b>Nbr Runs observés</b>	1290	1290	1272	1076	1232
<b>Nbr Runs espérés</b>	1263,862	1255,779	1255,806	1242,80112	1255,319
<b>Ecart-type</b>	25,102	25,045	25,056	24,8311261	25,046
<b>Z-statistics</b>	1,0412*	1,366*	0,646*	-6,7174206	-0,931*
<b>P-values</b>	0,851	0,914	0,740	9,24847E-12	0,176

\*signifie l'acceptation de l'hypothèse nulle au seuil de 5%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Les résultats du test des runs présentés dans le tableau ci-dessus montrent que les Z-statistics du Brent, WTI, Heating Oil ainsi que le Regular Gaz sont tous inférieurs à la valeur critique au niveau de 5% (1.96), ce qui nous pousse à accepter l'hypothèse nulle celle de bruit blanc (c'est-à-dire l'existence de relations d'indépendance entre les rendements des séries et donc la présence d'une marche aléatoire) entre les différents rendements des séries. Cependant pour le Propane, la valeur du Z-statistics est largement inférieure à la valeur critique au seuil de 5% (1.96) ce qui nous pousse à rejeter la présence de marche aléatoire (existence de dépendance entre les rendements de série) au sein de la série de rendement du Propane. Nous concluons donc que les marchés du Brent, WTI, Heating Oil et le Regular Gaz sont efficaces au sens faible tandis que le marché du Propane ne l'est pas au seuil de significativité de 5%.

#### **II-1-4-Tests De Corrélation<sup>290</sup> :**

Ce test est simplement un calcul des coefficients de corrélation entre les variations de rendements décalées de 1, 2, 3, etc., périodes de temps. Ce test vérifie l'hypothèse nulle suivante :

<sup>290</sup> Górska A, Krawiec M ; The Analysis of Weak-Form Efficiency in the Market of Crude Oil ; European Journal of Economics and Business Studies ; Volume 2; 2016 ; p101-112.

$H_0 : \rho = 0$  (les rendements ne sont pas corrélés entre eux)    contre

$H_1 : \rho \neq 0$  (les rendements sont corrélés entre eux).

Nous vérifions ce test à partir d'un coefficient de corrélation des rendements donné avec la formule suivante :

$$\widehat{\rho(k)} = \frac{\sum_{t=1}^{T-k} (R_t - \bar{R}_T)(R_{t+k} - \bar{R}_T)}{\sum_{t=1}^{T-k} (R_t - \bar{R}_T)^2}$$

Ou  $\widehat{\rho(k)}$  représente la corrélation d'ordre  $k$  ;  $\bar{R}_T$  représente la moyenne des rendements ;  $T$  est le nombre d'observation ;  $R_t$  est le rendement à l'instant  $t$  ;  $R_{t+k}$  est le rendement à l'instant  $t+k$ .

En supposant la véracité de l'hypothèse nulle  $H_0$  qui suppose l'absence de relations de corrélations entre les différents rendements, la statistique  $S = \sqrt{T} \widehat{\rho(k)}$  suit une loi normale  $N(0,1)$ . Cette dernière est rejetée au seuil de 5%, si sa valeur absolue est supérieure à 1.96.

Il existe plusieurs tests ayant pour but de vérifier l'existence de corrélation, on cite : les tests de Box-Pierce et les tests de Ljung-Box, ces derniers vérifient l'hypothèse nulle suivante :

$H_0 : \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_m = 0$  (absence de corrélation) contre

$H_1 : \rho_i \neq 0 \quad i = \{1, \dots, m\}$  (existence de corrélation)

Ces tests vérifient la significativité des coefficients de corrélation ultérieurs.

Le test de Box-Pierce vérifie la statistique suivante :

$$Q_m = T \sum_{k=1}^m \widehat{\rho(k)}^2$$

Et le test de Ljung-Box vérifie la statistique suivante :

$$\hat{Q}_m = T(T+2) \frac{\sum_{k=1}^m \widehat{\rho(k)}^2}{T-k}$$

Ou  $\rho(k)$  est le coefficient de corrélation d'ordre  $k$ ,  $k=1, \dots, m$  ;  $T$  le nombre d'observation ;  $m = \log T$  est le dernier délai.

La statistique  $Q(Q')$  représente l'ensemble des statistiques des coefficients de corrélation, cette dernière suit une loi de Khi-deux ( $X_m^2$ ) avec  $m$  degrés de liberté. L'hypothèse nulle est rejetée quand la valeur de  $Q_{calculée}$  dépasse la valeur théorique de  $X_m^2$  à un seuil de significativité donné.

- **Les Résultats :**

Les tests ont été effectués sur les données citées plus haut, Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous :

**Table N° 21 : Présentation des résultats des tests de corrélation.**

		K							
		2	4	6	8	10	15	20	30
<b>Brent</b>	<b>P</b>	0.006	-0.009	0.034	0.017	-0.035	0.018	0.030	0.016
	<b>Q-statistics</b>	0.9874	1.2585	4.2161	5.2254	8.6576	14.859	19.143	29.666
	<b>Pb</b>	0.610	0.868	0.647	0.733	0.565	0.462	0.513	0.483
	<b>S</b>	0,301*	-0.452*	1.710*	0.855*	-1.760*	0.805*	1.508*	0.804*
	<i>T<sub>tabulée</sub></i>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	<b>Q<sub>m</sub>(B-P)</b>	1.004*	1.249*	4.174*	5.158*	8.564*	14.701*	19.000*	29.449*
	<b>Q'<sub>m</sub>(L-B)</b>	1.005*	1.252*	4.187*	5.179*	8.604*	14.801*	19.166*	29.826*
	<i>Q<sub>tabulée</sub></i>	5.991	9.488	12.592	15.507	18.307	24.996	31.410	43.773
<b>WTI</b>	<b>P</b>	0.003	0.028	-0.005	0.014	-0.013	0.001	0.039	0.006
	<b>Q-statistics</b>	6.3370	12.327	14.611	16.230	17.443	19.725	26.016	35.464
	<b>Pb</b>	0.042	0.015	0.024	0.039	0.065	0.183	0.165	0.226
	<b>S</b>	0.150*	1.403*	-0.25*	0.701*	-0.651*	0.050*	1.955*	0.300*
	<i>T<sub>tabulée</sub></i>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	<b>Q<sub>m</sub>(B-P)</b>	6.305	12.296	14.620	16.221	17.460*	19.739*	25.876*	35.222*
	<b>Q'<sub>m</sub>(L-B)</b>	6.315	12.325	14.667	16.286	17.544*	19.873*	26.104*	35.676*
	<i>Q<sub>tabulée</sub></i>	5.991	9.488	12.592	15.507	18.307	24.996	31.410	43.773
<b>Heating Oil</b>	<b>P</b>	-0.011	0.014	0.029	0.034	-0.006	-0.027	0.030	0.023
	<b>Q-statistics</b>	12.211	12.741	16.358	20.280	22.270	34.435	44.727	48.991
	<b>Pb</b>	0.002	0.01-	0.012	0.009	0.014	0.003	0.001	0.016
	<b>S</b>	-0.551*	0.701*	1.453*	1.703*	-0.300*	-1.352*	1.503*	1.152*
	<i>T<sub>tabulée</sub></i>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	<b>Q<sub>m</sub>(B-P)</b>	12.258	12.760	16.442	20.349	22.270	34.390	44.527	48.723
	<b>Q'<sub>m</sub>(L-B)</b>	12.278	12.791	16.494	20.430	22.376	34.624	44.920	49.351
	<i>Q<sub>tabulée</sub></i>	5.991	9.488	12.592	15.507	18.307	24.996	31.410	43.773
<b>Propane</b>	<b>P</b>	0.014	-0.034	-0.004	0.047	-0.003	-0.002	0.023	-0.021
	<b>Q-statistics</b>	15.577	24.471	24.677	30.220	30.938	35.989	41.218	57.884
	<b>Pb</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.003	0.002
	<b>S</b>	0.700*	-1.701	-0.200*	2.351	-0.150*	-0.100*	1.150*	-1.05*
	<i>T<sub>tabulée</sub></i>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	<b>Q<sub>m</sub>(B-P)</b>	15.725	24.631	24.832	30.363	31.109	36.137	41.368	57.925
	<b>Q'<sub>m</sub>(L-B)</b>	15.750	26.690	24.911	30.485	31.259	36.384	41.739	58.674
	<i>Q<sub>tabulée</sub></i>	5.991	9.488	12.592	15.507	18.307	24.996	31.410	43.773
<b>Regular Gaz</b>	<b>P</b>	-0.015	0.029	-0.039	-0.005	-0.004	-0.021	0.008	0.018
	<b>Q-statistics</b>	8.4203	16.857	27.022	27.233	27.271	36.713	38.824	52.283
	<b>Pb</b>	0.015	0.002	0.000	0.001	0.002	0.001	0.007	0.007
	<b>S</b>	-0.751*	1.453*	1.954*	-0.250*	-0.200*	-1.052*	0.400*	-0.901*
	<i>T<sub>tabulée</sub></i>	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96	1.96
	<b>Q<sub>m</sub>(B-P)</b>	8.349	18.828	26.925	27.111	27.151	36.532	38.636	51.929
	<b>Q'<sub>m</sub>(L-B)</b>	8.452	16.868	27.011	27.219	27.281	38.781	38.977	52.599
	<i>Q<sub>tabulée</sub></i>	5.991	9.488	12.592	15.507	18.307	24.996	31.410	43.773

S représente la statistique du test de corrélation classique ; *T<sub>tabulée</sub>* sont issues de la table de la loi de Student à un seuil de significativité de 5%;  $Q_m$  représente la statistique du test Box-Pearce ;  $Q'_m$  représente la statistique du test Ljung-Box ; *Q<sub>tabulée</sub>* sont issues du tableau de la loi de Khi-deux à un niveau de significativité de 5%. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que la statistique du test de corrélation classique est inférieure à la valeur de la T-statistique tabulée pour toutes les matières premières (Brent, WTI, Heating Oil, Propane, ainsi que le Regular Gaz) et pour tous les retards (k), mis à part pour le huitième retard de la matière du Propane ou la statistique calculée est supérieure à la statistique tabulée ( $2.351 > 1.96$ ). Ces résultats nous permettent d'accepter l'hypothèse nulle celle d'absence de corrélation et donc d'indépendance entre les rendements des séries pour toutes les matières premières à un niveau de significativité de 5%, mis à part pour le huitième retard de la matière du Propane ou les rendements semblent être corrélés. On peut donc affirmer l'existence d'une efficacité sous la forme faible au sein du marché pétrolier selon le test classique de corrélation.

Les résultats des tests de Box-Pierce et de Ljung-Box quant à eux, présentent des résultats différents par rapport au test de corrélation classique. En effet, on remarque que les valeurs des statistiques calculées  $Q_m(B-P)$ ,  $Q'_m(L-B)$  sont largement supérieures aux valeurs des statistiques tabulées  $Q_{tabulée}$  pour les marchés des matières premières (Heating Oil, Propane, et le Regular Gaz) pour toutes les valeurs de k (retards) à un niveau de significativité de 5%. Cependant pour ce qui est du Brent et du WTI, on remarque que les valeurs des statistiques calculées  $Q_m(B-P)$ ,  $Q'_m(L-B)$  sont inférieures aux statistiques  $Q_{tabulée}$  tabulées à tous les niveaux de k pour le Brent et à partir du dixième retard (k=10) pour le WTI au niveau de significativité de 5%. Ces résultats nous permettent d'accepter l'hypothèse nulle celle d'absence de corrélation et donc d'indépendances entre les rendements des séries pour le Brent à tous les retards et pour le WTI à partir du dixième retard et de la rejeter pour tous les autres marchés et à tous les niveaux de retard. On peut donc dire que l'efficacité dans sa forme faible est acceptée pour le marché du Brent ainsi que pour le marché du WTI à partir du dixième retard et rejetée pour les autres marchés (Heating Oil, Propane, et le Regular Gaz).

Les tests de la forme faible d'efficacité des marchés des matières premières pétrolières (Brent, WTI, Heating Oil, Propane, le Regular Gaz) qu'on a présenté (test de rapport de variance, test des runs et tests de corrélations) ont donné des résultats divergents concernant l'acceptation ou le rejet de l'hypothèse d'efficacité. Effectivement, on remarque que le test de rapport de variance de Lo et MacKinlay (1988) l'a rejeté pour tous les marchés de matières premières, le test des Runs l'a accepté pour tous les marchés mis à part celui du Propane et les tests de corrélation quant à eux, l'ont accepté pour tous les marchés par le test de corrélation classique et rejeté pour les marchés du (Heating Oil, Propane, et le Regular Gaz) par les tests de Box-Pierce et de Ljung-Box.

## **II-2-Test De L'Efficiencia Des Marchés Futures Des Prix Du Pétrole (Est-Ce Que Les Prix Des Contrats Futures Des Matières Premières Sont Des Prédicateurs Non Biaisés Des Prix Au Comptant Futurs ?) :**

Le marché à terme (forward) et le marché au comptant (spot) du pétrole ont fait parler beaucoup d'eux dans la littérature économique énergétique ces dernières décennies, cette attention est dû aux raisons suivantes : la connaissance des mécanismes des prix des marchés au comptant et à terme (Yousefi et al, 2005)<sup>291</sup> et l'enquête sur l'efficacité des marchés avec l'analyse des écarts entre les prix au comptant et les prix des contrats à terme (Bekiros et Diks, 2008; Lee et Zeng, 2011).

L'idée d'exploiter l'information contenue dans les prix des contrats à terme des matières premières (le pétrole en l'occurrence) afin de prévoir les prix au comptant futurs a été largement utilisée par la littérature sur l'efficacité des marchés pétroliers. Plusieurs études ont affirmé en utilisant la méthode de cointégration que les prix des contrats à terme étaient des prédicteurs optimaux des prix au comptant futurs (Crowder et Hamed, 1993<sup>292</sup>) tandis que d'autres études ayant fait une distinction entre l'efficacité sur le long terme et sur le court terme ont affirmé l'existence d'efficacité sur le long terme et infirmé son existence sur le court terme au sein des marchés pétroliers.

La méthodologie empirique suivie dans cette étude repose sur celle de Low, Muthuswamy, Sakar et Terry (2002)<sup>293</sup> concernant le modèle sur les coûts du carry trade (potage) appliqué ensuite par Sarno et Valente (2005)<sup>294</sup> dans une approche similaire. Le modèle du coût de portage (carry trade) implique l'existence d'un équilibre de long terme entre les prix au comptant et à terme. La stationnarité de cette relation spot-forward suggère que les écarts à court terme par rapport à l'équilibre à long terme seront compensés par un comportement de retour à la moyenne. En conséquence, un modèle de correction d'erreur vectorielle (VECM) serait approprié pour expliquer et prévoir les mouvements des prix du pétrole<sup>295</sup>.

