

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université M'hamed Bougara de Boumerdès
Faculté des Sciences
Département des Mathématiques



Mémoire de fin d'études présenté en vue d'obtention du diplôme de Master en
Mathématiques Financières
Sous le thème :

***Prévision du taux de change du dinar Algérien
face aux différentes devises étrangères sur le
marché officiel.***

Présenté Par :

M^r. OUDNI ABDERRAHMANE

M^{lle}. SABER NAWAL

Soutenu publiquement le 22/10/2020, devant le jury composé de:

Président	M ^r	MOUSSA TAZEROUTI	M.A.A	U.M.B.B.
Promotrice	M ^{Mme}	DRICI WASSILA	M.C.B	U.M.B.B.
Co-promoteur	M ^r	TAREK BOUYAHIAOUI		U.M.B.B
Examinatrice	M ^{Mme}	BEN MENSORE MADINA	M.A.A	U.M.B.B.

Année Universitaire 2019 – 2020

Table des Matières

Remerciements	4
Dédicace	5
Dédicace	6
Liste des Abréviations	7
Liste des Figures	8
Liste des Tableaux	11
Introduction générale	12
Introduction générale	12
1 Marché des changes	14
1.1 Introduction	14
1.2 Généralité sur le marché de change	14
1.2.1 Définition du marché de change	14
1.2.2 Les compartiments du marché des changes	14
1.2.3 Les Opérations sur le marché des changes	15
1.2.4 Les intervenants sur le marché des changes	16
1.2.5 Régimes de changes	18
1.3 Taux de change	20
1.3.1 Définition du taux de change	20
1.3.2 Les différents types du taux de change	21
1.3.3 Risque de change	23
1.3.4 La couverture du risque de change	24
1.4 Les déterminations du taux des changes	25
1.4.1 La théorie de la parité des pouvoirs d'achat (PPA)	25
1.4.2 La théorie de la Parité des Taux d'Intérêt (PTI)	26
1.4.3 La version de la parité des taux d'intérêt couverte (PTIC)	27

1.4.4	La théorie de la balance des paiements	27
1.5	Conclusion	30
2	Evolution de l'économie et du taux de change en Algérie	31
2.1	Introduction	31
2.2	Généralité et évolution de l'économie Algérienne	31
2.2.1	Définition de l'économie	31
2.2.2	Evolution de l'économie Algérienne	32
2.2.3	Définition de la macro-économie	32
2.2.4	Définition de la micro-économie	32
2.3	L'évolution de la politique de change en Algérie de 1962 jusqu'à nos jours	34
2.3.1	La période (1962-1971)	35
2.3.2	La période (1971-1987)	35
2.3.3	La période (1988-1994)	36
2.3.4	La période 1994 à nos jours	36
2.4	Evolution des indicateurs macro-économiques et le taux de change	37
2.4.1	Evolution de taux d'inflation et le taux de change	37
2.4.2	Evolution du prix du baril du pétrole et du taux de change	39
2.4.3	Evolution des exportations des hydrocarbures et le taux de change	40
2.4.4	Evolution du PIB en volume et le taux de change	41
2.4.5	Evolution du PIB nominal et du taux de change	43
2.4.6	Evolution du taux de chômage et du taux de change	43
2.5	Conclusion	45
3	Aspect théorique et pratique des séries temporelles	47
3.1	Introduction	47
3.2	Généralité sur l'économétrie, les séries temporelles et la méthodologie de Box et Jenkins	48
3.2.1	Définition	48
3.2.2	Historique de l'économétrie	48
3.2.3	Les séries temporelles	50
3.2.4	Définition d'un processus aléatoire :	51
3.3	La méthodologie de Box-Jenkins (1976)	53
3.3.1	Analyse préliminaire	53
3.3.2	Stationnarité	53
3.3.3	Identification du modèle adéquat	55
3.3.4	Estimation des paramètres	55
3.3.5	Validation du modèle	55
3.3.6	Prévision	58
3.4	Modélisation de la série du taux de change par la méthode de Box-Jenkins sur les séries "EURO-DZD" et "USD-DZD"	58
3.4.1	Présentation des données	59
3.4.2	Étude de la série taux de change "EURO-DZD"	59

3.4.3	Modélisation du taux de change “USD-DZD”	71
3.5	Modélisation des indicateurs macro-économiques par la méthode de Box et Jinkins	83
3.5	Modélisation des indicateurs macro-économiques par la méthode de Box et Jinkins	83
3.5	Modélisation des indicateurs macro-économiques par la méthode de Box et Jinkins	83
3.5.1	Modélisation du taux d’inflation	83
3.5.2	Modélisation du PIB en volume	93
3.5.3	Modélisation du prix du baril du pétrole	101
3.6	Conclusion	112
	Conclusion générale	114
	Annexes	116
A.1	La table de student	116
A.2	La table de Khi deux	117
A.3	La table de dicky-fuller	118
A.4	Le PIB nominal	119
	Bibliographie	120

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux de nous avoir donné le courage et la patience d'accomplir ce modeste travail.

Avec une grande volupté on remercie tous ceux qui ont contribué à la réalisation de notre thème de, particulièrement :

Notre promotrice, Mme WASSILA DRICI et notre Co-promoteur TAREK BOUYAHIAOUI pour leurs précieux conseils, disponibilités, leurs orientations techniques et leur soutien.

Monsieur MOUSSA TAZEROUTI enseignant à l'université M'HAMED BOUGARA, Boumerdes pour sa disponibilité, ses précieux remarques dans la partie pratique de ce travail.

On remercie également Monsieur KHALED MBERBECH notre promoteur de stage de la banque de développement locale (BDL), ainsi que Monsieur AZIZE BADDACHE et SIDAHMED LWAHADJE pour leur accueil au ministère de finance au niveau de la DGPP.

Nos sincères considérations et remerciements sont également exprimés aux membres de jury xxxx xxxx, qui nous ont fait honneur par leurs présences, et d'avoir accepté d'examiner ce travail et consacrer leurs temps pour son évaluation.

À l'ensemble des enseignements ayant assuré mes années d'études, et le travail qu'on présente aujourd'hui consiste en lui même une preuve de leur dévouement.

Enfin, un grand merci à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de notre travail.

Dédicace

J'adresse tout d'abord mes dédicaces les plus sincères, à mon cher papa OMAR et ma chère maman REBAINE DALILA, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien et leurs prières tout au long de mes études.

À mon frère ISLAM et SID ALI, à mes cousins MOHAMED et BILAL pour leurs appuie et leurs encouragements, merci.

À ma deuxième grand-mère ISANI MALIKA pour m'avoir toujours encouragé dans mes études.

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À mon amie et mon binôme SABER NAWEL, qui était toujours avec moi je te remercie infiniment, je te souhaite toute la réussite du monde.

À tous mes amis avec qui j'ai passé d'agréables moments. À toute ma promotion et mes enseignants.

À tous les gens que j'aime et dont je n'ai pas cité les noms. Merci à tous.

ABDERRAHMANE

Dédicace

Je dédie ce travail :

A toi cher maman HADDADOU WAHIBA, décédée trop tôt, que tu m'a toujours poussé et motivé dans mes études. J'espère que, du monde qui est sien maintenant, elle apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'une fille qu'elle a toujours prié pour le salut de son âme, que dieux l'accueille dans son vaste paradis.

À mon papa, pour son soutien et ses prières tout au long de mes études

*À mon frère REDOUANE et ma sœur IBTISSEME pour leurs encouragements, et à toute ma famille
À ZAHIA, HOURIA, ma tante DAWYA et a mon binôme OUDNI ABDERRAHMANE pour leurs
soutiens et leurs présences dans ma vie*

*Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible,
Merci d'être toujours là pour moi.*

NAWAL

Liste des Abréviations

- **AGI** : Autorisation Globale D'importation
- **AR** : Processus autorégressifs
- **ARMA** : Processus autorégressifs moyennes mobiles
- **B.A** : Banque d'Algérie
- **DZD** : Dinar, la monnaie de l'Algérie, selon la norme ISO 4217 (liste des codes des monnaies)
- **EURO** : Unité monétaire de l'union économique et monétaire de l'union européenne
- **MA** : Les processus moyen mobile stationnaire
- **NBER** : National Bureau of Economics Research
- **MCO** : Moindre Carrée Ordinaire
- **OGB** : Oxford Business Group
- **OPCVM**: Organisme de Placement Collectif en Valeurs Mobilières.
- **PIB** : Produit Intérieur Brut
- **PPA** : La Théorie de la Parité de Pouvoir d'Achat
- **PTI** : La Théorie de la Parité des Taux d'intérêt
- **PTIC** : La version de la parité des taux et couvert
- **PTINC** : La version de la parité des taux d'intérêt non couverte
- **SMI** : Le Système Monétaire International
- **TC** : Le Taux de Change
- **TCE** : Le Taux de Change Effectif
- **TCEN** : Le Taux de Change Effectif Nominale
- **TCN** : Le Taux de Change Nominale
- **TCER** : Le Taux de change Effectif Réel
- **TCR** : Le Taux de Change Réel
- **USD** : Dollar des États-Unis

Liste des Figures

1.1	Organigramme sur les types du taux de change	21
2.1	Evolution du taux d'inflation et du taux de change USD-DZD	37
2.2	Evolution du taux d'inflation et du taux de change "EURO-DZD"	38
2.3	Evolution du prix du baril du pétrole et du taux de change "USD-DZD"	39
2.4	Evolution des exportations des hydrocarbures et du taux de change "USD-DZD"	40
2.5	Evolution du PIB en volume et du taux de change "EURO-DZD"	41
2.6	Evolution du PIB en volume et du taux de change "USD-DZD"	42
2.7	Evolution du taux de chômage et du taux de change " USD-DZD"	44
2.8	Evolution taux de chômage et du taux de change "EURO-DZD "	45
3.1	Organigramme sur La méthodologie de Box et Jenkins	53
3.2	Evolution du taux de change EURO-DZD	59
3.3	Le test DF avec tendance et avec constante	60
3.4	Le test DF sans tendance et avec constante	61
3.5	Le test DF sans tendance et sans constante	61
3.6	Le test DFA avec tendance et constante	62
3.7	Le test DFA sans tendance et avec constante	63
3.8	Le test DFA sans tendance et sans constante	63
3.9	Le corrélogramme de la série	64
3.10	Le test de modèle ARIMA(4,1,4)	65
3.11	Le test de modèle ARIMA(4,1,0)	65
3.12	Le test de modèle ARIMA(0,1,4)	66
3.13	Le test de modèle ARIMA(4,1,0)	66
3.14	Le Corrélogramme des résidus	67
3.15	L'histogramme des résidus de la série	68
3.16	Le corrélogramme des résidus aux carrés	69
3.17	Le test de ARCH	70
3.18	représentation graphique de la prévision du taux de change "EURO-DZD"	70
3.19	Evolution du taux de change "USD-DZD"	72
3.20	Le test DF avec tendance et avec constante	73
3.21	Le test DF sans tendance et avec constante	73

3.22	Le test DF sans tendance et sans constante	74
3.23	Le test ADF avec tendance et avec constante	75
3.24	Le test ADF sans tendance et avec constante	75
3.25	Le test ADF sans tendance et sans constante	76
3.26	Le corrélogramme de la série “USD-DZD”	77
3.27	Le corrélogramme des résidus du modèle ARIMA(1,1,1)	78
3.28	Le corrélogramme des résidus de ARIMA(3,1,0)	79
3.29	L’estimation du modèle ARIMA(1,1,1)	79
3.30	Représente le teste de normalité Jarque-Berra	80
3.31	Le test ARCH	80
3.32	Le corrélogramme des résidus au carré	81
3.33	La prévision du taux de change “USD-DZD”	82
3.34	Evolution du taux d’inflation	83
3.35	Le test DF avec tendance et avec constante	84
3.36	Le test DF sans tendance et avec constante	85
3.37	Le test DF sans tendance et sans constante	85
3.38	Le test ADF avec tendance et avec constante	86
3.39	Le test ADF sans tendance et avec constante	87
3.40	Represent le test ADF sans tendance et sans constante	87
3.41	Le corrélogramme après différenciation	88
3.42	Le test de model ARIMA(7,1,0)	89
3.43	Le Corrélogramme des résidus	90
3.44	Histogramme des résidus de la série	91
3.45	représenattion graphique de la prévision du taux d’inflation	92
3.46	Evolution du PIB en volume	93
3.47	Le test DF avec tendance et avec constante	94
3.48	Le test DF sans tendance et avec constante	94
3.49	Le test DF sans tendance et sans constante	95
3.50	Represent le test ADF avec tendance et avec constante	95
3.51	Le test ADF sans tendance et avec constante	96
3.52	Le test ADF sans tendance et sans constante	96
3.53	Le corrélogramme de la série	97
3.54	Le test de model ARIMA(1,1,0)	98
3.55	L’histogramme des résidus de la série	99
3.56	Le corrélogramme des résidus	99
3.57	Représente le corrélogramme des résidus au carré	100
3.58	Test LM test ARCH	100
3.59	Graphe de prévision du PIB en volume	101
3.60	Evolution du prix du baril du pétrole	102
3.61	Le test DF avec tendance et avec constante	103
3.62	Le test DF sans tendance et avec constante	103
3.63	Le test DF sans tendance et sans constante	104

3.64	Le test ADF avec tendance et avec constante	104
3.65	Le test ADF sans tendance et avec constante	105
3.65	Le test ADF sans tendance et avec constante	105
3.65	Le test ADF sans tendance et avec constante	105
3.66	Le test ADF sans tendance et sans constante	105
3.67	Represent le corrélogramme après différenciation	106
3.68	Représente le test de model ARIMA(9,1,0)	106
3.69	Représente l'histogramme de Jarque-Berra	107
3.70	Représente corrélogramme des résidus de la série	108
3.71	Représente le corrélogramme des résidus au carré	108
3.72	Représente le teste LM pour $p = 1$	109
3.73	Représente le teste LM pour $p = 2$	109
3.74	Représente le teste LM pour $p = 6$	109
3.75	Représente le teste GARCH	110
3.76	Représente les résidus standardisés	110
3.77	Représente le teste ARCH LM	111
3.78	Teste de normalité des résidus standardisés GARCH(0,3)	111
3.79	Représentation graphique de la prévision du prix du baril du pétrole	112

Liste des Tableaux

3.1	Choix du nombre de retard P à retenir de la série “EURO-DZD”	66
3.2	Présentation des valeurs de la prévision du taux de change “EURO-DZD”	71
3.3	Représente l’estimation des paramètres des modèles	77
3.4	Les critères d’AKAIK, Schwarz et R-squared	78
3.5	Représente les valeurs de la prévision et du taux de change “USD-DZD”	82
3.6	Choix du nombre de retard P à retenir de la série du taux d’inflation	89
3.7	Présentation des valeurs de la prévision du taux d’inflation	92
3.8	Choix du nombre de retard P à retenir de la série PIB en volume	97
3.9	Représente les critères AKAIK, Schwarz et R-squared	98
3.10	Les valeurs des prévision du PIB en volume	101
3.11	Les valeurs de prévision du prix de pétrole	112

Introduction générale

Au cours des dernières décennies, le monde a connu un développement rapide des échanges de biens et de services ainsi que les marchés des capitaux et des services financiers entre les pays à travers le monde. Comme il n'existe pas de monnaie internationale, la participation aux échanges internationaux oblige les pays à convertir leur monnaie nationale contre une autre, cette conversion se réalise sur le marché des changes en fonction du taux de change.

Après la rupture du système de Bretton Woods* et l'adoption des régimes de changes flottants dans certains pays au début des années 1970, les taux de change sont caractérisés par des évolutions erratiques et une volatilité très élevée, supérieurs à celle des fondamentaux, tout cela a suscité de nombreuses interrogations quant aux déterminants des taux de change. Plusieurs modèles se sont ainsi succédé, en complétant les théories existantes, pour tenter d'expliquer les différentes caractéristiques du taux de change.

Dans ces circonstances, la dynamique des taux de change influence fortement la situation macroéconomique globale dans les pays à travers le monde. Ceci s'applique particulièrement aux petites économies ouvertes, où la dynamique des taux de change a un rôle important en tant que mécanisme de transmission de la politique monétaire comme celle de l'Algérie où la politique monétaire nationale n'a pas un impact sur les taux d'intérêt mondiaux. Pour ces pays, le taux de change devient un outil majeur pour s'adapter aux conditions extérieures.

Les échanges des biens et des services entraînent une variation du taux de change, soit une appréciation, ou bien dépréciation.

L'objectif principal de tout régime du taux de change est de protéger la compétitivité extérieure de l'économie en renforçant la balance des paiements et à stabiliser la production (Deverux & Engel, 1998). Dans les économies en transition vers l'économie de marché comme celle de l'Algérie, le taux de change revêt une importance particulière, comme il joue un rôle important dans l'élimination des distorsions dans la structure des prix relatifs des biens et des services. Devenait plus en plus une source de préoccupation sérieuse pour les autorités monétaires, financières et politiques d'un pays. L'impact sur le plan social faisait de plus en plus sentir une augmentation des prix des produits domestiques, baisse du pouvoir d'achat... etc.

Les taux de changes donnent l'information sur l'offre et la demande relatives de deux monnaies entre les pays ayant des relations commerciales. On entend parler de deux taux de change : le taux officiel

*. Le système de Bretton Woods est mis en place pour définir, à la fin de la Seconde Guerre mondiale, les contours d'une nouvelle architecture financière internationale. Fondé sur des accords signés dès 1944 par 44 gouvernements, il organise le système monétaire mondial autour du dollar américain, et prévient les guerres commerciales.

et le taux parallèle. Les taux des changes doivent refléter les données économiques fondamentales d'un pays. Une volatilité excessive et les mouvements désordonnés du taux de change sont indésirables pour la croissance économique du pays.

Après la rupture de système de Bretton Woods, le taux de change du dinar algérien a subi plusieurs changements substantiels en raison de la dépréciation de la valeur du dinar. Le dinar algérien a été fixé sur l'étalon d'un panier de 14 monnaies dans les années 1980. Plusieurs dévaluations ont été enchaînées. Entre 1986 à 1990 le dinar algérien a connu une forte dépréciation suite à la chute brutale de recettes pétrolières de plus de 150% face au dollar américain (US dollar), et une dévaluation de 22% en 1991. Ensuite une autre dévaluation de 40% en 1994 dans le cadre du programme d'ajustement structurel imposé par le FMI ayant pour objet d'un ajustement progressif de la valeur réelle du dinar algérien.

En Algérie, Le régime de taux de change est un régime de flottement dirigé sans annonce préalable de la trajectoire du taux de change. Les restrictions exercées sur le marché de change ont favorisé l'émergence de marché parallèle où le cours de change sur ce marché, très marginal par ailleurs, reflèterait l'équilibre de marché et le vrai cours du dinar par rapport aux deux principales devises (dollar et euro).