---

<sup>291</sup> Yousefi, Shahriar, Weinreich, Ilona, et Reinartz, Dominik. Wavelet-based prediction of oil prices. *Chaos, Solitons & Fractals*, 2005, vol. 25, no 2, p. 265-275.

<sup>292</sup> Crowder, William J. et Hamed, Anas. A cointegration test for oil futures market efficiency. *Journal of Futures Markets*, 1993, vol. 13, no 8, p. 933-941.

<sup>293</sup> Low, Aaron, Muthuswamy, Jayaram, Sakar, Sudipto, et al. Multiperiod hedging with futures contracts. *Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products*, 2002, vol. 22, no 12, p. 1179-1203.

<sup>294</sup> Abhyankar, Abhay, Sarno, Lucio, et Valente, Giorgio. Exchange rates and fundamentals: evidence on the economic value of predictability. *Journal of International Economics*, 2005, vol. 66, no 2, p. 325-348.

<sup>295</sup> Andrea Coppola ; Forecasting Oil Price Movements: Exploiting The Information In The Futures Market; *The Journal Of Futures Markets*, Vol. 28, No. 1, 34-56 (2008)

Afin d'évaluer les performances de prévision du VECM, la référence traditionnelle est le modèle de marche aléatoire, car l'efficacité du marché pétrolier implique que les prix reflètent pleinement toutes les informations disponibles sur le marché. Néanmoins, certaines inefficiences au sein du marché pétrolier à terme nous ont poussé à créer un modèle de prévision alternatif capable d'exploiter les informations passées. Avec l'utilisation de la marche aléatoire comme modèle de référence, la prévisibilité du marché est testée et les informations intégrés sur le marché à terme sont évaluées. Les résultats montrent que :

-Dans l'échantillon, les informations utilisées dans la relation de long terme entre le marché au comptant et le marché à terme peuvent expliquer une part importante des mouvements des prix du pétrole ;

-Hors échantillon, en se concentrant sur les mouvements de prix à terme sur un mois, le VECM est capable de battre le RWM, à la fois en termes de performance de prévision ponctuelle et en termes de capacité de synchronisation du marché.

Et pour finir, la comparaison des résultats VECM avec ceux provenant d'un modèle vectoriel autorégressif en différences (VARD) met en évidence le rôle marginal joué par les informations contenues dans la relation au comptant-future sur le long terme.

### **II-2-1-La Relation Entre Les Prix Au Comptant Et Les Prix A Terme Du Pétrole :**

La relation entre les prix au comptant et les prix à terme du pétrole est le moyen ultime pour obtenir des informations précieuses sur le marché à terme. La théorie du stockage (Kaldor, 1939)<sup>296</sup> explique la différence entre le prix à terme et le prix au comptant contemporain (à savoir, la base), en utilisant les intérêts payés pour financer la position au comptant jusqu'à l'échéance ( $r$ ), les frais d'entreposage ( $u$ ), et un rendement de commodité<sup>297</sup> ( $y$ ) dérivé de la propriété physique du bien considéré. Le rendement de commodité sur le marché du pétrole brut est important pour deux raisons fondamentales : l'avantage stratégique dérivé de la possession de la marchandise et la rareté que présente cette ressource épuisable (selon la théorie du stockage, le niveau des stocks de pétrole brut présente une corrélation négative par rapport aux rendements de commodité).

---

<sup>296</sup> Kaldor, N. (1939). Welfare Propositions of Economics and Interpersonal Comparisons of Utility. *The Economic Journal*, 49(195), p549.

<sup>297</sup> Kaldor est le premier à utiliser le terme rendement de commodité. Le terme a été utilisé pour expliquer pourquoi les propriétaires d'usines maintiennent plus d'usines en opération que nécessaire pour répondre à la demande imprévue de production

Compte tenu de ces prémisses, on suppose que la relation entre les prix à terme et les prix au comptant peut être décrite par un modèle de coût de portage :

$$F(t,T) = S(t) \exp \left\{ \sum_{i=1}^{T-t} c_{t+i} \right\} \quad (1)$$

Où  $S(t)$  est le prix au comptant du produit,  $F(t, T)$  est le prix à terme au temps  $t$  pour la livraison du produit au moment  $T$ , et  $c_{t+i}$  représente le coût de portage prévu pour la période  $t+i$ . En utilisant les logarithmes, l'équation (1) peut être réécrite ainsi :

$$\text{Log } F(t,T) - \text{Log } S(t) = \sum_{i=1}^{T-t} c_{t+i} \quad (2)$$

Où la partie gauche de l'équation représente la base logarithmique. Selon Low et al. (2002) et Sarno et Valente (2005), on peut supposer que les rendements du marché concernant le coût de portage  $c$  pour chaque période sont tirées de distributions normales indépendantes et identiques, avec une moyenne  $\bar{c}$  et une variance  $\sigma_c^2$ :

$$c \sim \text{NIID}(\bar{c}, \sigma_c^2) \quad (3)$$

En combinant cette hypothèse avec celle sur le coût de la distribution de portage (équation (2)), on peut en déduire que la base logarithmique est normalement distribuée et que le premier et deuxième moment de la base logarithmique sont des fonctions de la durée de maturité  $(T-t)$  :

$$\text{Log } F(t,T) - \text{Log } S(t) \sim N(\bar{c}(T-t), \sigma_c^2(T-t)) \quad (4)$$

De plus, si le coût de portage prévu pour chaque période a une distribution stationnaire, le côté droit de l'équation (2) est  $I(0)$ . Il s'ensuit que le côté gauche de l'équation (2) est également  $I(0)$ . Comme les séries de prix au comptant et à terme ne sont pas stationnaires, la stationnarité de leur relation implique la cointégration entre les prix à terme et au comptant avec une relation suivante :

$$z_t = \text{Log } F(t,T) - \text{Log } S(t) - \bar{c}(T-t) \quad (5)$$

Où le vecteur de cointégration  $z_t$  est la base logarithmique ajustée représentant l'écart stationnaire par rapport au modèle du coût de portage.

À son tour, le théorème de représentation de Granger (Engle et Granger, 1987) implique que les prix à terme et au comptant peuvent être représentés par un VECM, où la base logarithmique ajustée pour le coût de portage prévu ( $z_t$ ) fonctionne comme le terme de correction d'erreur (Low et al 2002). Dans ce cadre, le VECM peut être exploitée avec la forme suivante :

$$\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \Gamma_i \Delta y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (6)$$

Où  $y_t$  est un vecteur dont les composantes sont le prix au comptant du pétrole et l'ensemble des prix à terme considérés ;  $\Pi = \alpha\beta$  est la matrice d'impact à long terme et  $z_{t-1} = \beta y_{t-1}$ ; les  $\Gamma_i$  sont des matrices des paramètres ; et  $\varepsilon_t$  est un vecteur de processus de bruit blanc gaussien avec matrice de covariance  $\Sigma$ ,  $\varepsilon_t \sim \text{NIID}(0, \Sigma)$ .

Le but de l'analyse est de tester si des informations issues des prix des contrats à terme du pétrole peuvent être utilisées pour expliquer et prévoir les rendements du marché du pétrole brut au comptant.

### II-2-2-Efficacité, Absence De Biais Et Concepts Connexes :

L'idée que le prix à terme pourrait être le prédicteur optimal du prix au comptant futur a été développée comme un sous-produit de l'hypothèse des marchés efficaces. Le lien entre efficacité et prévisibilité découle du fait que la différence entre le prix à terme actuel et le prix au comptant futur représente à la fois l'erreur de prévision et le gain ou la perte d'opportunités réalisées sur les positions ouvertes. L'exigence selon laquelle l'erreur de prévision est nulle, en moyenne, est conforme à la fois à l'efficacité du marché (absence d'opportunités d'arbitrage rentables) et à la propriété d'absence de biais du prévisionniste (erreur de prévision nulle en moyenne).

L'efficacité du marché est parfois utilisée de manière interchangeable avec l'hypothèse d'absence de biais. Ce dernier implique que :

$$f_t = s_{t+1}^e \quad (7)$$

Où  $f_t$  est le prix à terme d'un contrat venant à échéance à la période  $t + 1$  et  $s_{t+1}^e$  est le prix au comptant espéré. Ce dernier est donné par :

$$s_{t+1}^e = E(s_{t+1}/\Omega_t) \quad (8)$$

Où  $E$  est l'opérateur d'espérance et  $\Omega_t$  l'ensemble de toutes les informations disponibles. En supposant que les prévisions soient rationnelles, nous obtenons :

$$s_{t+1} = s_{t+1}^e + \mu_{t+1} \quad (9)$$

Où  $\mu_{t+1}$  est un bruit blanc. Par conséquent :

$$s_{t+1} = f_t + \mu_{t+1} \quad (10)$$

Si, en revanche, les agents ne sont pas neutres aux risques, alors l'incertitude présente dans le système peut nécessiter une prime de risque. Cela peut être représenté par

$$f_t = s_{t+1}^e + \rho_t \quad (11)$$

Où  $\rho_t$  est la prime de risque. Le comportement de la prime de risque peut être présenté comme suit :

$$\rho_t = a + \varepsilon_t \quad (12)$$

Où  $a$  est la valeur moyenne de la prime de risque et  $\varepsilon_t$ , est un bruit blanc. Par conséquent :

$$s_{t+1} = -a + f_t + \mu_{t+1} - \varepsilon_t \quad (13)$$

Le modèle afin de tester l'hypothèse d'absence de biais peut être donné par l'équation ci-dessous :

$$s_{t+1} = \alpha + \beta f_t + \omega_{t+1} \quad (14)$$

Où  $\omega_{t+1} = \mu_{t+1} - \varepsilon_t$ , est un terme d'erreur reflétant l'impact des nouvelles informations arrivant pendant la période du contrat, et  $\alpha = -a$ . La condition impliquée par l'hypothèse d'absence de biais est  $(\alpha, \beta) = (0, 1)$ .

### II-2-3-Données, Méthodologie, Statistiques Descriptives Et Test De Racine Unitaire :

Afin d'analyser l'efficacité à terme du marché du pétrole, nous avons opté pour des données mensuelles au comptant et à terme à 1, 2, 3 et 4 mois du WTI (West Texas Intermediate) et du HO (Heating Oil) collectées à partir de la EIA (Energy Information Administration) de janvier 2000 à Décembre 2019 (240 Observations). Nous commencerons notre analyse avec les données à terme a un mois, les données à terme ont été calculées à partir de la théorie de parité des taux d'intérêt avec les données mensuelles au comptant ainsi que les taux d'intérêts domestiques et étrangers avec l'équation ci-dessous :

$$F_t = S_t \frac{1+i_t}{1+i_t^*} \quad (15)$$

$F_t$  : Prix à terme à l'instant t,  $S_t$  : Prix au comptant a l'instant t,  $i_t$  : Taux d'intérêt domestique,  $i_t^*$  : taux d'intérêt étranger.

Les statistiques descriptives sont présentées dans la table N° 21, Le panneau 'A' présente les statistiques correspondantes au logarithme des prix au comptant et des prix à terme considérés du pétrole. Il convient de rappeler que les marchés du pétrole sont des marchés en rétrogradation c'est-à-dire que les prix à terme des ressources sont supérieurs aux prix au comptant espérés. Cette caractéristique s'explique par les deux raisons suivantes :

- le pétrole brut est un produit de consommation plutôt qu'un produit d'investissement (comme l'or ou l'argent) ;
- Le poids du rendement de commodité est crucial pour expliquer la différence entre les prix au comptant et à terme du pétrole, car ce dernier l'emporte sur l'effet conjoint du taux d'intérêt  $r$  et des coûts d'entreposage  $u$ . Cela implique que les coûts de stockage  $c$  ont une valeur moyenne négative.

**Table N° 21** : Statistique Descriptive des séries de prix.

	West Texas Intermediate (WTI)					Heating Oil (HO)				
PANEL 'A' : Logarithme des prix au comptant et à terme.										
	LSP	LF1	LF2	LF3	LF4	LSP	LF1	LF2	LF3	LF4
<b>Mean</b>	1.7485	1.7486	1.7504	1.7512	1.7514	0.2122	0.2185	0.2190	0.2194	0.2195
<b>SD</b>	0.1977	0.1979	0.1990	0.2005	0.2021	0.2099	0.2120	0.2135	0.2152	0.2169
<b>Min</b>	1.2875	1.2878	1.2946	1.2988	1.3023	0.2806	-0.2692	-0.2668	-0.2652	-0.2652
<b>Max</b>	2.1267	2.1271	2.1287	2.1296	2.1299	0.5798	0.5811	0.5839	0.5877	0.5908
<b>Skewness</b>	-0.3119	-0.3169	-0.3517	-0.3827	-0.4102	-0.4329	-0.4961	-0.5162	-0.5328	-0.5490
<b>Kurtosis</b>	2.1381	2.1394	2.1381	2.1371	2.1370	2.2442	2.2611	2.2520	2.2410	2.2361

Le panneau 'A' résume les statistiques descriptives du logarithmique du prix au comptant du pétrole (LSP) et du logarithmique des prix des contrats à terme dont la durée jusqu'à l'échéance est égale à 1 mois (LF1), 2 mois (LF2), 3 mois (LF3) et 4 mois (LF4). Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

L'objectif de ce travail est de tester la propriété d'absence de biais représentée par l'hypothèse qui stipule que les prix à terme sont des prédictors non biaisés des prix au comptant futurs. Dans un cadre de cointégration, cela implique l'analyse du modèle suivant :

$$s_t = \beta_0 + \beta_1 f_{i,t-1} + \varepsilon_t \quad (16)$$

Où  $i = 1, 2, 3$  ou  $4$ . Avant de tester la cointégration, nous devons nous assurer que toutes ces séries de prix sont intégrées du même ordre. À cette fin, nous utilisons le test de racine unitaire l'Augmented Dickey Fuller (ADF) présenté dans l'analyse d'efficacité des marchés de changes (plus haut). Les résultats du test sont présentés dans la table N° 22.

#### II-2-4-Analyse De La Cointegration Et L'Estimation Du VECM :

Dans ce type d'analyse, le problème qui se pose est celui des chevauchements des données. (Lorsque les données sont échantillonnées plus fréquemment que la durée de vie du contrat à terme). En raison de ce problème, le théorème de représentation de Granger ne peut pas être utilisé dans sa forme standard ainsi que la procédure de Johansen pour tester la cointégration car cette dernière est basée sur la représentation dynamique VAR. Cependant, il est possible

d'utiliser les tests résiduels d'Engle et Granger<sup>298</sup> et Phillips et Ouliaris parce qu'ils nécessitent que l'estimation de la relation de long terme et non la dynamique de court terme du mécanisme de correction d'erreur. Le test d'Engle-Granger est effectué en appliquant le test de Dickey-Fuller aux résidus de la régression de cointégration ( $s_t = \beta_0 + \beta_1 f_{i,t-1} + \varepsilon_t$ ), ce qui nécessite l'estimation de la régression auxiliaire

$$\Delta \varepsilon_t = \phi \varepsilon_t + \sum_{i=1}^m \theta_i \Delta \varepsilon_{t-i} \quad (17)$$

De sorte que l'hypothèse nulle de non cointégration n'est pas rejetée si  $\varepsilon_t$ , se révèle avoir une racine unitaire. De même, le test de Phillips-Ouliaris<sup>299</sup> est effectué en calculant les statistiques  $\widehat{Z}_\alpha$  et  $\widehat{Z}_t$  pour les résidus.