Rarement une variable économique n'a eu une telle valeur symbolique et n'a autant attiré l'attention. Son importance stratégique vient de ce que, mesurant les prix des monnaies nationales les unes par rapport aux autres, le taux de change est au centre des relations entre pays. La compréhension et l'identification des principaux facteurs qui influencent la formation du taux de change est donc un préalable pour la conduite d'une politique monétaire efficace et pourrait fournir des informations utiles pour les décideurs. Ces variables ont des effets sur l'ensemble de l'économie du pays, pour aujourd'hui et plus tard pour cela la problématique de cette étude s'articule sur la question centrale suivante :

Quels sont les critères qui influencent le taux de change à l'horizon 2025 ?

Il est à noter que, l'analyse des évolutions du taux de change ne peut se faire que par une parfaite connaissance des déterminants fondamentaux du taux de change lesquels agissent comme des forces de rappel qui ramènent ce taux vers des différentes valeurs. Ce faisant, cette question de recherche serait abordée à travers les questions spécifiques suivantes :

- Quelles sont les principaux déterminants du taux de change en Algérie ?
- Quelles sont les indicateurs macro-économiques qui influencent sur le taux de change ?

Pour répondre aux questions posées, nous avons envisagé les hypothèses suivantes :

H_1 : Les termes de l'échange et l'ouverture économique représentent les principaux facteurs qui influencent le taux de change du dinar.

H_2 : Parmi les indicateurs macro-économiques qui influencent le taux de change on peut retenir : le taux d'inflation, BIP ainsi que le prix du baril du pétrole.

Chapitre 1

Marché des changes

1.1 Introduction

Les agents économiques ayant une activité internationale (commerce des biens des services ou d'actifs financiers, investissements internationaux...) doivent souvent échanger leur monnaie nationale contre des devises étrangères. Le marché des changes est précisément le marché où les différentes devises sont échangées. On définit alors ce marché de change, et ces différents compartiments ainsi que les différentes opérations de change et les intervenants sur le marché de change.

Au cours de ce chapitre nous allons définir dans la première section le marché de change, ses compartiments, les intervenants et les régimes de change.

Puis dans la deuxième section, nous allons définir les différents types de taux de change, ces différents types, les risques de change puis nous abordant après le risque et leurs couvertures et enfin les déterminations du taux de change.

1.2 Généralité sur le marché de change

1.2.1 Définition du marché de change

Le marché de change appelé également FOREX "Foreign Exchange", est un marché totalement dématérialisé, il ne dépend d'aucune place boursière (n'a pas de localisation géographique), ce qui lui permet de proposer des transactions 24h/24 : 7j/7 (alors que d'autres marchés sont soumis aux horaires d'ouverture des bourses)

Les offreurs et les demandeurs de devises ne se rencontrent pas physiquement ceux-ci communiquent par des instruments modernes de transmission complétés par des réseaux d'information spécialisés et des systèmes informatiques permettant d'effectuer et d'enregistrés rapidement les opérations de change. "Les marchés des changes actuels suivent le trajet du soleil autour du globe par l'intermédiaire des satellites de télécommunications" [5].

1.2.2 Les compartiments du marché des changes

Les opérations sur le marché des changes portent sur l'achat et la vente d'une monnaie contre une autre. Selon la nature de l'opération de change, on peut distinguer entre le marché de change au comptant et

le marché de change à terme.

Le marché de change au comptant (Spot)

Sur le marché au comptant, s'effectuent des achats et des ventes de devises qui doivent être livrées au plus tard deux jours ouvrables après la date de conclusion de la transaction. Ne font exception à cette règle que les transactions entre le dollar canadien et le dollar américain, devises pour lesquelles la livraison se fait avec un délai de 24 heures. Le taux de change est le prix d'une devise exprimée dans d'autre monnaie.

Le marché de change à terme (forward)

Sur le **marché à terme**, les opérations d'achat et de vente de devises à un cours fixé au moment de la transaction, mais ils en repoussent la livraison et le paiement **à une date ultérieure, fixée au moment de l'engagement**. Il existe autant de taux que de termes pour lesquels des transactions peuvent être conclues. **Les échéances les plus traitées sont à sept jours, un mois, trois mois et, pour les devises les plus importantes, six mois voir un an**. Les cotations sur le **marché au comptant** et sur le marché à terme sont faites sous la forme d'un cours acheteur et d'un cours vendeur. Le premier est le prix auquel la banque est prête à acheter les devises, le second est celui auquel elle se propose de les vendre.

1.2.3 Les Opérations sur le marché des changes

Les motivations pour s'adresser aux marchés des changes sont de différentes natures et peuvent se résumer essentiellement dans :

A. Les opérations d'arbitrage

Un arbitrage, selon [12], est une suite d'opérations sans mise de fonds initiale ayant pour objet la réalisation d'un gain certain par l'exploitation de différences pouvant exister momentanément entre les prix de deux actifs proches .

Cette opération est autofinancée (tout achat est financé par une vente simultanée) de sorte que, à tout instant, la position de l'arbitragiste est fermée. Il n'est exposé à aucun risque. L'existence de telles opérations implique que les écarts entre les prix des actifs ne peuvent être que de faible ampleur et de courte durée. En tirant parti des différences entre les places et entre les marchés, les arbitragistes tendent en effet à éliminer les divergences. Il existe trois sortes d'arbitrage : **l'arbitrage spatial, l'arbitrage sur taux d'intérêt, l'arbitrage sur les cours de change**.

• l'arbitrage spatial

Dans son principe, l'arbitrage peut être Bilatéral il s'agit **de profiter du décalage du cours entre deux monnaies sur deux places**, (par exemple, d'une forte demande d'euros contre dollars à New York qu'à Frankfort, de sorte que New York est acheteur net d'euros). Triangulaire il s'agit de profiter du décalage du cours entre monnaies par l'intermédiaire du cours croisé avec des monnaies tierces, (par exemple, obtention de livres sterling en partant de l'euro mais en passant par le dollar).

- **L'arbitrage sur taux d'intérêt**

Selon l'objectif recherché, on distingue l'arbitrage de placement pour obtenir un gain en intérêt plus élevé et l'arbitrage d'emprunt pour bénéficier de conditions moins onéreuses.

- **L'arbitrage sur les cours de change**

Les cours des principales devises les unes contre les autres se forment sur les places financières en fonction de l'offre et de demande. Et généralement de très courte durée.

B. La spéculation

Cette opération consiste à s'exposer volontairement au risque de change en prenant une position ouverte, dans le but de réaliser prochainement un gain en capital. Il existe une définition traditionnelle de la spéculation, à savoir qu'elle constitue une activité humaine par laquelle on espère un profit du fait d'une différence possible entre la valeur future d'une variable et sa valeur actuelle. Ces opérations reposent entièrement sur les anticipations concernant la variation du cours des monnaies. Il y a trois formes de spéculation : la spéculation sur le change au comptant et la spéculation sur le change à terme et la spéculation sur les devises.

- **La spéculation sur le change au comptant**

Lorsqu'une monnaie se déprécie rapidement, les spéculateurs s'en débarrassent en la vendant au comptant. On assiste à des pratiques inverses en cas d'anticipations à la réévaluation.

- **La spéculation sur le change à terme**

La spéculation sur le marché à terme consiste à parier non plus sur un écart entre le cours au comptant futur et le cours au comptant actuel, mais sur le niveau du cours au comptant futur par rapport au cours à terme.

- **La spéculation sur les devises**

La spéculation consiste à réaliser des profits en faisant des prévisions sur les tendances du marché. Les spéculateurs prennent une position ouverte ou non couverte sur le marché et dénouent cette position une fois que le cours a évolué dans le sens qu'ils attendaient.

1.2.4 Les intervenants sur le marché des changes

Au cours des dernières années, le marché des changes s'est agrandi pour passer d'un marché essentiellement interbancaire (les transactions sur devises des banques commerciales et des banques centrales constituant la majorité des échanges de devises) à un marché impliquant plusieurs autres institutions financières, des sociétés d'investissements, des fonds de retraite et des fonds de couverture. Nous décrivons les principaux acteurs sur le marché des changes et leur rôle respectif :

A. Les banques commerciales et d'investissement

Les banques commerciales sont au cœur du marché des changes. En effet, presque toute transaction internationale d'une certaine taille implique le débit et le crédit des comptes ouverts auprès de banques commerciales sur différents places financières. Les banques donc, interviennent pour leur propre compte ou celui de leur clients tels que les grandes entreprises, investisseurs institutionnels, sur le marché au

comptant essentiellement pour des opérations de financement et sur le marché à terme pour la gestion de leur exposition au risque de change. Les opérations de change d'achat ou de vente de devises sont effectuées par des opérateurs appelés cambistes, travaillant depuis le siège de la banque dans une salle de marché. La part des transactions interbancaires est toujours prépondérante, celles-ci étant principalement réalisées via des plateformes interbancaires de courtage. Seules les banques ayant des relations de crédit entre elles peuvent effectuer de telles transactions. Si toutes les banques peuvent voir les taux proposés par les autres, cela ne signifie pas nécessairement que toutes pourront traiter à ces prix : le taux de change auquel elles pourront effectuer leur transaction. Cela explique pourquoi, par la suite, les taux de change qu'elles pratiqueront sur leurs activités de détail (vente ou achat de devises aux particuliers) pourront différer d'une banque à l'autre.

B. Les banques centrales

Acteurs majeurs du marché des changes, les banques centrales interviennent en fonction des objectifs de régulation monétaire : stabiliser les cours de change, éviter une dépréciation ou une appréciation trop forte de leur monnaie. Pour être efficaces, ces interventions doivent être massives et nécessitent l'usage de leurs réserves des changes. Les banques centrales réalisent des opérations sur le marché des changes pour faire varier le taux de change de la monnaie nationale en termes d'une ou plusieurs monnaies étrangères, dans un sens conformes aux objectifs définis par les responsables de la politique économique. Les banques centrales sont qualifiées d'acteurs puissants, elles interviennent pour réguler et contrôler les fluctuations, pour se protéger des variations erratiques et elles ne visent pas le but lucratif (bénéfice). Elles peuvent agir pour soutenir (ou affaiblir) leur propre devise soit à cause des politiques menées au niveau national, soit à cause d'engagements dans le cadre d'accords multilatéraux tels que par exemple le Système Monétaire Européen.

C. Les courtiers ou les cambistes

Les cambistes ont pour clients, ils interviennent seulement en tant qu'intermédiaires : les entreprises financières et non financières qui ont besoin de devises pour régler leurs opérations d'import-export ou qui désirent investir ou emprunter à l'étranger, couvrir des transactions libellées dans plusieurs monnaies ou encore spéculer.

Le rôle des Cambistes

- Les spéculent sur l'orientation future du cours des monnaies en exploitant l'information privée qu'ils tirent de leurs transactions avec la clientèle
- Les cambistes spéculent et couvrent leurs positions à diverses échéances
- Les institutions actives sur les marchés des changes fournissent de la liquidité au-delà d'un jour si le risque couru est rémunéré convenablement [13].

D. Les investisseurs financiers et les fonds spéculatifs

Les investisseurs financiers institutionnels, familièrement surnommés les *zin-zins**, sont composés des compagnies d'assurances, caisses de retraites, fonds de pensions et fonds d'investissement ayant pour motif la diversification de leur gestion au niveau international. Depuis le début des années 2000, ces derniers ont tendance à s'adresser aux fonds spéculatifs qui interviennent aussi directement sur le marché.

E. Les sociétés commerciales

Ce sont essentiellement les multinationales qui ouvrent sur le marché des changes. Elles le font pour couvrir leurs paiements à venir dans le cadre de leurs activités d'import-export, leurs créances et leurs actifs, ainsi que pour financer leurs investissements directs à l'étranger. Pour autant leurs activités représentées sur le marché FOREX peuvent avoir un impact imprévisible sur les taux de change lorsque de très grandes positions sont dues à des expositions qui ne sont pas toujours connues par les autres acteurs du marché.

F. Les investisseurs particuliers

Ils sont de plus en plus nombreux à s'essayer au trading sur devises depuis l'avènement de l'internet à haut débit et des plateformes de trading qui permettent d'afficher des prix exécutables en temps réel. Grace à l'effet de levier et à un engouement toujours plus grand pour ce marché.

L'importance du marché des changes

Les transferts internationaux de fonds revêtent une importance considérable. Le marché des changes en tant qu'une entité qui n'a pas de réelle existence physique joue un rôle essentiel dans le fonctionnement de l'économie internationale. Les relations commerciales et financières (investissements de portefeuille ou opérations de couverture) et de mouvements internationaux de capitaux émettant des monnaies différentes rendent nécessaires les opérations de conversion qui se déroulent sur le marché des changes. Et avec l'intégration financière internationale a modifié en profondeur le marché des changes, à un marché, qui pour l'essentiel, reflétait les transactions réelles internationales, à travers des échanges de devises, a succédé un marché plus autonome, qui apparaît aujourd'hui comme un véritable "centre de profit"

1.2.5 Régimes de changes

Le système monétaire international (SMI) peut se définir, selon [37], comme l'ensemble des pratiques et des institutions qui régissent le règlement des transactions entre les pays ainsi que la création de monnaie au niveau international. Il est le cadre institutionnel des échanges internationaux. Il a pour objectif d'assurer un développement harmonieux et équilibré des échanges internationaux et, par le même, une croissance des économies nationales. Ce dernier, a profondément évolué au cours des années quatre-vingt-dix. Un régime de change est l'ensemble des règles institutionnelles qui précisent comment se détermine le taux de change d'une monnaie par rapport aux autres devises. Ses règles aussi déterminent les interventions des autorités monétaires sur le marché des

*. les "zin-zins" sont des organismes qui collectent l'épargne des particuliers et qui la placent sur les marchés financiers

changes, et donc le comportement du taux de change. Il existe une très grande variété de régimes des changes, qui se distribuent entre trois extrêmes : **changes fixes, changes flexibles et intermédiaires.**

A. Régime de change fixe

Le régime de change fixe implique la définition d'une parité de référence entre la monnaie du pays considéré et une devise (ou un panier de devises), pour laquelle la banque centrale du pays s'engage à échanger sa monnaie. C'est-à-dire que les autorités monétaires définissent un taux de convertibilité des monnaies. Les banques centrales interviennent sur le marché des changes en achetant ou en vendant de la monnaie nationale pour maintenir le cours du change à une valeur égale ou proche de la parité initialement fixée. Le cours de change dans ce régime peut varier dans le respect de marges de fluctuation déterminées à l'avance. Le régime de change fixe présente plusieurs avantages. Il confère une certaine confiance dans la devise du pays dans la mesure où celle-ci est rattachée à une devise déterminée ou à un panier de devises. Le régime de change fixe permet donc aux pays de développer leurs échanges commerciaux dans un environnement certain, c'est-à-dire qu'il limite les risques de change des transactions commerciales et les investissements étrangers notamment. Comme il réduit le coût d'accès aux marchés financiers internationaux et facilite la lutte contre l'inflation. Un taux de change stable, [4], permet de réduire l'inflation grâce à la stabilité des prix des produits importés et à la contrainte de compétitivité imposée aux producteurs nationaux. La crédibilité de l'engagement pris par la banque centrale de défendre la parité de sa monnaie est donc essentielle. Également, le régime de change fixe favorise la croissance de la production et l'intégration économique du pays.

B. Régime de change flexible (flottant)

Le régime de changes flexible, à la fin du système de Bretton Woods, qui a amené à l'abandon des régimes de change fixes au début des années 70, et l'avènement des changes flexibles. Un nouveau système de changes flexibles fut mis en place. Qui sous-entend que les monnaies fluctuent librement sans intervention des autorités [26]. C'est-à-dire que les autorités n'interviennent pas pour influencer le taux de change de leur monnaie. Elles laissent les forces du marché (l'offre et la demande) déterminer le cours de change de leur monnaie [9]. C'est le libre jeu de l'offre et de la demande qui détermine la valeur de la monnaie. D'une part, ce système de change, régimes de change flexible, est caractérisé par une politique autonome, cela veut dire que les autorités monétaires n'ont plus besoin de conserver les réserves de devises pour défendre le cours de la monnaie. Comme il permet un ajustement plus rapide aux chocs externes puisque l'ajustement du taux de change de la devise est constant.

D'autre part le régime de change flexible peut être une source d'inflation dans la mesure où il entraîne moins de contraintes dans les politiques monétaires des pays. Ainsi que l'effet négatif de la forte volatilité et instabilités des taux.

Le système de changes flottants ne comporte pas pour l'instant d'étalon monétaire international auquel chaque devise pourrait faire référence. Le cours des monnaies varie au jour le jour, s'appréciant ou se dépréciant, mais sans instrument de mesure commun de cette appréciation ou dépréciation.

C. Régime de change intermédiaire

“Les changes flottants sont loin d'avoir les vertus stabilisatrices vantées par leur défenseurs, mais d'autre part, les régimes de changes fixes sont devenus impraticables dans le contexte de la finance

globalisée”[39]. Les régimes intermédiaires empruntent les avantages des deux régimes (flexibles et fixes). Les régimes de change intermédiaires, sont des régimes à parité fixe mais ajustable selon Obstfeld et Rogoff (1995) et Eichengreen (1998). Ils autorisent les fluctuations du taux de change à l’intérieur d’une fourchette prédéterminée [8]. Dans ce type de régime, les autorités interviennent directement pour vendre des devises ou indirectement pour manipuler des taux d’intérêt pour avoir un cours de change conforme aux objectifs de la politique économique. Certains pays sont passés progressivement du régime de change fixe au régime de change flexible en adoptant des régimes de change intermédiaires avant de laisser leur monnaie fluctuer librement [14].

L’importance de régime de change

Le choix d’un régime de change revêt une grande importance. Il dépend d’un ensemble de critères :

- La politique économique d’un pays
- ces marges de manœuvre
- Son mode d’ajustement macro-économique

Il implique également les partenaires du pays considéré, qui sont sensibles aux conséquences d’un régime de change sur leur compétitivité relative, ou qui peuvent être amenés à soutenir une monnaie liée à la leur par un système de parité fixe. Les régimes de change déterminent ainsi les conditions de l’insertion internationale des économies.

1.3 Taux de change

1.3.1 Définition du taux de change

Avant de présenter le concept de taux de change, nous allons tout d’abord illustrer le terme **change**, qui est une opération financière qui consiste à convertir une monnaie en une autre monnaie à un taux appelé taux de change [16].

Le change est l’opération de devises étrangères contre une monnaie nationale, s’il met en jeu deux monnaies, le change est appelé change direct. S’il fait intervenir plusieurs devises, on dit qu’il s’agit de change croisé

Selon **Mankiw (2004)**, le taux de change est le prix auquel se font les échanges entre deux pays.