Ne pas utiliser la méthode de Johansen c'est se priver d'une méthode très efficace pour tester les restrictions des coefficients qui se base sur des statistiques de tests ayant des distributions statistiques de  $\chi^2$  standards. De plus, tester les restrictions sur la base des erreurs standards conventionnelles et des t-statistiques de la régression de cointégration est faux car elles n'ont pas de distribution normale limite et parce que les paramètres estimés OLS ne sont pas pleinement efficaces. Ainsi, les valeurs critiques standards de la *t-distribution* ne peuvent pas être utilisées à cette fin. Pour surmonter ce problème, les erreurs types sont corrigées selon les orientations proposées par West. Les erreurs standards corrigées, qui sont plus importantes que les erreurs standards OLS conventionnelles, peuvent être utilisées pour calculer les t-statistiques qui ont une distribution standard. Cette modification nécessite de diviser les t-statistiques conventionnelles par  $\sqrt{S/\sigma(0)}$  pour les rendre asymptotiquement normales, de telle sorte que :  $\sigma(0) = 1/N \sum_{t=1}^m \varepsilon_t^2$  et  $S = \sigma(0) + 2 \sum_{i=1}^m [1 - |j|/(1+m)] \sum_{t=|j|+1}^N \varepsilon_t \varepsilon_{t+|j|}$

Où N est la taille de l'échantillon et  $\varepsilon$  est le résidu OLS.

Le test des restrictions impliquées par l'absence de biais peut également être effectué sur la base d'un modèle de correction d'erreur basé sur la cointégration. Étant donné la régression de cointégration de l'équation, il est possible de spécifier le modèle de correction d'erreur suivant :

$$\Delta S_t = \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \alpha_2 \Delta f_{i,t-1} + \sum_{i=1}^m \theta_i \Delta S_{t-i} + \sum_{j=1}^k \phi_j \Delta f_{i,t-i-j} + \nu_t \quad (18)$$

<sup>298</sup> Cette statistique est calculée à partir des valeurs propres de la matrice de cointégration. Si le test de cointégration de Johansen est appliqué à une série temporelle univariée, la valeur propre maximale et les statistiques de trace seront équivalentes, auquel cas on l'appelle la J-statistique.

<sup>299</sup> Phillips, Peter CB et Ouliaris, Sam. Asymptotic properties of residual based tests for cointegration. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1990, p. 165-193.

Où  $i=1, 2, 3$ , et 4. L'équation ci-dessus peut être transformée en ce qui suit :

$$\Delta S_t = \alpha_0 + \alpha_1(s_{t-1} - \beta_1 f_{i,t-i-1}) + \alpha_2 \Delta f_{i,t-1} + \sum_{j=1}^m \theta_j \Delta s_{t-j} + \sum_{j=1}^k \phi_j \Delta f_{i,t-i-j} + v_t \quad (19)$$

Où  $\alpha_0 = -\alpha_1 \beta_0$  et  $\beta_0$  est le terme d'interception dans la régression de cointégration (16). Pour que l'hypothèse de non biais soit acceptée, les restrictions des coefficients suivantes doivent être respectées :  $\alpha_0 = 0, \alpha_1 = -1, \alpha_2 = 1$  et  $\theta_j = \phi_j \forall j$ .

L'efficacité des prévisions est également étudiée ici Pour savoir si le prix à terme est un prédicteur efficace du prix au comptant futur, nous analysons si les erreurs de prévision successives ne sont pas liées les unes aux autres. Ce test peut être effectué sur la base de la régression :

$$s_t - f_{i,t-1} = \beta_0 + \beta_1(s_{t-1} - f_{i,t-i-1}) \quad (20)$$

Puis tester l'hypothèse nulle  $\beta = 0$ . Une autre spécification de modèle qui peut être utilisée dans le même but est :

$$s_t - f_{i,t-1} = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta s_{t-i} \quad (21)$$

Puis tester l'hypothèse  $\beta_i = 0 \forall i$ . Les résultats de ces deux tests peuvent être confirmés ou non par le comportement de la fonction d'autocorrélation de l'erreur de prévision, c'est-à-dire la variable dépendante dans les équations (20) et (21).

Si la condition  $(\beta_0, \beta_1) = (0, 1)$  ne se vérifie pas dans l'équation (16), cela implique une violation de l'absence de biais. Si tel est le cas, c'est soit que les prévisions ne sont pas rationnelles, soit qu'il existe une prime de risque non nulle ( $\rho_i \neq 0$ ). La première raison de la violation de l'hypothèse d'absence de biais (irrationalité des prévisions) est difficile à traiter pour deux raisons. La première est une raison théorique, découlant de la tendance des économistes modernes à juger inapproprié de supposer que les agents commettent des erreurs systématiques. La seconde est une raison empirique qui est la difficulté de tester l'hypothèse de rationalité des prévisions dans ce contexte sans la disponibilité des données d'enquête. Ainsi, si l'hypothèse d'absence de biais ne se vérifie pas, on supposera que les prévisions sont rationnelles mais qu'il existe une prime de risque. Dans ce cas, nous testerons l'existence d'une prime de risque variant dans le temps en utilisant la modélisation ARCH comme suggéré par Engle et Bollerslev. Les équations suivantes décrivent un modèle GARCH-M (1, 1) :

$$\rho_i = s_t - f_{t-i} \quad (22)$$

$$\rho_i = a_0 + a_1 h_t + \varepsilon_t \quad (23)$$

$$h_t = b_0 + b_1 h_{t-1} + b_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \mu_t \quad (24)$$

Où  $h_t$  est la variance conditionnelle de l'erreur de prévision des anticipations rationnelles. Le rejet de l'hypothèse  $H_1: a_1 = 0$  et  $H_2: b_2 = 0$  indique respectivement l'existence d'une prime de risque variable dans le temps et que le terme d'erreur suit un processus ARCH.

### II-2-5- Les Résultats :

Le tableau ci-dessous présente les statistiques des tests de racine unitaire des prix au comptant et à terme (sur les niveaux et sur les 1ères différences), les bases logarithmiques (sur les niveaux) et les logarithmes des différences au comptant et à terme (sur les niveaux). L'hypothèse nulle des tests d'ADF est la non-stationnarité de la série considérée. L'astérisque implique le rejet de l'hypothèse nulle et donc la présence de stationnarité au niveau de 5%.

**Table N°22 :** Tests de stationnarité des logarithmes des prix au comptant et à terme et de leurs bases respectives.

	West Texas Intermediate (WTI)		Heating Oil (HO)	
	At Level	1st Difference	At Level	1st Difference
<b>PANEL 'A' : Logarithme des prix au comptant et à terme.</b>				
<b>LSP</b>	-2.1909 (0.2102)	-11.6790 (0.000)*	-1.7979 (0.3810)	-12.2677(0.000)*
<b>LF1</b>	-2.1790 (0.2146)	-11.6581 (0.000)*	-1.9493 (0.3093)	-12.1395 (0.000)*
<b>LF2</b>	-2.1247 (0.2352)	-11.6473 (0.000)*	-1.9972 (0.2880)	-11.7348 (0.000)*
<b>LF3</b>	-2.0971 (0.2461)	-11.5325 (0.000)*	-2.0421 (0.2688)	-11.4834 (0.000)*
<b>LF4</b>	-2.0708 (0.2568)	-11.4275 (0.000)*	-2.0651 (0.2592)	-11.3020 (0.000)*
<b>PANEL 'B' : Logarithme des différences des prix au comptant et à terme.</b>				
<b>ΔSP</b>	-11.679 (0.000)*		-12.267 (0.000)*	
<b>ΔF1</b>	-11.658 (0.000)*		-12.139 (0.000)*	
<b>ΔF2</b>	-11.647 (0.000)*		-11.734 (0.000)*	
<b>ΔF3</b>	-11.532 (0.000)*		-11.483 (0.000)*	
<b>ΔF4</b>	-11.427 (0.000)*		-11.302 (0.000)*	

Niveau de significativité de 5% , T-tabulée= -2.8743. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Le panneau 'A', montre que l'hypothèse nulle de non-stationnarité ne peut pas être rejetée au niveau Level pour chaque série de prix. En revanche, l'hypothèse nulle est rejetée pour la première différence de chaque série. Par conséquent, les tests d'ADF suggèrent que toutes les séries de prix étudiées sont des processus stochastiques intégrés d'ordre un  $I(1)$ . Après avoir apporté des preuves en faveur de la non-stationnarité des séries de prix considérées, le comportement de la racine unitaire des logarithmes des différences des prix au comptant et à terme (Le panneau 'B') sont explorés. Cette fois, pour chaque série considérée, les tests d'ADF rejettent l'hypothèse nulle de non-stationnarité au niveau Level et nous permet de conclure que les séries des bases sont stationnaires au niveau Level et sont donc des processus stochastiques intégrés d'ordre 0  $I(0)$ .

Les tests de racine unitaire prouvent que les combinaisons linéaires des variables non stationnaires considérées sont bien stationnaires. Cela implique qu'il existe une cointégration entre les prix à terme et les prix au comptant. Dans la section suivante, la validité de cette relation de cointégration sera analysée.

Après avoir testé la stationnarité des séries, nous allons procéder à l'analyse de cointégration résiduelle d'Engle et Granger et Phillips et Ouliaris<sup>300</sup>. La table N°23 présente les résultats des tests de cointégration en utilisant les tests résiduels Engle-Granger et Phillips-Ouliaris.

**Table N°23** : Résultats des tests de cointégration en utilisant les tests résiduels Engle-Granger et Phillips-Ouliaris.

Test de cointégration et coefficients de restriction $s_t = \beta_0 + \beta_1 f_{t,t-1} + \varepsilon_t$				
West Texas Intermediate (WTI)				
	A Un mois	A Deux mois	A Trois mois	A Quatre mois
$\beta_0$	0.0434 (0.0214)	0.0507 (0.0243)	0.0640 (0.0274)	0.0799 (0.0306)
$\beta_1$	0.9758 (0.0121)	0.9707 (0.0142)	0.9626 (0.0157)	0.9534 (0.0174)
$R^2(\varepsilon_t)$	0.3630	0.3461	0.3135	-9.5935
ADF ( $\varepsilon_t$ )	-11.596*	-11.178*	-10.3837*	-4.5583*
$\widehat{Z}_\alpha$	-176.429*	-169.1502*	-153.6229*	-137.6464*
$\widehat{Z}_t$	-11.7012*	-11.3035*	-10.5243*	-9.7448*
$t^*(\beta_0=0)$	1.844114	2.0892	2.3362	2.6074
$t^*(\beta_1=1)$	70.35570	68.2922	60.9887	54.5316
Heating Oil (HO)				
	A Un mois	A Deux mois	A Trois mois	A Quatre mois
$\beta_0$	0.0011 (0.0039)	0.0023 (0.0048)	0.0039 (0.0057)	0.0059 (0.0071)
$\beta_1$	0.9722 (0.0133)	0.9643 (0.0156)	0.9551 (0.0181)	0.9455 (0.0236)
$R^2(\varepsilon_t)$	0.344311	0.325102	0.295050	0.270725
ADF ( $\varepsilon_t$ )	-11.13225*	-10.66220*	-9.938579*	-6.631838*
$\widehat{Z}_\alpha$	-170.5839*	-167.6639*	-147.8016*	-131.3702*
$\widehat{Z}_t$	-11.31772*	-11.01798*	-10.24466*	-9.564403*
$t^*(\beta_0=0)$	0.269570	0.483904	0.683386	0.822658
$t^*(\beta_1=1)$	65.19825	61.80586	52.75671	39.96373

Les chiffres entre parenthèses représentent les erreurs standards corrigées de Newy-West.  $t^*$  est la t-statistique corrigée de Newy-West. Les valeurs critiques à 5% sont les suivantes : ADF = -3,84,  $\widehat{Z}_\alpha = -20,49$ ,  $\widehat{Z}_t = -3,36$ . Les résultats ont été obtenus par le logiciel Eviews8.

La statistique de l'Augmented Dickey-Fuller (ADF) est utilisée conjointement avec le test d'Engle-Granger parce que dans les deux cas, la régression auxiliaire s'est avérée exempte de corrélation en série sans ajouter de termes d'augmentation. Deux statistiques de test sont utilisées conjointement avec le test de Phillips Ouliaris ( $\widehat{Z}_\alpha$  et  $\widehat{Z}_t$ ). Les statistiques  $t^*$  sont les t-statistiques corrigées de Newey-West qui sont calculées de la même manière que les t-statistiques conventionnelles mais sur la base des erreurs corrigées. Ceux-ci sont signalés entre parenthèses à côté des coefficients estimés. Les résultats sont cohérents car toutes les statistiques des tests pour les deux matières (WTI et HO) rejettent l'hypothèse nulle d'absence

<sup>300</sup> L'hypothèse nulle de non cointégration du test de Phillips Ouliaris est rejetée si les valeurs calculées de  $\widehat{Z}_\alpha$  et  $\widehat{Z}_t$  sont inférieures aux valeurs tabulées  $\widehat{Z}_\alpha = -20,49$ ,  $\widehat{Z}_t = -3,36$ .

de cointégration et affirment l'existence de relation de cointégration entre les prix au comptant et les prix à terme.