La conversion d’une monnaie en une autre s’effectue à l’occasion du règlement des transactions effectuées entre importateurs et exportateurs. C’est l’opération même qui permet d’obtenir à partir de la monnaie nationale une monnaie étrangère appelée aussi “devise”

Cette opération de conversion d’une monnaie en une devise, “ c’est l’acte par lequel on arrive à convertir et par la suite à échanger les monnaies des différentes nations pour un paiement ou un transfert de capitaux à l’international”[23] Le taux de change d’une devise correspond à la valeur de cette monnaie par rapport à une autre. Son importance stratégique vient de ce que, mesurant les prix des monnaies nationales les unes par rapport aux autres, le taux de change est donc au centre des relations entre pays. Le taux de change peut être aussi défini comme étant “le prix d’une devise étrangère en terme de monnaie nationale”.

De manière générale, le taux de change est le prix relatif d'une monnaie par rapport à une autre. Ce prix dépend de l'offre et de la demande de chacune des monnaies sur le marché des changes. Cela veut dire qu'il obéit aux règles du marché et il résulte donc d'une confrontation de l'offre et de la demande sur le marché des changes. Par conséquent, le système de change guide les interventions des autorités monétaires, la banque centrale en général, sur le marché des changes et éventuellement l'usage de la politique monétaire pour défendre ou influencer l'évolution du taux de change.

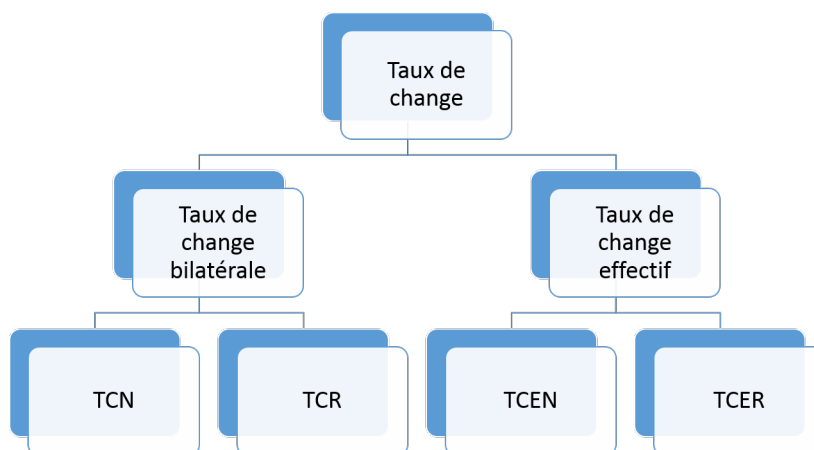
1.3.2 Les différents types du taux de change

Les taux de change peuvent être classés en deux types de catégorie:

- Taux de change bilatéral
- Taux de change effectif

La figure 1.1 représente un organigramme qui résume les différents types du taux de change:

Figure 1.1 – Organigramme sur les types du taux de change



A. Le taux de change bilatéral

Le taux de change bilatéral indique le taux de change entre deux monnaies, la monnaie locale d'un pays et la monnaie d'un autre pays étranger. Ce taux de change englobe deux types de change, à savoir: le taux de change nominal, et le taux de change réel.

i . Le taux de change nominal (TCN)

Il est défini comme "le prix d'une unité nationale en monnaie étrangère"[24]. On appelle un taux de change nominal la valeur d'une monnaie nationale ou devise par rapport à celle d'un autre pays. Il représente la quantité d'une devise étrangère que l'on peut acquérir avec une unité d'une autre monnaie.

Le taux de change nominal exprime la conversion des monnaies : c'est le prix d'une monnaie en une autre monnaie. Sa valeur dépend de l'offre et de la demande des devises sur le marché des changes.

E: le taux de change nominal exprimé comme le prix de la monnaie étrangère en termes de monnaie nationale c'est-à-dire (prix d'un dollar en euro :1 \$ = E €).

Le taux de change nominal, TCN, mesure le prix d'une monnaie étranger (ou Devise) en monnaie nationale. Il peut être exprimé en deux façons :

- **Au certain** : c'est le nombre d'unités d'une devise étrangère que l'on peut obtenir avec une unité de monnaie nationale
- **A l'incertain** : c'est le nombre d'unités de la monnaie nationale nécessaires pour acquérir une unité de devise étrangère.
- **Le taux de change bilatérale réel (TCR)**

Le taux de change réel est une notion qui permet de présenter une évolution du change corrigé de l'effet de l'écart d'inflation entre le pays domestique et l'un de ses partenaires. C'est le taux de change nominal entre deux monnaies déflaté des prix. Le taux de change réel est défini aussi comme le pouvoir d'achat relatif des deux monnaies échangées. C'est à dire la valeur de la devise calculée sur la base de son pouvoir d'achat sur les biens domestiques. Il est qualifié comme indice de compétitivité. Le TCR est défini en fonction du taux de change nominal et des niveaux de prix. Il incorpore donc le taux de change nominal (TCN), l'évolution des prix domestique (P) et l'évolution des prix du pays étranger (P^*)

Le taux de change réel entre deux monnaies s'écrit de la façon suivante :

$$TCR = TCN \times \frac{P}{P^*}$$

Les variations du taux de change réel sont par conséquent assurées par celle de l'indice des prix à la consommation. Un taux de change donné (TCN), un gain de compétitivité sera réalisé si la hausse des prix domestiques P est inférieure à celle des prix étrangères P^* (une dépréciation réelle de la monnaie domestique). Le taux de change réel est important, parce qu'il permet de voir si le taux de change nominal reflète ou pas le différentiel des prix étrangers et domestiques.

La différence entre le taux de change au comptant et le taux de change à terme

Le taux de change au comptant est un taux utilisé dans les transactions en devise au comptant. Les transactions en gestion prennent deux jours pour se réaliser car dans la plupart de cas, il faut deux jours pour que les ordres de paiements tels que les chèques soient compensés à travers le système bancaire [35].

Lorsque la date de validation peut être de plus de deux jours, dans ce cas, le cours utilisé dans les transactions pareilles est appelé à terme. Ces deux taux ne sont pas égaux mais sont proches. Les opérateurs préfèrent s'engager dans les opérations effectuées sous un taux de change au comptant, car présentant moins de risques.

B. Le taux de change effectif

Il s'agit d'un indice qui permet d'apprécier l'évolution de la monnaie d'un pays donné par rapport à l'ensemble des monnaies de ses partenaires à l'échange. Il est donc mesuré comme la somme pondérée des taux de change avec les différents concurrents. Le taux de change effectif peut être nominal ou réel :

i . Le taux de change effectif nominal (TCEN)

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.

ii . Un taux de change effectif réel (TCER)

Permet de mieux apprécier les conséquences économiques et sociales des fluctuations des taux de change [25]. Il est mesuré par l'indice du taux de change effectif nominal de cette monnaie multiplié par l'indice de l'inflation relative de l'économie domestique par rapport au groupe d'économies des partenaires.

Autres concepts du taux de change**• Le taux de change officiel**

Dans un régime de taux de change fixe, le prix de la devise est fixé par les autorités monétaires qui définissent un taux de convertibilité des monnaies. Les autorités monétaires se tiennent prêtes à défendre la parité par des interventions directes pour maintenir la devise à ce cours ou le taux de change officiel [10].

• Le taux de change parallèle

Si le taux de change officiel n'est pas réaliste et ne reflète pas la vraie valeur de la monnaie nationale, un autre taux de change apparaît "le taux de change parallèle". Il est déterminé sur le marché parallèle ou le libre jeu de l'offre et la demande des devises. L'existence d'un marché parallèle du taux de change est largement observée dans les pays en développement en raison de divers facteurs, tels que l'accès limité aux marchés officiels de change et les restrictions de change.

• Le taux de change à terme

C'est un taux fixé aujourd'hui auquel sera échangé à une date ultérieure (1, 2, 3, 6 mois, un an) une quantité de monnaie nationale contre une monnaie étrangère. Ce taux est utilisé dans les opérations de couvertures pour prévenir contre le risque d'une éventuelle dépréciation de devises. En effet, c'est un taux fixé au moment de la conclusion de l'opération (conclusion du contrat d'achat ou bien de vente de devises) et qui sera appliqué au moment d'effectuer l'opération indépendamment du taux de change en comptant le jour de l'échéance.

• Le taux de change au comptant

Une transaction de change au comptant est une opération financière de gré à gré consistant en l'achat ou en la vente d'une somme dans une devise contre une somme de valeur équivalente dans une autre devise. Les opérations de change au comptant se négocient généralement en $j+2$, c'est-à-dire qu'elles sont dénouées deux jours ouvrés après la date de négociation.

1.3.3 Risque de change**Définition**

Le risque de change est la variation du cours de change d'une monnaie nationale par rapport à une devise qui peut faire baisser la valeur de cette monnaie ou inversement l'augmenter.

“Le risque de change est le risque de perte lié aux fluctuations des cours de monnaies”[7], il est supporté par les participants en position de change. Toute fluctuation défavorable des taux de change risque de se répercuter négativement sur les flux futurs espérés par l’acteur en position. Les entreprises sont confrontées à un risque de change car elles effectuent des importations et des exportations dans des devises qui sont différentes de celle utilisée pour l’établissement de leur bilan et leur compte de résultat.

Types de risque du change

On peut distinguer trois sortes de risques de change :

- Un risque de change économique : une incertitude sur la contrepartie en monnaie nationale de flux futurs en monnaie étrangère.
- Un risque de change de transaction : présence de créances ou de dettes en monnaie étrangère à l’actif ou au passif.
- Un risque de change de consolidation : dans le cas d’une multinationale ou d’une société holding devant consolider ses comptes avec ceux de ses filiales à l’étranger [3].

1.3.4 La couverture du risque de change

L’objet de la couverture du risque de change est de connaître exactement aujourd’hui la contrepartie dans la monnaie de référence des flux en devises futurs. Pour une entreprise, il existe deux catégories de couverture du risque de change :

- **Les couvertures externes:** consistant à constater une exposition au risque de change et à la couvrir grâce à des instruments tels que les contrats à terme (forwards), les contrats d’option à terme, les swaps de change, la couverture sur le marché monétaire, Contrat à prime zéro, les assurances.
- **Contrats de change à terme :** ce produit permet à une entreprise d’acheter ou de vendre à une date ultérieure une devise à un prix stipulé aujourd’hui.
- **Contrats d’option à terme :** assez voisin du contrat à terme, le contrat d’option définit une période de règlement en l’étalant dans le temps.
- **Option sur devises :** cette formule donne à une entreprise la possibilité d’acheter ou de vendre une devise à une date ultérieure, sans l’y contraindre. Si le cours au comptant est plus favorable que le taux d’exercice de l’option, elle peut y renoncer.
- **Contrat à prime zéro :** il permet de fixer une plage de taux de change dans laquelle l’entreprise peut vendre ou acheter une devise. Elle dispose ainsi d’un niveau de protection prédéterminé.
- **Assurance :** afin de protéger les entreprises contre les variations de change, un organisme comme la Compagnie Française d’Assurance pour le Commerce Extérieur (COFACE) propose des contrats destinés aux exportateurs.
- **Swaps de change:** les swaps de devises donnent lieu à l’échange de notionnels en devises en début et fin de période de swap permettant de fixer un cours au comptant et un cours à terme.[22]
- **Les couvertures internes:** consistant soit à prévenir ou à limiter l’exposition au risque de change, soit à profiter de systèmes de centralisation ou autres pour gérer d’une manière plus globale le risque de change.

1.4 Les déterminations du taux des changes

L'évolution des marchés des changes prenait de l'élan et faisait apparaître de nouveaux concepts et de nouvelles théories déterminantes du taux de changes.

Cette variable qui relie les pays du monde entier, mais qui se caractérise d'une certaine volatilité, mérite d'être étudié ainsi que ses déterminants soit fondamentaux ou qui résultent d'une sur réaction du marché.

Etant une variable volatile, le taux de change expose les comptes extérieurs à des situations de déséquilibres, Comme le souligne Guillaumont Jeanneney : " ils conditionnent la façon dont s'équilibrent les comptes externes comme ils conditionnent les possibilités de développement". Leurs réajustements interpellent dans certains cas l'Etat pour l'application d'une politique monétaire ou budgétaire conforme à la conjoncture économique du pays en question.

Nous allons présenter les principales théories qui fournissent des repères pour comprendre la formation des taux de change. Dans un premier temps nous présentons les théories traditionnelles qui expliquent la formation du taux de change par des facteurs réels. Ensuite nous verrons l'approche monétaire du taux de change.

➤ Les facteurs fondamentaux traditionnels

Les analyses qui cherchent à expliquer le niveau et les variations des taux de change ont pour objet de mettre à jour les forces qui sous-tendent l'offre et la demande sur le marché des changes. Celui-ci est affecté à la fois par des facteurs réels et financiers. Les conditions de parité des pouvoirs d'achat et parité des taux d'intérêt, qui relèvent d'une analyse d'équilibre partiel sur le marché des changes, traduisent cette diversité d'influences : l'explication des mouvements de long terme du taux de change considère que les transactions sur le marché des changes sont exclusivement la contrepartie du commerce international de biens et services.

1.4.1 La théorie de la parité des pouvoirs d'achat (PPA)

La théorie de la parité des pouvoirs d'achat établit une relation entre la différence des taux d'inflation de deux pays et l'évolution comparée des cours de leurs monnaies sur le marché des changes. Elle soutient que le taux de change entre deux devises évolue en fonction du pouvoir d'achat respectif des deux monnaies [6]. La théorie de la parité des pouvoirs d'achat repose sur la loi du prix unique. Celle-ci postule qu'un bien ne peut pas avoir un prix durablement différent dans deux pays échangeant librement. Selon l'économiste Gustav Cassel, qui cherche à expliquer la dépréciation des monnaies européennes après 1914, tout acheteur de devises étrangères accepte d'en payer un certain prix parce qu'il veut acquérir un pouvoir d'achat donné en bien et service du pays étranger [18]. Aussi le prix d'une monnaie étrangère en termes de monnaie nationale est commandé par le pouvoir d'achat relatif des deux monnaies. Le taux de change d'équilibre est alors celui qui établit la parité des pouvoirs d'achat des deux monnaies (nationale et étrangère). La PPA d'une monnaie par rapport à une autre se définit, dans un premier temps, à partir de deux biens fabriqués dans chacun des pays parfaitement substituables et librement échangés. Cette hypothèse peut être généralisée en comparant pour deux pays, des paniers de biens échangeables

Il existe deux versions de la théorie de la parité des pouvoirs d'achat (PPA) :

- La version absolue
- La version relative

i . **La PPA absolue :**

La PPA postule que le pouvoir d'achat d'une monnaie nationale est identique sur le marché intérieur et à l'étranger. Selon cette théorie, il existe un taux de change entre deux devises est égal au rapport des indices des prix des deux pays. Les vérifications empiriques de cette version de la théorie de la parité des pouvoirs d'achat n'ayant jamais donné de bons résultats, le raisonnement et l'analyse furent alors conduits en termes de variation.

ii . **La PPA relative**

On définit la parité relative des pouvoirs d'achat en considérant que, sur une période de temps de moyen terme, c'est la modification du rapport de prix entre les deux pays qui va influencer le taux de change, celui des deux pays qui a le plus d'inflation voit le cours de sa monnaie se déprécier d'avantage pour refléter la perte de pouvoir d'achat résultant du différentiel de prix.[?]. En d'autres termes, les détenteurs étrangers de la monnaie dont le pays a la plus forte inflation voient leur propre monnaie s'apprécier relativement. Cassel a également proposé une forme plus souple de sa théorie de la parité relative du pouvoir d'achat. Selon cette seconde version, "lorsque deux monnaies ont été l'objet d'une inflation, le cours normal du change sera égal à l'ancien cours multiplié par le quotient du degré d'inflation dans un pays et dans l'autre [...] c'est ce que j'appelle la parité du pouvoir d'achat"[19].

Les limites de la théorie du pouvoir d'achat

Les vérifications empiriques de la parité de pouvoir d'achat sont très peu concluants, aussi bien en termes absolus que relatifs, sauf peut-être en très long termes. Dans sa version absolue, les obstacles à la généralisation de la loi du prix unique sont nombreux:

- Les biens ne sont pas parfaitement échangeables car il existe des coûts de transport ou des obstacles aux échanges
- Ils ne sont pas parfaitement substituables (homogènes) d'un pays à l'autre
- Ils ne s'échangent pas dans des conditions de concurrence pure et parfaite
- Les paniers de biens dans les deux pays ne sont pas composés des mêmes biens, ni avec des pondérations identiques

Dans sa version relative, la parité de pouvoir d'achat ne peut rendre compte des variations du taux de change nominal que sous deux conditions :

- Il faudrait que les seuls chocs affectant les différentes économies soient des chocs monétaires
- Il faudrait en outre que la monnaie soit neutre, au moins à long terme

1.4.2 La théorie de la Parité des Taux d'Intérêt (PTI)

La théorie de la parité des taux d'intérêt constitue un modèle explicatif des variations des taux de change. Elle établit un lien théorique entre le taux d'intérêt national et étranger et les marchés de change au comptant et à terme.

La PTI montre que sur les marchés internationaux, les opérateurs choisissent pour leurs placements la place financière qui offre la rémunération la plus avantageuse. Ainsi, le choix d'un dépôt en devise se fera en comparant les "taux de rendements attendus" ou la "rentabilité anticipée", en se référant à deux éléments : d'abord, le taux d'intérêt de la devise, plus précisément le taux d'intérêt réel (pour annuler l'effet de l'inflation), ensuite le taux de change anticipé aux échéances des dépôts pour convertir les taux de rendement des différentes monnaies en une même monnaie. Il existe deux versions de la théorie de la parité des taux d'intérêt : la version de la parité des taux d'intérêt non couverte (PTIC), et la version de la parité des couvertes (PTINC)

1.4.3 La version de la parité des taux d'intérêt couverte (PTIC)

Si un opérateur recherche seulement une meilleure rentabilité des placements en trésorerie, sans prise de position de change, il réalisera un arbitrage sur taux d'intérêt couvert en change, il va réaliser un arbitrage couvert sur taux d'intérêt.

La version de la parité des taux d'intérêt non couverte (PTINC)

L'expression non couverte indique que les opérations cherchent à réaliser des gains, mais sans recours au marché de change à terme pour se couvrir contre les risques de change. Ils impliquent une prise de position de change et ils se placent sur les monnaies fortes qui font en général un report. Les arbitragistes non couverts se portent au contraire sur les monnaies qui font un déport[28].

1.4.4 La théorie de la balance des paiements

Une des premières et des plus utilisées explications des mouvements cambiaux associe l'évolution des taux de change à celle de la balance commerciale et de la balance des transactions courantes d'un pays. La balance des paiements est un état statistique qui retrace sous une forme comptable l'ensemble des flux d'actifs réels, financiers et monétaires entre les résidents d'une économie et les non-résidents au cours d'une période déterminée. Elle constitue une variable significative des taux de change[30] Elle est aussi un instrument essentiel d'analyse des relations, d'un pays avec le reste du monde en même temps qu'elle est un indicateur précieux pour la mise en œuvre de la politique économique d'un pays. La relation entre la balance de paiements et les taux de change peut être expliquée par trois soldes au niveau de la balance de paiement:

- Le solde du commerce global
- Le solde de la balance des opérations courantes
- Le solde des capitaux

La structure de la balance des paiements

Les échanges entre un pays et l'extérieur sont nombreux et diversifiés. Ils concernent les actifs réels (achat et ventes de marchandises), les actifs financiers (achat et ventes de titres financiers, prêt ou emprunt, crédits commerciaux) et les actifs monétaires (mouvements de devises associés aux opérations précédentes). Tous les échanges sont regroupés dans le compte des transactions courants, le compte de

capital et le compte financier. Ils sont complétés par un poste d'ajustement intitulé *erreurs et omissions nettes*.