**Table N° 24 :** Test des restrictions de coefficient dans le modèle de correction d'erreur (Test de WALD<sup>301</sup>)

Test sur les coefficients du model de correction d'erreur $\Delta S_t = \alpha_0 + \alpha_1(s_{t-1} - \beta_1 f_{i,t-i-1}) + \alpha_2 \Delta f_{i,t-1} + \sum_{j=1}^m \theta_j \Delta S_{t-j} + \sum_{j=1}^k \phi_j \Delta f_{i,t-i-j} + v_t$ : Test de Wald.					
West Texas Intermediate (WTI)					
Conditions	R	A Un mois	A Deux mois	A Trois mois	A Quatre mois
$H_1: \alpha_0=0$	1	0.1742*	0.1329*	0.0996*	0.0776*
$H_2: \alpha_1=-1$	1	8.7436	0.0493	5.1539	17.506
$H_3: \alpha_2=1$	1	4.3381	2.1169	2.9926	3.9971
$H_4: H_1 \cap H_2 \cap H_3$	3	8.9197	2.2733	10.522	25.199
$H_5: \theta_j = 0 \forall j.$	2	3.2313*	1.2173*	0.2641*	0.0242*
$H_6: \phi_j = 0 \forall j.$	2	2.8342*	1.4030*	1.2632*	1.6305*
Heating Oil (HO)					
$H_1: \alpha_0=0$	1	0.4494*	0.1677*	0.1660*	0.1671*
$H_2: \alpha_1=-1$	1	19.909	33.446	59.914	91.161
$H_3: \alpha_2=1$	1	6.9888	10.507	17.039	23.109
$H_4: H_1 \cap H_2 \cap H_3$	3	31.559	47.012	82.520	121.93
$H_5: \theta_j = 0 \forall j.$	1	0.0588*	0.0352*	0.2017*	0.4644*
$H_6: \phi_j = 0 \forall j.$	1	0.2762*	0.7539*	0.7772*	0.7191*

Les valeurs tabulées de  $\chi^2$  au seuil de 5%, 3.841 (r=1), 5.991 (r=2), 7.815 (r=3). Les résultats ont été obtenus par le logiciel Eviews8

**Table N° 25 :** Test d'efficacité des prévisions (1).

Test d'efficacité des prévisions avec l'équation suivante : $s_t - f_{i,t-1} = \alpha + \beta(s_{t-1} - f_{i,t-i-1})$				
West Texas Intermediate (WTI)				
Conditions	A Un mois	A Deux mois	A Trois mois	A Quatre mois
<b>A</b>	-0.0001 (-1.1608)	-0.0004 (-1.2711)	-0.0005 (-1.0451)	-0.0005 (-0.8649)
<b>B</b>	0.3666 (6.1522)	0.8076 (21.724)	0.8548 (26.398)	0.8784 (29.7417)
<b>R<sup>2</sup></b>	0.1377	0.6656	0.7462	0.7886
<b>DW</b>	2.1221	1.9587	1.8413	1.7883
Heating Oil (HO)				
<b>A</b>	-0.0015 (-3.1913)	-0.0019 (-3.1495)	-0.0019 (-2.6721)	-0.0019 (-2.3171)
<b>B</b>	0.7982 (24.676)	0.7921 (26.663)	0.8071 (27.672)	0.8239 (29.320)
<b>R<sup>2</sup></b>	0.7198	0.7499	0.7636	0.7838
<b>DW</b>	2.3280	1.9457	1.7626	1.5834

Les t-statistiques sont données entre parenthèses, la valeur de t-tabulée au seuil de 5% est de 1,96. Le test de Durbin et Watson permet de détecter une autocorrélation des erreurs d'ordre un des résidus estimés. Les valeurs tabulées du Durbin Watson au seuil de 5% sont  $d_1=1.700$  et  $d_2=1.716$ .

<sup>301</sup> Dans le test de Wald, l'estimateur du maximum de vraisemblance  $\hat{\theta}$  du paramètre  $\theta$  est comparé à la valeur  $\theta_j$ , sous l'hypothèse que la différence est distribuée approximativement selon une loi de Gauss. En pratique le carré de la différence est comparé à un seuil de la loi du chi 2.

**Table N° 26 : Test d'efficacité des prévisions (2).**

Test d'efficacité des prévisions avec l'équation suivante : $s_t - f_{i,t-1} = \alpha + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta s_{t-i}$				
West Texas Intermediate (WTI)				
Conditions	A Un mois	A Deux mois	A Trois mois	A Quatre mois
$A$	-0.0021 (-4.523)	-0.0022 (-3.7220)	-0.0023 (-3.0532)	-0.0021 (-2.5526)
$\beta$	0.0022 (0.1904)	-0.0035 (-0.2187)	-0.0031 (-0.1534)	0.0037 (0.1574)
$R^2$	0.6877	0.7021	0.7243	0.752475
$DW$	2.0017	1.9970	1.5580	1.440120
$Wald (\beta_i = 0 \forall i)$	0.036261	0.0478	0.0235	0.024793
Heating Oil (HO)				
$A$	-0.0001 (-1.1904)	-0.0005 (-1.5315)	-0.0006 (-1.333)	-0.0006 (-1.1417)
$B$	0.0034 (1.2553)	0.0284 (3.1522)	0.0399 (3.0780)	0.0477 (3.0388)
$R^2$	0.1417	0.6733	0.7508	0.7920
$DW$	2.1550	2.1818	2.0976	2.0605
$Wald (\beta_i = 0 \forall i)$	1.5759	9.9368	9.474534	9.2348

La statistique de test de Wald est distribuée comme une loi de  $\chi^2$  avec un degré de liberté  $r=1(3.841)$ . Les t-statistiques sont données entre parenthèses, la valeur de t-tabulée au seuil de 5% est de 1,96. Le test de Durbin et Watson permet de détecter une autocorrélation des erreurs d'ordre un des résidus estimés. Les valeurs tabulées du Durbin Watson au seuil de 5% sont  $d_1=1.700$  et  $d_2=1.716$ . Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

**Table N° 27 : Test de Box-Pearce et Ljung-Box pour les erreurs de prévision.**

Retards	West Texas Intermediate (WTI)		Heating Oil (HO)	
	Box- Pearce	Ljung-Box	Box- Pearce	Ljung-Box
<b>A un mois</b>				
K=1 (3.841)	0,8893	0,9005	11,4626*	11,6071*
K=3 (7.815)	5,6370	5,7564	14,9628*	15,2798*
K=6 (12.592)	11,8594	12,2666	18,3425*	18,9723*
K=9 (16.919)	15,3136	16,0460	20,2870*	21,2572*
K=12 (21.026)	19,1319	20,3118	27,4388*	29,1311*
<b>A deux mois</b>				
K=1 (3.841)	0,0956	0,0968	0,0344	0,0348
K=3 (7.815)	1,2906	1,2935	1,3388	1,3672
K=6 (12.592)	3,7520	2,8918	3,8304	3,9619
K=9 (16.919)	5,8445	5,1220	4,4231	4,63471
K=12 (21.026)	7,4761	6,9220	17,8724	18,9746
<b>A trois mois</b>				
K=1 (3.841)	1,4170	1,4348	2,8395	2,87535
K=3 (7.815)	3,7986	3,8791	4,6571	4,75582
K=6 (12.592)	5,5469	5,7374	14,4850*	14,9824*
K=9 (16.919)	6,8581	7,1861	17,6233*	18,466*
K=12 (21.026)	8,4381	8,9585	35,5522*	37,7448*
<b>A quatre mois</b>				
K=1 (3.841)	2,5850	2,6176	9,9462*	10,0715*
K=3 (7.815)	5,4082	5,5226	12,5871*	12,8538*
K=6 (12.592)	7,799	8,0668	33,0333*	34,1675*
K=9 (16.919)	8,5817	8,9922	41,5773*	43,5658*
K=12 (21.026)	10,1606	10,7872	67,2536*	71,4014*

\*représente le rejet de  $H_0$  : absence des corrélations des tests de Box- Pearce ; Ljung-Box ; le rejet se fait si la valeur absolue calculée est supérieure aux valeurs de  $\chi_m^2$  entre parenthèse (à un seuil de significativité de 5%). Les résultats ont été calculés avec le logiciel Eviews8 et Excel 10.

**Table N° 28 :** Estimation des modèles GARCH-M(1,1) des équations :  $\rho_i = s_t - f_{t-i}$  ;  $h_t = b_0 + b_1 h_{t-1} + b_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \mu_t$ .

Estimation des modèles GARCH-M(1,1) des équations : $\rho_i = a_0 + a_1 h_t + \varepsilon_t$ ; $h_t = b_0 + b_1 h_{t-1} + b_2 \varepsilon_{t-1}^2 + \mu_t$ .				
Coefficients	A un mois	A deux mois	A trois mois	A quatre mois
<b>West Texas Intermediate (WTI)</b>				
$a_0$	0.0002 (0.3064)	-0.0001 (0.6118)	-0.0002 (0.6170)	-0.0003 (0.5113)
$a_1$	0.5215 (0.00)	0.8813 (0.000)	0.9011 (0.0000)	0.8881 (0.000)
$b_0$	2.81E-06	3.39E-06	4.93E-06	7.60E-06
$b_1$	-0.2920 (0.0327)	0.4364 (0.0000)	0.4748 (0.0000)	0.4942 (0.0000)
$b_2$	0.2213 (0.00)	0.4458 (0.0000)	0.4407 (0.0000)	0.4147 (0.0000)
<b>GARCH-M</b>	-133.9146 (0.122)*	16.373 (0.1980)*	7.8474 (0.3921)*	3.3248 (0.7081)*
<b>Log likelihood</b>	1206.586	946.7728	869.3685	823.7340
<b>Normality(J-B)</b>	811.2175	277.5148	70.3432	29.3419
<b>SE(<math>\varepsilon_t</math>)</b>	0.001624	0.005510	0.007746	0.0092
<b>Heating Oil (HO)</b>				
$a_0$	-0.0008 (0.0279)	-0.0015 (0.0032)	-0.0023 (0.0000)	-0.0037 (0.0000)
$a_1$	0.8147 (0.0000)	0.7712 (0.0000)	0.7697 (0.0000)	0.7436 (0.0000)
$b_0$	1.10E-05	2.08E-05	3.21E-05	3.29E-05
$b_1$	0.2077 (0.0196)	0.0471 (0.5257)	0.0027 (0.9651)	0.0813 (0.2245)
$b_2$	0.5614 (0.0000)	0.6918 (0.0000)	0.7409 (0.0000)	0.7220 (0.0000)
<b>GARCH-M</b>	-13.0220 (0.2108)*	-13.165 (0.0138)	-10.857 (0.0002)	-0.8006 (0.8969)*
<b>Log likelihood</b>	925.7609	850.7455	797.7147	767.1427
<b>Normality(J-B)</b>	922.8210	48.2392	22.4355	8.9270
<b>SE(<math>\varepsilon_t</math>)</b>	0.0069	0.0094	0.012355	0.013080

Les parenthèses contiennent les probabilités. Les calculs ont été effectués avec le logiciel Eviews 8.

Les résultats montrent que les prix au comptant et les retards des prix à terme sont cointégrés pour le WTI et le HO selon les tests de stationnarité, le vecteur de cointégration n'est pas (-1, 0, 1) car la condition  $(\beta_0, \beta_1) = (0, 1)$  est rejetée pour les deux matières et à toutes les périodes, comme indiqué par les t-statistiques de West qui sont significatives dans tous les cas. Cela signifie que le prix à terme n'est pas un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur.

Le rejet de l'hypothèse d'absence de biais est confirmé par les preuves présentées dans le tableau N°24 (test de Wald) qui contient les résultats du test de certaines restrictions sur les coefficients de l'équation (16). Étant donné que toutes les variables de ce modèle sont stationnaires, il est possible de tester les restrictions de coefficient en utilisant les T- et F-statistiques conventionnelles. Mais à cette fin, nous utiliserons le test de Wald dans lequel la statistique de test est distribuée comme une loi de khi deux où r est le nombre de restrictions (obtenue avec le Lag Lenth Criteria). Les résultats rapportés dans la table N° 24 (test de wald) montrent que l'hypothèse d'absence de biais est rejetée.

Alors que les restrictions impliquées par les hypothèses  $H_1: \alpha_0=0$ ,  $H_5: \theta_j = 0 \forall j$  et  $H_6: \phi_j = 0 \forall j$  ne sont pas rejetées (valeurs calculées inférieurs aux valeurs tabulées) lorsqu'elles sont testées séparément, celles impliquées par les hypothèses  $H_2: \alpha_1=-1$ ,  $H_3: \alpha_2 = 1$  sont rejetés pour les deux matières WTI et HO et à toutes les périodes (a un mois, a deux mois, a trois mois

et a quatre mois) mis à part pour la deuxième période du WTI (valeurs calculées supérieures aux valeurs tabulées). Lorsque  $H_1$ ,  $H_2$  et  $H_3$  sont testés conjointement, ils sont à nouveau rejetés pour les deux matières et pour toutes les périodes mis à part pour la deuxième période du WTI.

Les résultats des tests d'efficience des prévisions sont présentés dans les tables N° 25 et 26. Les variables impliquées étant stationnaires, les hypothèses  $\beta = 0$  et  $\beta_i = 0 \forall i$  peuvent être testées sur la base des t-statistiques conventionnelles et du test de Wald respectivement. Dans le premier tableau, l'hypothèse nulle est rejetée pour les deux matières et a toutes les périodes, tandis que pour le second tableau le rejet de l'hypothèse nulle s'est fait voir pour la matière du WTI (toutes les périodes) et la première période (a un mois) du HO ce qui implique que les prix à terme ne sont pas des prédicteurs optimaux des prix au comptant futurs pour la matière du WTI (à toutes les périodes) et la matière du HO (a un mois). Cette conclusion s'est confirmée partiellement par la table n°27 qui présente les statistiques de Box-Pierce et Ljung-Box pour divers décalages de l'erreur de prévision. Ces deux statistiques de test indiquent l'existence d'une corrélation sérielle dans l'erreur de prévision indépendamment du décalage maximum utilisé pour la matière du HO (à toutes les périodes) et son absence pour la matière du WTI (à toutes les périodes).

Enfin, la table n° 28 contient les résultats de l'estimation du modèle GARCH-M (1, 1). Pour les prix des contrats à terme à un mois, deux mois, trois mois et quatre mois, les coefficients  $a_1$  et  $b_2$  sont très différents de zéro. Cela implique l'existence de primes de risque variant dans le temps et que le terme d'erreur suit un processus ARCH. Ainsi, le rejet de l'hypothèse de non biais semble être dû, au moins, à l'existence de primes de risque variant dans le temps.

Ce travail a analysé trois questions concernant le marché à terme du pétrole du WTI et du HO: (i) si le prix à terme est ou non un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur; (ii) si le prix à terme est ou non un prédicteur efficient du prix au comptant futur; et (iii) la présence de primes de risque variant dans le temps. Les hypothèses pertinentes ont été testées sur la base d'un échantillon d'observations mensuelles sur les prix au comptant et à terme des bruts WTI et HO. Les tests empiriques révèlent les résultats suivants. Premièrement, les prix à terme ne sont pas des prédicteurs non biaisés des prix au comptant futurs. Deuxièmement, les prix à terme ne sont pas des prévisionnistes efficients des prix au comptant. Troisièmement, il existe une prime de risque variable dans le temps qui peut être correctement modélisée par un processus GARCH-M. Il ne faut cependant pas généraliser ces conclusions pour les autres marques de pétrole brut.

**Conclusion :**

Pour le marché de change, nous avons analysé l'hypothèse d'absence de biais du point de vue des propriétés des séries chronologiques des taux de change. Le test de stationnarité sur les taux de change au comptant et à terme de cinq devises sur sept confirme la présence de racine unitaire et donc la non stationnarité de ces dernières, cependant la première différenciation de ces variables les rend stationnaires. Par conséquent, ils sont  $I(1)$ , sont intégrés du même ordre, condition préalable à la cointégration. De plus, le test de cointégration confirme l'existence d'une relation à long terme entre les taux de change au comptant et à terme dans quelques devises. Et puisque les taux au comptant et à terme sont cointégrés d'ordre  $CI(1, 1)$ , un ECM basé sur la spécification de variation en pourcentage est utilisé pour modéliser ces relations dynamiques.

Et concernant le marché du pétrole, les tests de la forme faible (paramétriques et non paramétriques) d'efficacité des quatre matières premières pétrolières ont donné des résultats divergents concernant l'acceptation ou le rejet de l'hypothèse d'efficacité. Effectivement, le test de rapport de variance de Lo et MacKinlay (1988) l'a rejeté pour tous les marchés de matières premières, le test des Runs l'a accepté pour tous les marchés mis à part celui du Propane et les tests de corrélation quant à eux, l'ont accepté pour tous les marchés par le test de corrélation classique et l'ont rejeté pour les marchés du (Heating Oil, Propane, et le Regular Gaz) par les tests de Box-Pierce et de Ljung-Box.

Et pour ce qui est de savoir si les prix des contrats à terme des matières premières sont des prédictors non biaisés des prix au comptant futurs, nous avons procédé par l'analyse des propriétés chronologiques des deux matières premières WTI et HO. A savoir les tests de stationnarité ADF des séries de prix au comptant et à terme à 1, 2, 3, et 4 mois, puis nous avons effectué le test de cointégration d'Engle et Granger et Phillips et Ouliaris, les t-statistiques de West ont montré que les prix à terme n'étaient pas des prédictors non biaisés des prix au comptant futurs. Ces résultats ont été confirmés par le test de Wald.

# **CONCLUSION GENERALE**

---

## **Section I : Définition De l'Effizienz Et Plan De La Thèse :**

Le concept d'effizienz informationnelle est important en finance. Il affirme que l'utilisation de l'information pertinente par des intervenants rationnels permet une égalité entre la valeur fondamentale du titre financier et son prix d'équilibre. Cette équité est sensée se faire instantanément au moment de la diffusion de l'information. Fama (1965) avance, qu'un marché est effizienz si l'ensemble d'informations disponibles, concernant les actifs financiers cotés sur ce marché, est immédiatement intégré dans les prix de ces actifs. Cette définition a été modifiée, notamment par Fama (1970,1976) et Jensen (1978), afin de mettre en évidence le lien entre la notion d'information, la valeur fondamentale et le prix du marché.

L'idée fondamentale de l'hypothèse d'effizienz des marchés est que les cours, les taux et les prix évoluent de manière aléatoire. Étant donné que les nouvelles informations se reflètent instantanément dans ces derniers, en utilisant le passé, les informations publiques et privées n'offrent pratiquement aucune opportunité de réaliser des profits supérieurs.

La mauvaise évaluation des actifs financiers est un phénomène rare sur les marchés efficients, qui est immédiatement corrigée par les activités d'arbitrage des investisseurs rationnels. Donc, l'existence d'un modèle permettant de réaliser des rendements financiers anormaux est impossible dans les marchés efficients.

L'hypothèse de marché effizienz repose sur plusieurs conditions telles que la rationalité de des investisseurs, les attentes homogènes, les opportunités d'arbitrage illimitées, etc. Au cours des dernières décennies, le paradigme de l'hypothèse des marchés efficients a été sérieusement remis en cause sur la base de ces conditions. Plusieurs études affirment que les investisseurs se comportent souvent de manière irrationnelle, ce qui donne lieu à un modèle prévisible des rendements financiers, que les investisseurs rationnels ne peuvent rectifier en raison des opportunités d'arbitrage limitées.

En présence d'investisseurs imparfaitement rationnels, les erreurs d'évaluation sur les marchés financiers sont corrigées par le mécanisme d'arbitrage qui assurera la convergence des prix vers leurs valeurs fondamentales. La concurrence entre arbitragistes est de nature à faire converger les prix des titres vers leurs valeurs fondamentales, même en présence d'investisseurs imparfaitement rationnels.

L'objet du présent travail est double, le premier vise à analyser certains aspects de l'effizienz informationnelle des contrats à terme « futures » de change sur sept devises que sont : le Dollar Canadien CAD., le Dollar Australien AUD, la Roupie Indienne IND, le Yen Japonais JAY, le Franc Suisse CHF, l'Euro Européen EUR et la Livre Sterling Anglaise GBP, toutes indiquées en unités de devises étrangères contre le Dollar Américain USD. Et le second

visé à analyser les contrats à terme des matières premières que sont : West Texas Intermediate (WTI) et le Heating Oil (HO). Comme il existe plusieurs définitions concernant le concept d'efficience, celle considérée dans la présente recherche est la définition originelle de Fama. Afin de bien analyser la problématique à traiter dans les chapitres exposés précédemment, d'autres théories, hypothèses et tests empiriques dans la tradition de Fama ont été présentés. La thèse proposée rassemble outre l'introduction et la conclusion trois chapitres que sont :

- Le chapitre I qui révèle le cadre théorique des marchés de change (définitions, régimes de changes, mesures de changes et les théories explicatives des cours de changes), et des marchés du pétrole (origines, grades, marchés au comptant et à terme et ses déterminants) ;
- Le chapitre II qui analyse l'hypothèse d'efficience des marchés financiers, des marchés de changes et des marchés du pétrole, à partir des contradictions liés à la définition proposée par Fama et ses partisans. Pour le marché de changes, nous avons présenté trois définitions de l'efficience : l'efficience fondamentale, l'efficience spéculative et l'efficience macroéconomique ainsi que les tests qui mettent chacune d'elles en évidence. Et pour le marché du pétrole, nous avons présenté l'hypothèse d'efficience des marchés au comptant (forme faible) et l'hypothèse des marchés à terme « forward » des matières premières.
- Le chapitre III qui expose les tests économétriques entrepris afin de présenter des preuves sur l'existence d'efficience sur les marchés de changes et les marchés du pétrole, pour ensuite répondre à la problématique principale qu'est de savoir si les taux de change et les prix du pétrole à terme pouvaient être considérés comme des prédicteurs non biaisés des prix au comptant futurs.

Pour conclure une efficience au sein de ces marchés, trois conditions doivent être respectées : les taux au comptant et à terme doivent être cointégrés, le facteur de cointégration doit être égal à un et l'erreur de prévision doit être un processus de bruit blanc. Si on obtient une cointégration entre le taux de change (prix du pétrole) au comptant et celui à terme, cela voudra dire que l'efficience est vérifiée dans sa forme faible. Cependant, pour que la forme forte soit vérifiée, il faudrait que le taux de change (prix du pétrole) à terme soit un prédicteur non biaisé du taux (prix) au comptant futur. Cette condition s'atteint que si les taux de change à terme et au comptant soient intégrés avec un vecteur de cointégration (1,1).

Ce travail s'est permis de vérifier certaines de ces hypothèses (conditions) et d'obtenir toute une série de résultats. Effectivement, nous avons analysé les propriétés chronologiques des séries des

taux de change (prix du pétrole) au comptant et à terme, à savoir la rationalité car l'hypothèse d'absence de biais attribue l'échec de sa tenue à la non-stationnarité des séries de prix (taux). Après vérification, il s'est avéré que les séries de prix de cinq devises sur sept étaient stationnaires en première différence c'est-à-dire intégrées d'ordre 1 (I(1)), on a donc pu vérifier l'existence d'une relation de cointégration entre eux. Ainsi, un modèle de correction d'erreur (ECM) a été utilisé pour mieux saisir la relation entre les taux au comptant et à terme.

## **Section II : Les Résultats**

L'étude effectuée a permis de vérifier certaines hypothèses et d'obtenir toute une série de résultats, on avance :

Pour les marchés de changes, les tests de stationnarité ADF ont montré que les séries de taux de changes au comptant et à terme à 1, 3 et 6 mois des sept devises n'étaient pas stationnaires au niveau level I(0) mais le sont devenus après une première différenciation pour la plupart des devises (5 devises sur sept), par conséquent, ces variables sont I (1). Les mêmes tests ont été effectués pour les variations des taux au comptant ainsi que les primes à termes et les résultats ont montré que les variations des taux de changes étaient stationnaires tandis que les primes à terme leurs résultats sont mitigés et la stationnarité au niveau Level n'est perçue que pour la monnaie Suisse à tous les horizons temporels et la monnaie Indienne a seulement 1 mois. En général, deux variables sont dites cointégrées lorsqu'une combinaison linéaire des deux est stationnaire, même si chaque variable ne l'est pas de son côté. Cette dernière est une propriété économétrique des variables des séries chronologiques. Si elle se vérifie empiriquement entre les taux au comptant et à terme, elle implique que les variations des taux de changes au comptant peuvent être modélisées par un modèle de correction d'erreur (ECM).

Les résultats du test de cointégration par la méthode d'Engle-Granger ont montré que les séries résiduelles des monnaies Européenne, Anglaise et Suisse a 1, 3 et 6 mois n'étaient pas stationnaires ce qui nous permet de rejeter toute relation de cointégration entre leurs taux au comptant et à terme, contrairement aux devises Suisse et Indienne dont les séries résiduelles sont stationnaires (preuve d'existence de relation de cointégration entre leurs taux au comptant et à terme). Et concernant les taux décalés, le test de stationnarité des séries résiduelles à un mois montre que les monnaies Européenne, Suisse et Indienne sont stationnaires et donc l'existence de relation de cointégration entre leurs taux au comptant et à terme contrairement aux monnaies Australienne et Anglaise. A trois mois, seules les séries résiduelles des monnaies Suisse et Indienne sont stationnaires. Et à 6 mois, la seule relation de cointégration existante est perçue pour la monnaie Suisse.

Et par La Procédure De Johansen, à un mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une relation de cointégration pour l'Europe, Angleterre, Inde, une relation de cointégration double pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour l'Australie. A trois et six mois, le test de trace montre une relation de cointégration pour l'Inde et une double relation de cointégration pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour les pays restants (Europe, Angleterre et Australie) ; le test de valeurs propres maximales quant à lui affirme une relation de cointégration double pour la Suisse et aucune relation de cointégration pour les autres pays (Europe, Angleterre, Australie et Inde). Et concernant les taux décalés, à un mois, les résultats montrent pour les deux tests (trace et valeurs propres maximales) l'existence d'une relation de cointégration entre les taux de changes décalés  $s_t$  et  $f_t$  pour les devises Européenne, Anglaise, Indienne, une relation de cointégration double pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour la devise Australienne. A trois mois, le test de trace montre une relation de cointégration pour les devises Anglaise, Indienne, une double relation de cointégration pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants, et les tests des valeurs propres maximales quant à lui affirme une relation de cointégration pour la devise Anglaise, une relation de cointégration double pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants (Européenne, Australienne et Indienne). Et a six mois, les deux tests (trace et valeurs propres maximales) montrent l'existence d'une double relation de cointégration pour la devise Suisse et aucune relation de cointégration pour les devises des pays restants (Europe, Angleterre, Inde et Australie).

Le modèle de correction d'erreur basé sur la spécification de variation en pourcentage est utilisé pour les monnaies cointégrés afin de modéliser ces relations dynamiques. Dans l'ECM, une régression de la variation du taux au comptant futur sur le différentiel au comptant décalé et les différentiels des taux à terme sur les taux au comptant décalés est effectuée. A un mois l'ECM est effectué pour les quatre monnaies cointégrées (Européenne, Anglaise, Suisse et Indienne) et à trois et six mois l'ECM est effectué pour les monnaies Suisse et Indienne. Après estimations des paramètres de l'ECM à tous les horizons temporels, les tests sur les séries résiduelles des équations estimées pour toutes les monnaies a un, trois et six mois montrent que les erreurs sont biens des bruits blancs, et par conséquent on affirme que les taux a termes les concernant sont des prédicteurs non biaisés de leurs taux au comptant futurs (existence d'efficience).

Et pour ce qui est des marchés du pétrole, Les tests de la forme faible d'efficience des marchés des matières premières pétrolières (Brent, WTI, Heating Oil, Propane, le Regular Gaz) présentés (test de rapport de variance, test des runs et tests de corrélations) ont donné des résultats divergents concernant l'acceptation ou le rejet de l'hypothèse d'efficience. Le test de

rapport de variance de Lo et MacKinlay (1988) a rejeté l'hypothèse d'efficience de la forme faible pour tous les marchés des matières premières, le test des Runs l'a accepté pour tous les marchés mis à part celui du Propane, et les tests de corrélation quant à eux, l'ont accepté pour tous les marchés par le test de corrélation classique et rejeté pour les marchés du (Heating Oil, Propane, et le Regular Gaz) par les tests de Box-Pierce et de Ljung-Box.

Et pour ce qui est de la question de savoir si les prix du pétrole à terme pouvaient être considérés comme des prédicteurs non biaisés des prix au comptant futurs, une étude de cointégration a également été effectuée dans ce sens entre les séries de prix au comptant et les séries de prix à terme à 1, 2, 3, et 4 mois pour deux matières premières que sont le West Texas Intermediate et le Heating Oil. Le test de stationnarité ADF des deux matières premières à tous les horizons temporels a montré que toutes les séries de prix au comptant et à terme sont stationnaires en première différence  $I(1)$  et les variations des prix du pétrole au comptant et à terme sont stationnaires au niveau Level. Puisque les séries de prix au comptant et à terme sont intégrées du même ordre, une analyse de la cointégration résiduelle d'Engle et Granger et Phillips et Ouliaris est effectuée, cette dernière admet que les séries d'erreurs à tous les horizons des deux matières premières sont stationnaires. Les séries de prix au comptant et à terme sont donc cointégrées. Cependant, le vecteur de cointégration n'est pas  $(-1, 0, 1)$  car la condition  $(\beta_0, \beta_1) = (0, 1)$  est rejetée pour les deux matières et à toutes les périodes, comme indiqué par les t-statistiques de West qui sont significatives dans tous les cas. Cela signifie que le prix à terme n'est pas un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur. Ces résultats sont confirmés par le test de Wald. Ensuite, les tests d'efficience des prévisions sont analysés à partir de ces hypothèses nulles  $\beta = 0$  et  $\beta_i = 0 \forall i$  sur la base des t-statistiques conventionnelles et du test de Wald. Les t-statistiques rejettent l'hypothèse nulle pour les deux matières et à toutes les périodes, et le test de Wald rejette tous les horizons de la matière WTI et la première période du HO, ce qui implique que les prix à terme ne sont pas des prédicteurs optimaux des prix au comptant futurs pour la matière du WTI (à toutes les périodes) et la matière du HO (à un mois). Ces résultats ont été confirmés partiellement par les statistiques de Box-Pierce et Ljung-Box pour divers décalages de l'erreur de prévision, leurs résultats affirment donc que la matière première HO est efficiente à 1, 3 et 4 mois (son prix à terme est un prédicteur non biaisé du prix au comptant futur), contrairement à la matière WTI qui semble de pas l'être à toutes les périodes.

### **Section III : Perspectives**

Si la présente thèse apporte des réponses à certaines problématiques, elle met en évidence de nouvelles questions. Notamment sur les bases de données analysées au cours de ce travail qui se limitent à 10 années (de Janvier 2010 jusqu'à Décembre 2019) pour le marché de change et de 20 années (de janvier 2000 à Décembre 2019) pour les marchés du pétrole. Une étude portant sur une période plus longue (depuis l'origine de l'hypothèse d'efficience jusqu'en 2021) pourrait sans aucun doute clarifier certains résultats.