Le compte des transactions courantes: constitue le *haut* de la balance des paiements, elle comprend quatre sous-ensembles :

- les échanges de biens comptabilisés dans la balance commerciale
- Les échanges de services
- Les revenus de facteurs (notamment les revenus d'investissements)
- Les transferts courants (transferts de travailleurs migrants, transferts Européens).
- **Le compte de capital :** les transferts en capital (remises de dettes à des pays en développement) ainsi que les acquisitions et cessions d'actifs non financiers dont les principaux sont les brevets.
- **Le compte financier :** Ce compte des opérations financières regroupe l'ensemble des mouvements de capitaux :
 - Les investissements directs qui sont des opérations financières réalisées avec l'étranger dans un but de contrôle du capital social des entreprise
 - Les investissements de portefeuille, c'est-à-dire les achats et ventes de valeurs mobilières avec l'étranger effectués dans un but de placement
 - Les autres investissements, notamment les crédits commerciaux, le crédits et dépôts des banques
 - Les variations des avoirs de réserve officiels, résultant des interventions des autorités monétaires sur le marché des changes.

Les principaux soldes de la balance des paiements

Le principal intérêt de la balance des paiements est de faire connaître les déséquilibres propres à certains types d'opérations et de mettre en lumière les transactions de ces déséquilibres. En principe, la balance des paiements est un document qui est toujours globalement équilibré. A cet égard, nous trouvons des soldes importants, qui sont utilisés pour l'analyse de la conjoncture et la conduite de la politique économique. Ces soldes peuvent être positifs ou négatifs, et ils résument en une seule donnée chiffre des phénomènes qui représentent un aspect particulier de l'analyse économique et financière et permettent d'apprécier la position du pays à l'égard de l'extérieur. Les opérations qui constituent une balance des paiements peuvent être regroupées de plusieurs manières, ce qui fait apparaître différents soldes qui s'articulent de la manière suivante :

Transactions courantes = solde des biens + solde des services + solde des revenus + solde des transferts courants.

Besoin ou capacité de financement de la nation = transactions courantes + compte de capital

Solde à financer = besoin ou capacité de financement de la nation + investissement directs.

Solde de la balance globale = solde à financer + investissement de portefeuille + autres investissements – opérations bancaires – avoirs de réserves.

➤ **Le lien entre la balance des paiements et le taux de change**

Le taux de change est le prix auquel s'échangent les monnaies nationales entre elles. Les achats et ventes des monnaies les unes contre les autres résultent des opérations sur biens et services, et actifs financiers entre pays. Il existe donc un lien étroit entre l'évolution des taux de change et celle des balances des paiements qui enregistrent l'ensemble des opérations entre pays. Les différentes analyses théoriques privilégient des soldes différents des balances des paiements pour expliquer la détermination des taux de change.

➤ **La Politique monétaire**

Ensemble des mesures prises par une banque centrale afin de rééquilibrer une économie. Elle peut combattre plusieurs déséquilibres, peut être une récession lorsqu'il y a une diminution de production. La politique monétaire qui vise à calmer l'économie lorsque cette économie elle rentre en surchauffé. La banque centrale va faire varier la masse monétaire (c'est la quantité de monnaie en circulation dans une économie à un moment donné), en cas de récession l'idée va être d'augmenter la masse monétaire. Lorsque l'économie est surchauffée il faut diminuer la quantité de monnaie en circulation. Pour mener cette politique monétaire Les banques centrales disposent de trois instruments (taux directeur taux de réserve obligatoire politique d'open market)

- **Taux directeur :** taux d'intérêt fixé par la banque centrale lorsqu'elle prête de la monnaie aux banques de second rang.
 - ❖ **En cas de récession :** elle va baisser le taux directeur
 - ❖ **En cas de surchauffé :** la banque centrale va augmenter le taux directeur
- **Taux de réserve obligatoire :** chaque banque de second rang doit laisser une somme minimale, c'est la banque centrale qui va décider de la somme qui est laissée sur ce compte. Ces réserves obligatoires vont être utiles à la banque centrale pour faire varier la masse monétaire.
 - ❖ **En cas de récession :** le but de la banque centrale est de stimuler l'accroissement. Pour stimuler l'accroissement l'objectif va être d'augmenter la masse monétaire pour cela le taux de réserve obligatoire va baisser.
 - ❖ **En cas de surchauffé :** la baisse de la masse monétaire, dans ce cas la banque centrale va augmenter le taux des réserves obligatoires.

➤ **L'effet de la politique monétaire sur l'activité économique :**

- **Dans un régime de change fixe** La politique monétaire est entièrement vouée à la défense de la parité de la monnaie nationale. Cette défense de la parité se fait, étant donné le niveau de la production intérieure, à travers l'ajustement de l'offre de monnaie à la demande de monnaie de sorte que l'équilibre sur le marché monétaire aille de pair avec celui sur le marché des changes. Par contre, considérant le risque pays comme dépendant du déficit budgétaire et des avoirs extérieurs du pays, les études ont démontré qu'une politique monétaire expansive peut accroître le risque pays et le taux d'intérêt domestique et réduire le niveau de la production réelle.
- **Dans un régime de change flexible :** Une expansion monétaire, permet une augmentation du revenu (activité économique).

1.5 Conclusion

Le premier chapitre a consisté à présenter une revue théorique portant sur les marchés des changes et les taux de changes et enfin les déterminants du taux de change. Nous avons définis, dans une première phase le marché de change et dans une deuxième phase nous avons exposé les définitions successives des taux de change et les principales théories explicatives des déterminants des taux de change.

La revue de la théorie a montré l'existence d'une multitude des théories qui ont expliqués les déterminants du taux de change (théorie de la parité des pouvoirs d'achat, la théorie de la parité des taux d'intérêt et l'approche par la balance des paiements ...)

Chapitre 2

Evolution de l'économie et du taux de change en Algérie

2.1 Introduction

Le taux de change est l'un des instruments les plus importants de la politique macro-économique. Il permet de réguler l'ensemble des flux physiques, financiers et monétaires entre un pays et le reste du monde, il peut permettre d'encourager les exportations et accroître la compétitivité commerciale du pays en diminuant les prix exprimés en monnaie étrangères des produits locaux. Et comme toute discipline, on ne peut considérer l'économie comme une science que si l'on parvient à délimiter son objet et sa méthode de connaissance scientifique.

Le taux de change entre deux devises est soumis à de nombreux facteurs d'influence d'un point de vue macroéconomique. Ces facteurs interagissent entre eux et c'est leur confrontation qui fixe ou bien perturbe le cours du taux de change

Au cours de ce deuxième chapitre nous allons définir dans la première section l'économie Algérienne et son évolution de 1962 jusqu'à 2019, ensuite on distinguons la macro-économie et la micro-économie.

La deuxième section consiste à présenter l'évolution du taux de change en Algérie de 1962 jusqu'à 1990 et enfin, l'évolution des indicateurs macro-économiques et le taux de change en Algérie.

2.2 Généralité et évolution de l'économie Algérienne

2.2.1 Définition de l'économie

Lionel Robbins [31] a défini l'économie comme la science qui étudie le comportement humain en tant que relation entre les fins et les moyens rares à usage alternatif. **Lionel Robbins** : Essai sur la nature et la signification de la science économique (1947), " Science qui étudie le comportement humain en tant que relation entre les fins et les moyens rares à usages alternatifs".

D'après **Maurice Godelier**, "Si tout comportement impliquant une allocation de moyens est économique, alors la relation d'une mère à son bébé est également une relation économique" Autrement dit le terme économie peut aussi désigner une réalité économique donnée, c'est-à-dire l'ensemble des activités d'une collectivité humaine en termes de production et de consommation de richesses.

2.2.2 Evolution de l'économie Algérienne

L'économie Algérienne traite de la situation économique conjoncturelle et structurelle de l'Algérie. Depuis son indépendance en 1962, l'Algérie a lancé de grands projets économiques pour mettre en place une assise industrielle dense. Cependant, en dépit des réalisations importantes des infrastructures (routes, métro, autoroutes, universités, entreprise, etc.), qui ont été réalisées, l'économie algérienne est passée par divers stades de turbulence.

Dans les années 1980, l'économie algérienne a connu des difficultés importantes. En effet, le contre-choc pétrolier de 1986 d'après se choc a commencé les problèmes de 1990 car le taux de chnage dirigé a porté un coup dur à une économie quasiment rentière, c'est la période des plans anti-pénurie et de stabilisation. Au début des années 1990, l'Algérie a engagé des réformes structurelles concrétisant ainsi le passage à l'économie de marché, où un effort soutenu de réformes a été entamé permetons la réforme du cadre juridique dans le quelle évolue le système fiancier en générale, la restructuration du système bancaire, restrcturation des institution bancaire et la création de banque étrangères, des institution boursière et financière et l'implime.

En 2012, L'économie Algérienne demeure très fortement dépendante de la rente des hydrocarbures, qui représentent la principale source de revenus du pays, sans être parvenue à se diversifier et à mettre en place une industrialisation compétitive au niveau international.