L'efficience des marchés n'a été ici envisagée que dans un contexte de contrats "futures" pris séparément. Or, les contrats "futures" portant sur la même devise mais ayant des échéances différentes coexistent. Une étude de l'efficience multi-marchés portant sur un seul sous-jacent serait une piste de recherche. De même, des tests de l'efficience multi-marchés et pluri-devises méritent d'être entrepris.

Parmi les autres améliorations possibles de la présente thèse, notons aussi l'apport de la question sur le principe d'égalité des prix "futures" et "forward". Le raisonnement appliqué au cours à terme des devises (prix), peut-il être appliqué à d'autres contrats, ce qui permettrait de rejeter l'hypothèse du "marking to market", ou n'est-il qu'une dérogation liée aux caractéristiques du dit marché et des sous-jacents ? Il semble donc, qu'indépendamment des contestations à propos de l'efficience, les anomalies traditionnels, c'est à dire la capacité de prévision, le caractère martingale, l'influence de la prime de risque sont loin d'être résolus. La résolution de certains problèmes fait naître d'autres (telle la prise en compte des anticipations de la variation de la prime de risque et pas seulement des variations de la dite prime) qui nécessiteront le développement de nouveaux types de tests.

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

---

- Abbey, B. S., & Doukas, J. A. (2012). Is technical analysis profitable for individual currency traders?. *The Journal of Portfolio Management*, 39(1), 142-150.
- Abhyankar, A., Sarno, L., & Valente, G. (2005). Exchange rates and fundamentals: evidence on the economic value of predictability. *Journal of International Economics*, 66(2), 325-348.
- Abosedra, S., & Baghestani, H. (2004). On the predictive accuracy of crude oil futures prices. *Energy policy*, 32(12), 1389-1393.
- Akerlof, G. A., & Yellen, J. L. (1987). Rational models of irrational behavior. *The American economic review*, 77(2), 137-142.
- Alexander, C. O., & Johnson, A. (1992). Are foreign exchange markets really efficient?. *Economics Letters*, 40(4), 449-453.
- Alvarez-Ramirez, J., Alvarez, J., & Rodriguez, E. (2008). Short-term predictability of crude oil markets: a detrended fluctuation analysis approach. *Energy Economics*, 30(5), 2645-2656.
- Ap Gwilym, O., Clare, A. D., Seaton, J., & Thomas, S. H. (2009). Dividends and momentum. *The Journal of Investing*, 18(2), 42-49.
- Ariel, R. A. (1987). A monthly effect in stock returns. *Journal of financial economics*, 18(1), 161-174.
- Baillie, R. T., & Bollerslev, T. (1989). Common stochastic trends in a system of exchange rates. *the Journal of Finance*, 44(1), 167-181.
- Ball, R., & Brown, P. (1968). An empirical evaluation of accounting income numbers. *Journal of accounting research*, 159-178.
- Banz, R. W. (1981). The relationship between return and market value of common stocks. *Journal of financial economics*, 9(1), 3-18.
- Barnhart, S. W., & Szakmary, A. C. (1991). Testing the unbiased forward rate hypothesis: Evidence on unit roots, co-integration, and stochastic coefficients. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 245-267.
- Basu, S. (1977). Investment performance of common stocks in relation to their price-earnings ratios: A test of the efficient market hypothesis. *The journal of Finance*, 32(3), 663-682.
- Beenstock, M. (1985). Forward Exchange Rates and " Siegel's Paradox". *Oxford Economic Papers*, 37(2), 298-303.
- Bekaert, G., & Hodrick, R. J. (1993). On biases in the measurement of foreign exchange risk premiums. *Journal of International Money and Finance*, 12(2), 115-138.
- Belaire-Franch, J., & Contreras, D. (2004). Ranks and signs-based multiple variance ratio tests. In *Spanish-Italian Meeting on Financial Mathematics, VII* (p. 40). Cuenca: Spanish-Italian Meeting on Financial Mathematics.
- Bénassy, A. (1991). Les anticipations de change sont-elles rationnelles?. *Eco nomie Prospective Internationale*, (47).
- Bertoneche, M. L. (1979). Spectral analysis of stock market prices. *Journal of Banking & Finance*, 3(2), 201-208.
- Bessembinder, H., & Chan, K. (1998). Market efficiency and the returns to technical analysis. *Financial management*, 5-17.

- Bigman, D., Goldfarb, D., & Schechtman, E. (1983). Futures market efficiency and the time content of the information sets. *Journal of Futures Markets*, 3(3), 321-334.
- Blanchard, O. J. (1979). Speculative bubbles, crashes and rational expectations. *Economics letters*, 3(4), 387-389.
- Blanchard, O. J., & Watson, M. W. (1984, April). Bulles, anticipations rationnelles et marchés financiers. In *Annales de l'INSEE* (pp. 79-100). Institut national de la statistique et des études économiques.
- Boothe, P., & Longworth, D. (1986). Foreign exchange market efficiency tests: Implications of recent empirical findings. *Journal of International Money and Finance*, 5(2), 135-152.
- Bouveret, A., & Di Filippo, G. (2009). Les marchés financiers sont-ils efficaces?. *Revue de l'OFCE*, (3), 95-140.
- Brock, W., Lakonishok, J., & LeBaron, B. (1992). Simple technical trading rules and the stochastic properties of stock returns. *The Journal of finance*, 47(5), 1731-1764.
- Brooks, C., & Katsaris, A. (2003). Rational speculative bubbles: an empirical investigation of the London Stock Exchange. *Bulletin of Economic Research*, 55(4), 319-346.
- Burnside, C., Eichenbaum, M., & Rebelo, S. (2007). The returns to currency speculation in emerging markets. *American Economic Review*, 97(2), 333-338.
- Canale, R. R., & Napolitano, O. (2001). Efficiency and News in Exchange Rate Market. The Euro/Dollar Case.
- Carhart, M. M. (1997). On persistence in mutual fund performance. *The Journal of finance*, 52(1), 57-82.
- Chan, L. K., Hamao, Y., & Lakonishok, J. (1991). Fundamentals and stock returns in Japan. *The journal of finance*, 46(5), 1739-1764.
- Charles, A., & Darné, O. (2009). The efficiency of the crude oil markets: Evidence from variance ratio tests. *Energy Policy*, 37(11), 4267-4272.
- Chowdhury, A. R. (1991). Futures market efficiency: evidence from cointegration tests. *The Journal of Futures Markets (1986-1998)*, 11(5), 577.
- Clostermann, J., & Schnatz, B. (2000). The determinants of the euro-dollar exchange rate-Synthetic fundamentals and a non-existing currency.
- Conrad, J., & Kaul, G. (1988). Time-variation in expected returns. *Journal of business*, 409-425.
- Copeland, L. S. (1991). Cointegration tests with daily exchange rate data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 53(2), 185-198.
- Coppola, A. (2008). Forecasting oil price movements: Exploiting the information in the futures market. *Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products*, 28(1), 34-56.
- Cornell, B. (1977). Spot rates, forward rates and exchange market efficiency. *Journal of financial Economics*, 5(1), 55-65.
- Crowder, W. J. (1996). A note on cointegration and international capital market efficiency: A reply. *Journal of International Money and Finance*, 15(4), 661-664.
- Cuthbertson, K., & Hyde, S. (2002). Excess volatility and efficiency in French and German stock markets. *Economic Modelling*, 19(3), 399-418.

- Daniel, K., Grinblatt, M., Titman, S., & Wermers, R. (1997). Measuring mutual fund performance with characteristic-based benchmarks. *The Journal of finance*, 52(3), 1035-1058.
- Dann, L. Y., Mayers, D., & Raab Jr, R. J. (1977). Trading rules, large blocks and the speed of price adjustment. *Journal of Financial Economics*, 4(1), 3-22.
- De Long, J. B., & Becht, M. (1992). " Excess volatility" and the German stock market, 1876-1990 (No. w4054). National Bureau of Economic Research.
- Downen, R. J. (1990). The stock split and dividend effect: information or price pressure?. *Applied Economics*, 22(7), 927-932.
- Driver, R., & Westaway, P. (2001). An overview of equilibrium exchange rate measures. *Bank of England*.
- Engel, C., & West, K. D. (2005). Exchange rates and fundamentals. *Journal of political Economy*, 113(3), 485-517.
- Engle, R. F., & Granger, C. W. (1987). Co-integration and error correction: representation, estimation, and testing. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 251-276.
- Eugene, F., & French, K. (1992). The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, 47(2), 427-465.
- Fama, E. F. (1965). The behavior of stock-market prices. *The journal of Business*, 38(1), 34-105.
- Fama, E. F. (1984). Forward and spot exchange rates. *Journal of Monetary Economics*, 14(3), 319-338.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1988). Permanent and temporary components of stock prices. *Journal of political Economy*, 96(2), 246-273.
- Fama, E. F., & French, K. R. (2021). *Common risk factors in the returns on stocks and bonds* (pp. 392-449). University of Chicago Press.
- Fama, E. F., Fisher, L., Jensen, M. C., & Roll, R. (1969). The adjustment of stock prices to new information. *International economic review*, 10(1), 1-21.
- Felmingham, B., & Leong, S. (2005). Parity conditions and the efficiency of the Australian 90-and 180-day forward markets. *Review of Financial Economics*, 14(2), 127-145.
- Féroldi, M., & Sterdyniak, H. (1984). *De la dynamique du taux de change: variations sur un thème de Dornbusch*. OFCE.
- Fifield, S. G., Power, D. M., & Donald Sinclair, C. (2005). An analysis of trading strategies in eleven European stock markets. *The European Journal of Finance*, 11(6), 531-548.
- Fontaine, P. (1990). Peut-on prédire l'évolution des marchés d'actions à partir des cours et des dividendes passés?(tests de marche au hasard et de co-intégration). *Journal de la société française de statistique*, 131(1), 16-36.
- Frankel, J. A., & Froot, K. A. (1987). Short-term and long-term expectations of the yen/dollar exchange rate: evidence from survey data. *Journal of the Japanese and International Economies*, 1(3), 249-274.
- French, K. R. (1980). Stock returns and the weekend effect. *Journal of financial economics*, 8(1), 55-69.

- Frenkel, J. A. (1981). The collapse of purchasing power parities during the 1970's. *European Economic Review*, 16(1), 145-165.
- Friedman, M., & Friedman, M. (1953). *Essays in positive economics*. University of Chicago press.
- Froot, K. A., & Frankel, J. A. (1989). Forward discount bias: Is it an exchange risk premium?. *The Quarterly Journal of Economics*, 104(1), 139-161.
- Froot, K. A., & Thaler, R. H. (1990). Anomalies: foreign exchange. *Journal of economic perspectives*, 4(3), 179-192.
- Gately, D., Kyle, J. F., & Fischer, D. (1977). Strategies for Opes's pricing dicisions. *European Economic Review*, 10(2), 209-230.
- Gately, D., Kyle, J. F., & Fischer, D. (1977). Strategies for Opes's pricing dicisions. *European Economic Review*, 10(2), 209-230.
- Gervais, S., & Odean, T. (2001). Learning to be overconfident. *the Review of financial studies*, 14(1), 1-27.
- Gillet, P. (1999). *L'efficience des marchés financiers*. Economica.
- Górska, A., & Krawiec, M. (2016). The analysis of weak-form efficiency in the market of crude oil. *European Journal of Economics and Business Studies*, 2(2), 101-112.
- Goss, B. A. (1983). The semi-strong form efficiency of the London Metal Exchange. *Applied Economics*, 15(5), 681-698.
- Granger, C. W. (1983). *Co-integrated variables and error-correcting models* (Doctoral dissertation, Discussion Paper 83-13. Department of Economics, University of California at San Diego).
- Granger, C. W. J., & Morgenstern, O. (1970). *Predictability of stock market prices*. Lexington, MA: DC Heath.
- Granger, C. W. J., & Newbold, P. (2014). *Forecasting economic time series*. Academic Press.
- Granger, C. W., & Weiss, A. A. (1983). Time series analysis of error-correction models. In *Studies in econometrics, time series, and multivariate statistics* (pp. 255-278). Academic Press.
- Green, S. L., & Mork, K. A. (1991). Toward efficiency in the crude-oil market. *Journal of Applied Econometrics*, 6(1), 45-66.
- Grinblatt, M. S., Masulis, R. W., & Titman, S. (1984). The valuation effects of stock splits and stock dividends. *Journal of financial economics*, 13(4), 461-490.
- Grinblatt, M., & Titman, S. (1989). Mutual fund performance: An analysis of quarterly portfolio holdings. *Journal of business*, 393-416.
- Grossman, S. J., & Stiglitz, J. E. (1980). On the impossibility of informationally efficient markets. *The American economic review*, 70(3), 393-408.
- Hakkio, C. S., & Rush, M. (1989). Market efficiency and cointegration: an application to the sterling and deutschemark exchange markets. *Journal of international money and finance*, 8(1), 75-88.
- Hakkio, C. S., & Rush, M. (1989). Market efficiency and cointegration: an application to the sterling and deutschemark exchange markets. *Journal of international money and finance*, 8(1), 75-88.

- Hall, R. E., Blanchard, O. J., & Hubbard, R. G. (1986). Market structure and macroeconomic fluctuations. *Brookings papers on economic activity*, 1986(2), 285-338.
- Hall, R. E., Blanchard, O. J., & Hubbard, R. G. (1986). Market structure and macroeconomic fluctuations. *Brookings papers on economic activity*, 1986(2), 285-338.
- Hamon, J., & Jacquillat, B. (1992). *Le marché français des actions: études empiriques, 1977-1991*. Presses universitaires de France.
- Hansen, L. P., & Hodrick, R. J. (2010). 4. Risk Averse Speculation in the Forward Foreign Exchange Market: An Econometric Analysis of Linear Models. In *Exchange rates and international macroeconomics* (pp. 113-152). University of Chicago Press.
- Heino, M. (2011). *Some evidence supporting the disposition effect in the finnish stock market during 2000-2007* (No. 15). Working paper.
- Hodrick, R. (2014). *The empirical evidence on the efficiency of forward and futures foreign exchange markets* (Vol. 24). Routledge.
- Hodrick, R. J., & Srivastava, S. (1986). The covariation of risk premiums and expected future spot exchange rates. *Journal of International Money and Finance*, 5, S5-S21.
- Hubbard, R. G., & Weiner, R. J. (1985). Managing the strategic petroleum reserve: energy policy in a market setting. *Annual review of energy*, 10(1), 515-556.
- Hubbard, R. G., & Weiner, R. J. (1989). Contracting and price adjustment in commodity markets: Evidence from copper and oil. *The Review of Economics and Statistics*, 80-89.
- Iossifov, P. K., & Loukoianova, E. (2007). Estimation of a behavioral equilibrium exchange rate model for Ghana. *IMF Working Papers*, 2007(155).
- Ippolito, R. A. (1989). Efficiency with costly information: A study of mutual fund performance, 1965–1984. *The Quarterly Journal of Economics*, 104(1), 1-23.
- Jaffe, J. F. (1974). Special information and insider trading. *The Journal of Business*, 47(3), 410-428.
- Jensen, M. C. (1978). Some anomalous evidence regarding market efficiency. *Journal of financial economics*, 6(2/3), 95-101.
- Jensen, M. C., Black, F., & Scholes, M. S. (1972). The capital asset pricing model: Some empirical tests.
- Jiang, Z. Q., Xie, W. J., & Zhou, W. X. (2014). Testing the weak-form efficiency of the WTI crude oil futures market. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 405, 235-244.
- Johansen, S. (1988). Statistical analysis of cointegration vectors. *Journal of economic dynamics and control*, 12(2-3), 231-254.
- Kizys, R., & Pierdzioch, C. (2012). Why do speculative bubbles gather steam? Some international evidence. *Applied Economics Letters*, 19(11), 1089-1093.
- Kolb, R. W., & Rodríguez, R. J. (1996). *Financial institutions and markets*. Blackwell Publishers.
- Lai, K. S., & Lai, M. (1991). A cointegration test for market efficiency. *The Journal of Futures Markets (1986-1998)*, 11(5), 567.

- Lakonishok, J., & Vermaelen, T. (1986). Tax-induced trading around ex-dividend days. *Journal of Financial Economics*, 16(3), 287-319.
- Lardic, S., & Mignon, V. (2006). *L'efficience informationnelle des marchés financiers. La découverte.*
- Leamer, E. E. (1978). Regression selection strategies and revealed priors. *Journal of the American Statistical Association*, 73(363), 580-587.
- Levis, M., & Liodakis, M. (2001). Contrarian strategies and investor expectations: the UK evidence. *Financial Analysts Journal*, 57(5), 43-56.
- Lintner, J. (1965). Security prices, risk, and maximal gains from diversification. *The journal of finance*, 20(4), 587-615.
- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The review of financial studies*, 1(1), 41-66.
- Lorenzen, H. P., & Thygesen, N. (2000). *The Relation Between the Euro and the Dollar, Paper for EPRU Conference.* Copenhagen, mimeo.
- Low, A., Muthuswamy, J., Sakar, S., & Terry, E. (2002). Multiperiod hedging with futures contracts. *Journal of Futures Markets: Futures, Options, and Other Derivative Products*, 22(12), 1179-1203.
- Lunde, A., & Timmermann, A. (2004). Duration dependence in stock prices: An analysis of bull and bear markets. *Journal of Business & Economic Statistics*, 22(3), 253-273.
- Maeso-Fernandez, F., Osbat, C., & Schnatz, B. (2002). Determinants of the euro real effective exchange rate: A BEER/PEER approach. *Australian Economic Papers*, 41(4), 437-461.
- Malkiel, B. G. (1989). Efficient market hypothesis. In *Finance* (pp. 127-134). Palgrave Macmillan, London.
- Malkiel, B. G. (2003). The efficient market hypothesis and its critics. *Journal of economic perspectives*, 17(1), 59-82.
- Markowitz, H. (1959). *Portfolio selection, efficient diversification of investments.* J. Wiley.
- Maslyuk, S., & Smyth, R. (2009). Cointegration between oil spot and future prices of the same and different grades in the presence of structural change. *Energy Policy*, 37(5), 1687-1693.
- Maynard, A., & Phillips, P. C. (2001). Rethinking an old empirical puzzle: econometric evidence on the forward discount anomaly. *Journal of applied econometrics*, 16(6), 671-708.
- Molay, E (2000). Effets Taille et Ratio Book-To-Market sur le marché français : Un test du modèle de rentabilité de Fama et French (1993). *XV journée des IAE, Biarritz.*
- Moosa, I. A., & Al-Loughani, N. E. (1994). Unbiasedness and time varying risk premia in the crude oil futures market. *Energy economics*, 16(2), 99-105.
- Muth, J. F. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 315-335.
- Neely, C. J., & Weller, P. A. (2003). Intraday technical trading in the foreign exchange market. *Journal of International Money and Finance*, 22(2), 223-237.

- Niederhoffer, V., & Osborne, M. F. M. (1966). Market making and reversal on the stock exchange. *Journal of the American Statistical Association*, 61(316), 897-916.
- Odean, T. (1998). Volume, volatility, price, and profit when all traders are above average. *The journal of finance*, 53(6), 1887-1934.
- Odean, T. (1999). Do investors trade too much?. *American economic review*, 89(5), 1279-1298.
- Okunev, J., & White, D. (2003). Do momentum-based strategies still work in foreign currency markets?. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 425-447.
- Osborne, M. F. (1962). Periodic structure in the Brownian motion of stock prices. *Operations Research*, 10(3), 345-379.
- Paget-Blanc, E. (1993). *Diversification du portefeuille et structure des marchés boursiers internationaux: une étude empirique* (Doctoral dissertation, Paris 13).
- Patell, J. M., & Wolfson, M. A. (1984). The intraday speed of adjustment of stock prices to earnings and dividend announcements. *Journal of financial economics*, 13(2), 223-252.
- Phillips, P. C., & Ouliaris, S. (1990). Asymptotic properties of residual based tests for cointegration. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 165-193.
- Rozeff, M. S., & Kinney Jr, W. R. (1976). Capital market seasonality: The case of stock returns. *Journal of financial economics*, 3(4), 379-402.
- Samii, M. V. (1992). Oil futures and spot markets. *OPEC review*, 16(4), 409-417.
- Sarno, L., & Taylor, M. P. (2002). Purchasing power parity and the real exchange rate. *IMF staff papers*, 49(1), 65-105.
- Schulmeister, S. (1988). Currency speculation and dollar fluctuations. *PSL Quarterly Review*, 41(167).
- Sewell, M. (2011). History of the efficient market hypothesis. *Rn*, 11(04), 04.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 19(3), 425-442.
- Sharpe, W. F. (1970). Efficient capital markets: a review of theory and empirical work: discussion. *The Journal of Finance*, 25(2), 418-420.
- Shiller, R. J. (1981). Alternative tests of rational expectations models: The case of the term structure. *Journal of Econometrics*, 16(1), 71-87.
- Solnik, B. H. (1973). Note on the validity of the random walk for European stock prices. *The journal of Finance*, 28(5), 1151-1159.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1988). Variable trends in economic time series. *Journal of economic perspectives*, 2(3), 147-174.
- Sweeney, R. J. (1986). Beating the foreign exchange market. *The Journal of Finance*, 41(1), 163-182.
- Tabak, B. M., & Cajueiro, D. O. (2007). Are the crude oil markets becoming weakly efficient over time? A test for time-varying long-range dependence in prices and volatility. *Energy Economics*, 29(1), 28-36.
- THEVENIN, D. (1996). Bulles spéculatives: incidence de la prise en compte de la variation des taux d'intérêts dans les tests. In *International Conference of the French Finance Association*.
- Timmermann, A., & Granger, C. W. (2004). Efficient market hypothesis and forecasting. *International Journal of forecasting*, 20(1), 15-27.

- Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 24-36.
- Tomek, W. G., & Gray, R. W. (1970). Temporal relationships among prices on commodity futures markets: Their allocative and stabilizing roles. *American Journal of Agricultural Economics*, 52(3), 372-380.
- Verleger, P. K. (1982). The determinants of official OPEC crude prices. *The Review of Economics and Statistics*, 177-183.
- Watanapalachaikul, S., & Islam, S. M. (2007). Rational speculative bubbles in the Thai stock market: econometric tests and implications. *Review of Pacific Basin Financial Markets and Policies*, 10(01), 1-13.
- Watts, R. (1973). The information content of dividends. *The Journal of Business*, 46(2), 191-211.
- Wright, J. H. (2000). Alternative variance-ratio tests using ranks and signs. *Journal of Business & Economic Statistics*, 18(1), 1-9.
- Yousefi, S., Weinreich, I., & Reinartz, D. (2005). Wavelet-based prediction of oil prices. *Chaos, Solitons & Fractals*, 25(2), 265-275.
- Zivot, E. (2000). Cointegration and forward and spot exchange rate regressions. *Journal of International Money and Finance*, 19(6), 785-812.

## **ANNEXES**

---

## RESULTATS DU TESTS DE Ljung-Box a un mois

Tableau N°01 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Européenne

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. .	. .	1	-0.010	-0.010	0.0111	0.916
. .	. .	2	-0.000	-0.000	0.0111	0.994
* .	* .	3	-0.083	-0.083	0.8501	0.837
. *	. *	4	0.080	0.079	1.6385	0.802
* .	* .	5	-0.124	-0.124	3.5271	0.619
. *	. *	6	0.156	0.154	6.5656	0.363
. .	. .	7	0.010	0.018	6.5789	0.474
. *	. *	8	0.118	0.101	8.3472	0.400
* .	* .	9	-0.136	-0.103	10.729	0.295
. *	. .	10	0.095	0.073	11.884	0.293
* .	* .	11	-0.110	-0.079	13.465	0.264
. .	. .	12	0.022	-0.016	13.530	0.332
* .	* .	13	-0.133	-0.103	15.883	0.256
. .	* .	14	-0.048	-0.130	16.196	0.302
* .	* .	15	-0.173	-0.131	20.240	0.163
. *	. .	16	0.115	0.058	22.050	0.142
* .	. .	17	-0.068	-0.038	22.686	0.160
. *	. *	18	0.110	0.079	24.379	0.143
. .	. .	19	-0.028	0.047	24.487	0.178
. .	. .	20	0.051	0.032	24.853	0.207
* .	* .	21	-0.195	-0.094	30.335	0.085
. *	. .	22	0.077	0.052	31.195	0.092
. .	. .	23	0.019	0.054	31.246	0.117
. .	. .	24	0.067	-0.020	31.920	0.129
. .	. .	25	-0.063	-0.019	32.512	0.144
. .	* .	26	0.036	-0.087	32.709	0.171
. .	. .	27	-0.049	-0.000	33.082	0.194
. .	* .	28	-0.013	-0.092	33.107	0.232
. .	. .	29	-0.062	-0.038	33.710	0.250
. .	* .	30	0.019	-0.067	33.765	0.290
* .	. .	31	-0.078	-0.022	34.753	0.294
. *	. *	32	0.099	0.095	36.353	0.273
. .	. *	33	0.032	0.097	36.520	0.308
. .	. .	34	-0.015	-0.030	36.558	0.351
* .	. .	35	-0.091	-0.053	37.970	0.336
. .	. .	36	-0.002	-0.037	37.971	0.380

**Tableau N°02 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Anglaise.**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.013	0.013	0.0201	0.887
* .	* .	2	-0.074	-0.075	0.6841	0.710
. *	. *	3	0.157	0.160	3.6816	0.298
. .	. .	4	0.009	-0.002	3.6926	0.449
. .	. .	5	-0.024	-0.000	3.7626	0.584
. .	. .	6	0.009	-0.016	3.7717	0.708
. .	. .	7	-0.017	-0.021	3.8092	0.801
. .	. .	8	0.013	0.018	3.8316	0.872
. *	. *	9	0.102	0.103	5.1635	0.820
. .	. .	10	-0.054	-0.052	5.5334	0.853
* .	* .	11	-0.094	-0.085	6.6942	0.823
. *	. *	12	0.110	0.078	8.2862	0.762
. .	. .	13	0.021	0.021	8.3447	0.820
. .	. .	14	-0.016	0.028	8.3793	0.869
* .	** .	15	-0.184	-0.223	12.967	0.605
. .	. .	16	0.024	0.032	13.047	0.669
. .	* .	17	-0.050	-0.091	13.393	0.709
. .	. .	18	-0.056	0.015	13.831	0.740
. .	. .	19	0.043	0.044	14.094	0.778
. .	. .	20	0.046	0.073	14.399	0.810
. .	. .	21	0.056	0.039	14.855	0.830
. *	. *	22	0.145	0.144	17.907	0.711
. .	. .	23	-0.008	-0.004	17.917	0.762
* .	* .	24	-0.124	-0.105	20.186	0.686
. .	* .	25	-0.028	-0.107	20.305	0.731
. *	. *	26	0.134	0.120	23.027	0.631
** .	* .	27	-0.214	-0.176	30.099	0.310
* .	* .	28	-0.115	-0.108	32.154	0.268
. .	. .	29	0.034	-0.023	32.333	0.305
* .	. .	30	-0.070	-0.064	33.111	0.318
* .	. .	31	-0.067	-0.043	33.844	0.332
. .	. .	32	-0.014	-0.036	33.878	0.377
. .	. .	33	0.009	0.065	33.891	0.424
. .	. .	34	0.031	0.016	34.056	0.465
. .	. .	35	0.028	0.033	34.190	0.507
* .	. .	36	-0.109	-0.034	36.225	0.458

**Tableau N°03 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Suisse.**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.002	0.002	0.0006	0.981
. .	. .	2	0.007	0.007	0.0073	0.996
. .	. .	3	-0.031	-0.031	0.1210	0.989
* .	* .	4	-0.099	-0.099	1.3068	0.860
* .	* .	5	-0.107	-0.108	2.7199	0.743
. .	. .	6	0.059	0.060	3.1532	0.789
. .	. .	7	-0.021	-0.025	3.2061	0.865
. *	. *	8	0.095	0.080	4.3583	0.823
. .	. .	9	-0.033	-0.052	4.5003	0.876
. *	. *	10	0.128	0.130	6.6028	0.762
. .	. .	11	-0.037	-0.027	6.7835	0.816
* .	* .	12	-0.175	-0.176	10.811	0.545
. .	. .	13	-0.056	-0.038	11.227	0.592
* .	* .	14	-0.137	-0.144	13.761	0.468
* .	* .	15	-0.167	-0.160	17.519	0.289
. *	. *	16	0.166	0.107	21.280	0.168
. .	. .	17	0.011	-0.024	21.296	0.213
. *	. .	18	0.092	0.059	22.476	0.212
. .	. .	19	0.003	-0.029	22.477	0.261
. .	. .	20	0.014	0.036	22.504	0.314
* .	* .	21	-0.187	-0.169	27.554	0.153
. .	. .	22	-0.016	0.024	27.591	0.190
* .	* .	23	-0.110	-0.104	29.382	0.168
. *	. .	24	0.090	0.044	30.577	0.166
. .	. .	25	0.017	0.027	30.621	0.202
. *	. .	26	0.093	-0.042	31.942	0.195
. .	* .	27	-0.039	-0.087	32.170	0.226
. *	. *	28	0.099	0.099	33.705	0.211
. .	. .	29	-0.012	-0.002	33.728	0.249
. .	. .	30	-0.033	-0.031	33.900	0.285
. .	. .	31	-0.028	0.072	34.026	0.324
. .	. .	32	0.038	0.022	34.263	0.360
. .	. .	33	0.048	0.062	34.648	0.389
. .	. .	34	0.017	-0.049	34.693	0.435
. .	* .	35	-0.006	-0.077	34.699	0.483
. *	. .	36	0.103	0.061	36.505	0.445

**Tableau N°04 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Indienne.**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.017	0.017	0.0362	0.849
. .	. .	2	0.014	0.014	0.0612	0.970
. .	. .	3	0.039	0.039	0.2470	0.970
** .	** .	4	-0.250	-0.252	7.9124	0.095
. .	. .	5	-0.029	-0.021	8.0168	0.155
. *	. *	6	0.075	0.088	8.7114	0.190
. .	. .	7	0.040	0.063	8.9138	0.259
. .	* .	8	0.003	-0.070	8.9148	0.350
. .	* .	9	-0.041	-0.069	9.1323	0.425
* .	* .	10	-0.124	-0.091	11.116	0.349
* .	* .	11	-0.136	-0.104	13.539	0.260
. .	. .	12	0.062	0.067	14.053	0.297
* .	* .	13	-0.077	-0.106	14.851	0.317
. .	* .	14	-0.041	-0.099	15.079	0.373
. *	. *	15	0.191	0.152	20.035	0.171
. .	. .	16	-0.002	0.060	20.036	0.219
* .	* .	17	-0.089	-0.136	21.128	0.221
. .	. .	18	0.066	0.004	21.734	0.244
* .	. .	19	-0.125	-0.056	23.946	0.198
. .	. .	20	0.026	0.059	24.039	0.241
. *	. .	21	0.098	0.024	25.433	0.229
. .	. .	22	0.033	0.016	25.587	0.270
. .	. .	23	0.019	-0.044	25.639	0.318
. *	. *	24	0.107	0.128	27.356	0.288
. .	. .	25	-0.026	0.057	27.458	0.333
. .	. .	26	-0.049	-0.026	27.825	0.367
. *	. .	27	0.103	0.033	29.463	0.339
* .	* .	28	-0.121	-0.090	31.738	0.285
. .	. .	29	-0.026	0.027	31.848	0.327
. .	. .	30	0.056	-0.002	32.340	0.352
. .	. .	31	-0.065	-0.021	33.021	0.369
* .	* .	32	-0.089	-0.133	34.305	0.358
. .	. .	33	0.013	0.017	34.333	0.404
. .	. .	34	-0.056	0.035	34.860	0.427
. .	. .	35	-0.052	-0.022	35.309	0.454
. *	. *	36	0.190	0.110	41.457	0.245

## RESULTATS DU TESTS DE Ljung-Box a trois mois

Tableau N°01 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Suisse.

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.003	0.003	0.0013	0.972
. .	. .	2	0.007	0.007	0.0073	0.996
. .	. .	3	-0.031	-0.031	0.1233	0.989
* .	* .	4	-0.092	-0.092	1.1673	0.883
* .	* .	5	-0.103	-0.103	2.4795	0.780
. .	. .	6	0.061	0.062	2.9427	0.816
. .	. .	7	-0.025	-0.029	3.0216	0.883
. *	. *	8	0.097	0.084	4.2260	0.836
. .	. .	9	-0.031	-0.048	4.3512	0.887
. *	. *	10	0.132	0.135	6.5860	0.764
. .	. .	11	-0.035	-0.026	6.7463	0.819
* .	* .	12	-0.174	-0.176	10.712	0.554
. .	. .	13	-0.053	-0.032	11.086	0.604
* .	* .	14	-0.136	-0.143	13.555	0.483
* .	* .	15	-0.166	-0.157	17.293	0.302
. *	. *	16	0.164	0.108	20.955	0.180
. .	. .	17	0.009	-0.022	20.966	0.228
. *	. .	18	0.090	0.061	22.106	0.227
. .	. .	19	0.004	-0.027	22.108	0.279
. .	. .	20	0.013	0.036	22.132	0.333
* .	* .	21	-0.186	-0.169	27.140	0.166
. .	. .	22	-0.016	0.026	27.175	0.205
* .	* .	23	-0.109	-0.099	28.928	0.183
. *	. .	24	0.089	0.046	30.099	0.181
. .	. .	25	0.010	0.025	30.114	0.220
. *	. .	26	0.089	-0.045	31.330	0.216
. .	* .	27	-0.040	-0.084	31.579	0.248
. *	. *	28	0.107	0.107	33.348	0.223
. .	. .	29	-0.009	-0.000	33.360	0.263
. .	. .	30	-0.028	-0.026	33.487	0.302
. .	. .	31	-0.030	0.073	33.634	0.341
. .	. .	32	0.040	0.026	33.892	0.376
. .	. .	33	0.049	0.064	34.292	0.406
. .	. .	34	0.020	-0.044	34.357	0.451
. .	* .	35	-0.003	-0.070	34.359	0.499
. *	. .	36	0.103	0.063	36.187	0.460

**Tableau N°02 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Indienne.**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.023	0.023	0.0620	0.803
. .	. .	2	0.012	0.011	0.0789	0.961
. .	. .	3	0.037	0.037	0.2490	0.969
** .	** .	4	-0.240	-0.242	7.2910	0.121
. .	. .	5	-0.029	-0.018	7.3941	0.193
. .	. .	6	0.063	0.074	7.8954	0.246
. .	. .	7	0.042	0.062	8.1171	0.322
. .	. .	8	0.005	-0.061	8.1205	0.422
. .	* .	9	-0.058	-0.083	8.5436	0.480
* .	* .	10	-0.119	-0.094	10.376	0.408
* .	* .	11	-0.120	-0.086	12.244	0.346
. .	. .	12	0.061	0.071	12.736	0.389
* .	* .	13	-0.074	-0.111	13.472	0.412
. .	* .	14	-0.046	-0.103	13.750	0.468
. *	. *	15	0.179	0.149	18.102	0.257
. .	. .	16	-0.009	0.050	18.114	0.317
* .	* .	17	-0.091	-0.136	19.253	0.314
. .	. .	18	0.064	0.002	19.827	0.343
* .	* .	19	-0.122	-0.066	21.944	0.287
. .	. .	20	0.027	0.058	22.052	0.338
. *	. .	21	0.100	0.039	23.480	0.319
. .	. .	22	0.035	0.017	23.655	0.366
. .	. .	23	0.019	-0.053	23.709	0.420
. *	. *	24	0.104	0.130	25.332	0.388
. .	. .	25	-0.022	0.061	25.403	0.440
. .	. .	26	-0.048	-0.032	25.753	0.477
. *	. .	27	0.106	0.035	27.480	0.438
* .	* .	28	-0.112	-0.086	29.417	0.392
. .	. .	29	-0.028	0.026	29.542	0.437
. .	. .	30	0.045	-0.006	29.871	0.472
. .	. .	31	-0.065	-0.017	30.541	0.489
* .	* .	32	-0.081	-0.120	31.600	0.487
. .	. .	33	0.009	0.011	31.613	0.536
. .	. .	34	-0.056	0.027	32.138	0.559
. .	. .	35	-0.063	-0.039	32.800	0.575
. *	. *	36	0.179	0.110	38.256	0.367

## RESULTATS DU TESTS DE Ljung-Box a six mois

Tableau N°01 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Suisse.

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
. .	. .	1	0.002	0.002	0.0007	0.979
. .	. .	2	0.003	0.003	0.0015	0.999
. .	. .	3	-0.034	-0.034	0.1452	0.986
* .	* .	4	-0.086	-0.086	1.0410	0.904
* .	* .	5	-0.098	-0.099	2.2351	0.816
. .	. .	6	0.063	0.063	2.7343	0.841
. .	. .	7	-0.034	-0.040	2.8790	0.896
. *	. *	8	0.098	0.086	4.1086	0.847
. .	. .	9	-0.029	-0.043	4.2157	0.897
. *	. *	10	0.137	0.141	6.6333	0.760
. .	. .	11	-0.032	-0.025	6.7707	0.817
* .	* .	12	-0.172	-0.175	10.666	0.558
. .	. .	13	-0.048	-0.024	10.978	0.613
* .	* .	14	-0.132	-0.143	13.327	0.501
* .	* .	15	-0.164	-0.153	16.958	0.321
. *	. *	16	0.162	0.107	20.565	0.196
. .	. .	17	0.006	-0.024	20.570	0.246
. *	. .	18	0.088	0.062	21.655	0.248
. .	. .	19	0.005	-0.026	21.659	0.302
. .	. .	20	0.012	0.035	21.680	0.358
* .	* .	21	-0.185	-0.170	26.586	0.185
. .	. .	22	-0.014	0.028	26.613	0.226
* .	* .	23	-0.106	-0.093	28.281	0.205
. *	. .	24	0.087	0.046	29.419	0.205
. .	. .	25	-0.001	0.019	29.419	0.247
. *	. .	26	0.083	-0.051	30.456	0.249
. .	* .	27	-0.043	-0.081	30.747	0.282
. *	. *	28	0.117	0.117	32.878	0.240
. .	. .	29	-0.004	0.001	32.881	0.283
. .	. .	30	-0.022	-0.020	32.956	0.324
. .	. .	31	-0.034	0.072	33.143	0.363
. .	. .	32	0.041	0.029	33.423	0.398
. .	. .	33	0.050	0.067	33.833	0.427
. .	. .	34	0.024	-0.038	33.928	0.471
. .	. .	35	-0.001	-0.061	33.929	0.520
. *	. .	36	0.102	0.065	35.715	0.482

**Tableau N°02 : Corrélogramme de la série des résidus de la devise Indienne.**

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. .	. .	1	0.022	0.022	0.0554	0.814
. .	. .	2	0.006	0.005	0.0593	0.971
. .	. .	3	0.050	0.050	0.3641	0.948
** .	** .	4	-0.217	-0.220	6.1384	0.189
. .	. .	5	-0.026	-0.016	6.2239	0.285
. .	. .	6	0.050	0.053	6.5326	0.366
. .	. .	7	0.034	0.057	6.6753	0.463
. .	. .	8	-0.005	-0.057	6.6781	0.572
* .	* .	9	-0.076	-0.097	7.4167	0.594
* .	* .	10	-0.112	-0.096	9.0480	0.528
* .	* .	11	-0.108	-0.080	10.580	0.479
. .	. .	12	0.059	0.070	11.042	0.525
* .	* .	13	-0.073	-0.112	11.760	0.547
. .	* .	14	-0.052	-0.100	12.117	0.597
. *	. *	15	0.174	0.147	16.230	0.367
. .	. .	16	-0.009	0.043	16.241	0.436
* .	* .	17	-0.090	-0.130	17.359	0.430
. .	. .	18	0.066	0.000	17.959	0.458
* .	* .	19	-0.119	-0.079	19.950	0.398
. .	. .	20	0.022	0.048	20.016	0.457
. *	. .	21	0.103	0.053	21.552	0.426
. .	. .	22	0.038	0.021	21.759	0.474
. .	. .	23	0.017	-0.056	21.802	0.532
. *	. *	24	0.100	0.123	23.297	0.502
. .	. .	25	-0.023	0.053	23.377	0.556
. .	. .	26	-0.050	-0.032	23.751	0.590
. *	. .	27	0.110	0.044	25.605	0.541
* .	* .	28	-0.102	-0.086	27.211	0.507
. .	. .	29	-0.031	0.018	27.361	0.552
. .	. .	30	0.031	-0.020	27.513	0.596
* .	. .	31	-0.067	-0.012	28.227	0.609
* .	* .	32	-0.069	-0.092	28.995	0.619
. .	. .	33	0.012	0.012	29.017	0.666
. .	. .	34	-0.051	0.013	29.454	0.690
* .	. .	35	-0.072	-0.051	30.325	0.693
. *	. *	36	0.161	0.107	34.742	0.528

## ملخص

تركز هذه الأطروحة على فرضية كفاءة الأسواق المالية، أسواق سعر الصرف وأسواق النفط. لتحقيق غايتنا تم استخدام النموذج الأصلي لفاما (1965) من خلال طرح التناقضات الداخلية المختلفة لهذا التعريف. من هنا تم تقديم ثلاثة تعاريف للكفاءة: الكفاءة الأساسية، كفاءة الاقتصاد الكلي وكفاءة المضاربة. هناك مجموعة من الاختبارات التجريبية لكل شكل، وتشير النتائج إلى وجود ثلاثة أشكال من الكفاءة (ضعيفة، وشبه قوية، وقوية)، حسب الأفق الزمني المدروس. الهدف من الأطروحة هو اختبار الشكل الضعيف للعمليات الأجنبية وأسواق النفط، والهدف الرئيسي هو التحقق من فرضية عدم وجود تميز في الأسعار الآجلة وتفسيرها من خلال تميز علاقة التكامل المشترك بين الأسعار الفورية والأسعار الآجلة وبالتالي تحديد نموذج تصحيح الخطأ لفهم العلاقة بين السعر الفوري والآجل بشكل أفضل.

**الكلمات المفتاحية:** أسواق سعر الصرف، أسواق النفط، الكفاءة، نظرية المشي العشوائي، الشكل الضعيف للكفاءة، الاستقرارية فرضية الأسعار الآجلة الغير المتحيزة، علاقة التكامل المشترك، نموذج تصحيح الخطأ.

## Résumé

Cette thèse porte sur l'hypothèse d'efficience des marchés financiers et notamment des marchés de changes et marchés du pétrole. Ce travail considère la définition originelle de l'efficience au sens de Fama (1965) en mettant en avant les différentes contradictions internes de cette définition. A partir de là trois définitions de l'efficience sont présentées : l'efficience fondamentale, l'efficience macroéconomique et l'efficience spéculative. Il existe un ensemble de tests empiriques pour chaque forme, et les résultats suggèrent la présence de trois formes d'efficience (faible, semi-forte et forte), selon l'horizon considéré. L'objet de la thèse est de tester la forme faible des marchés de changes et marchés du pétrole, et l'objectif principal est de vérifier et d'expliquer l'hypothèse d'absence de biais des taux (prix) à terme par le biais d'une relation de cointégration entre les taux (prix) au comptant spot et les taux (prix) à terme forward et spécifiant ainsi un modèle de correction d'erreur pour mieux saisir la relation entre les spot et les forward.

**Mots-clés :** marchés de change, marché du pétrole, efficience, forme faible, marche aléatoire, stationnarité, hypothèse d'absence de biais des taux à terme, Cointégration, ECM.

## Abstract

This thesis focuses on the hypothesis of the efficiency of financial markets and in particular of foreign exchange and oil markets. This work considers the original definition of efficiency in the sense of Fama (1965) by highlighting the various internal contradictions of this definition. From this, three definitions of efficiency are presented: fundamental efficiency, macroeconomic efficiency and speculative efficiency. There is a set of empirical tests for each form, and the results suggest the presence of three forms of efficiency (weak, semi-strong and strong), depending on the time horizon considered. The object of the thesis is to test the weak form of the foreign exchange and oil markets, and the main objective is to verify and explain the unbiased forward rate (prices) hypothesis through a cointegration relationship between spot rates (prices) and forward rates (prices) and thus specifying an error correction model to better understand the relationship between spot and forward.

**Keywords:** exchange market, oil market stationarity, unbiased forward rate hypothesis, efficiency, weak form, random walk, cointegration, ECM.