Le rapport 2017 du cabinet de conseil et d'intelligence économique Oxford Business Group (OGB) sur l'Algérie, met l'accent sur les efforts consacrés par le pays pour renforcer et diversifier son économie sur fond de chute des prix du pétrole. Ce rapport évoque la contribution croissante du secteur privé dans le PIB, en particulier du rôle des petites et moyennes entreprises (PME) soutenues par de nouvelles mesures notamment fiscal, ainsi que le secteur des services financiers, qui a connu des évolutions positives telle quedéveloppement des moyen de paiement (paiement en ligne, carte bancaire, monnaie électronique) [38].

2.2.3 Définition de la macro-économie

La macro-économie regroupe l'ensemble des analyses et des théories économiques globales qui s'appliquent la totalité du système économique.

L'analyse macro-économique proprement dite s'est formée comme théorie à part entière sur la base de la théorie générale de l'emploi, de l'intérêt et de la monnaie de John Maynard Keynes en 1936.

Elle regroupe les agents individuels en vue d'examiner et d'expliquer le fonctionnement d'ensemble à savoir le niveau d'activité, l'investissement, le chômage et "inflation [36].

2.2.4 Définition de la micro-économie

C'est une branche de la science économique qui étudie les comportements des entreprises et des consommateurs. Elle étudie en particulier la manière dont les rémunérations et les prix se constituent sur un marché donné.

La différence entre la micro-économie et la macro-économie

La micro-économie étudie le comportement des agents économiques individuels. Elle tend à comprendre comment les ménages et les entreprises prennent leurs décisions et comment ces décisions s'influencent mutuellement sur le marché. Son hypothèse de base est l'optimisation (maximiser la satisfaction sous contrainte budgétaire).

La macro-économie étudie les déterminants des variables, les raisons de leurs variations dans le temps et les relations entre elles Les économistes recourent à plusieurs variables économiques pour expliquer et mesurer la manière dont se comporte une économie[1].

Généralité sur les indicateurs macro-économiques(PIB), taux d'inflation, taux de chômage

A. Qu'est-ce que le PIB ?

Définition

Le Produit Intérieur Brut (PIB) [15] est une mesure de la richesse créée sur le territoire national pendant une période déterminée (généralement une année) par tous les agents économiques résidents (entreprises marocaines et étrangères, administrations).Il existe deux types de PIB,Le PIB réel et Le PIB nominal.

- **Le PIB réel (ou en volume):** Est la valeur totale de tous les biens et services finaux produits dans l'économie au cours d'une année donnée, calculée en utilisant le prix d'une année de base choisie. Autrement dit, le PIB réel en retenant des prix cristallisés selon une année de référence ne peut varier que selon les quantités, les prix restant identiques d'une année sur l'autre.
- **Le PIB nominal (ou en valeur):** Est la valeur totale de tous les biens et services finaux produits dans l'économie au cours d'une année donnée, calculée en utilisant les prix courants de l'année de production.

La relation entre le PIB nominal et le PIB réel

Le rapport entre le PIB nominal et le PIB réel correspond au déflateur du PIB. Cet indice permet d'apprécier l'effet du prix sur la période considérée. A noter que plus l'écart est important entre le PIB nominal et le PIB réel, plus cela signifie que l'impact des prix sur l'économie est élevé.

L'indice des prix à la consommation est cependant préféré pour l'analyse de l'inflation (ou déflation) au déflateur du PIB car ce dernier porte sur la production et non sur les produits consommés. En outre, l'indice des prix à la consommation est établi selon une périodicité plus courte que le déflateur, soit mensuellement au lieu du trimestre pour le PIB.

Soit : $P_{i,t}$ le prix d'un bien i au cours d'une période t (par exemple, une année)

Et $Q_{i,t}$: la quantité de ce bien demandée i au cours de la période t (demande finale, investissement et exportations nettes), Alors :

$$PIB_{nominal,t} = \sum_i p_{i,t} Q_{i,t}$$

Le PIB réel est constitué par la valeur des biens i demandés au cours de la période t mesurés à un prix constants (année de base notée t_0), soit :

$$PIB_{reel,t} = \sum p_{i,t_0} Q_{i,t}$$

$$\text{Déflateur du } PIB = \frac{PIB_{nominal}}{PIB_{reel}} \times 100$$

On définit l'inflation, la balance commerciale :

B .Inflation

Définition 01 :

L'inflation est un phénomène connu et devenue la principale variable affectant la vie économique publique ou privée. Plusieurs définitions lui ont été attribuées.

Etymologiquement, le mot inflation provient du latin *inflation* soit enflure et désignant à l'origine une augmentation abusive de la quantité de papier de monnaie. Autrement dit, l'inflation est le gonflement de tous les moyens de paiement susceptible d'entraîner une hausse des prix et une dépréciation de la monnaie[17].

Définition 02 :

L'inflation est un processus de hausse soutenue du niveau des prix qui engendre une baisse continuelle du pouvoir d'achat de la monnaie[27].

Définition 03 :

Inflation est un déséquilibre global qui se traduit par une augmentation générale des prix. L'inflation fait intervenir toutes les parties et tous les mécanismes de l'économie (production, revenue, prix) .En ce sens, le processus inflationniste est fondé sur des mécanismes macroéconomiques ; en outre c'est un phénomène auto- entretenu[20].

Le terme inflation désigne une augmentation générale et durable et auto entretenu des prix des biens et services :

- augmentation générale : la hausse des prix doit affecter la totalité des biens en circulation et services proposés.
- augmentation durable : la hausse des prix doit être prolongée dans le temps. il est ainsi des hausses saisonnières des prix (location en été, légumes et fruits en hivers).
- augmentation auto- entretenue : l'inflation tend à se transmettre de proche en proche à tous les secteurs, à tous les prix, à tous les revenus. L'inflation peut être définie comme la baisse du pouvoir d'achat de la monnaie

C. Balance Commerciale

La balance commerciale[11], incluse dans la balance des biens et des services, est un document comptable comparant les seuls flux d'exportations et d'importations de marchandises (les biens).

2.3 L'évolution de la politique de change en Algérie de 1962 jusqu'à nos jours

L'évolution de la politique de change en Algérie : La politique du taux de change a pour objet la détermination du taux de change de la monnaie nationale. A cet égard, nous allons présenter l'expérience algérienne depuis l'indépendance en matière de politique de change.

2.3.1 La période (1962-1971)

Après l'indépendance, l'Algérie est rattachée à la zone franc. La monnaie est librement convertible et transférable, des fuites massives des capitaux vers d'autres pays de la zone franc et des déséquilibres de la balance de paiements, cette période se caractérise par une série de mesures visant à protéger l'économie nationale de toute concurrence étrangère. Donc, face à cette situation il fût institué le contrôle de change par les décrets du 09 mars 1963 et du 12 décembre 1963.

L'Algérie a quitté la zone Franc et institué le dinar algérien par la loi N64/1 du 10 avril 1964, l'unité monétaire nationale qui a remplacé le nouveau franc (NF), dont, la valeur est fixée à 180 mg d'or fin (article 02 de la même loi) par une parité de $1 \text{ NF} = 10 \text{ DZD}$.

- Le nouveau mode de détermination de la valeur de la monnaie nationale : offrant l'avantage de permettre de stabiliser le taux de change effectif nominal
- La valeur du est déterminée administrativement en fonction des variations des devises qui composent le panier
- Un coefficient de pondération affecte le cours de chaque monnaie, ce coefficient basé sur l'importance des échanges extérieurs exprimés dans cette monnaie.

Pendant cette période le cours du Dinar était déterminé indépendamment de toute considération économique et le régime de change adopté par l'Algérie est qualifié de *fixe* [2].

2.3.2 La période (1971-1987)

Cette seconde période se caractérise par une politique de change stable où la valeur externe du Dinar est basée sur un panier de 14 monnaies convertible. Les textes juridiques ont fixé les modalités d'accès au marché de change. Le lancement et le développement des plans quadriennaux pour le développement économique du pays. En général, cette période est marquée par [21] :

- La nationalisation du commerce extérieur en 1971.
- La création des sociétés nationales chargées de gérer des monopoles d'activités économiques pour le compte de l'Etat.
- En 1974, l'Algérie a mis en place la fameuse procédure autorisation globale d'importation (A.G.I) pour le financement des opérations d'importation planifiées .
- La mise en œuvre d'un système d'administration et de contrôle de prix.
- Comme nous l'avons dit précédemment, toutes les importations inscrites dans le cadre du monopole sont soumises aux (A.G.I) et tout produit ne figurant pas dans ce cadre nécessite une licence d'importation.

Durant cette période, les autorités gouvernementales ont mené une politique délibérée de surévaluation de Dinar pour réduire le coût des importations et encourager la consommation, ainsi que la mise en place d'un nouveau système de gestion pour les entreprises publiques. Le taux de change est constant (fixe) à un niveau surévalué ce qui avait permis un rationnement dans l'octroi de devises et une réglementation dans la convertibilité du Dinar. A partir de 1974, c'est la naissance au marché de change parallèle, marché informel ou encore appelé marché noir. De loin ou de près, la politique de change de cette période a permis la réalisation des objectifs du plan économique et d'assurer la stabilité des prix sur le marché interne.

2.3.3 La période (1988-1994)

Cette période découle de la précédente, les événements et les bouleversements qui ont secoué l'économie algérienne (le choc pétrolier de 1986). En général ces événements sont répercutés négativement sur l'économie algérienne, la fin des années quatre-vingt était le début de la rupture avec le mode de gestion socialiste, un nouveau souffle à l'économie Algérienne dans le mode de gestion s'est traduit par de nouvelles réformes et textes à caractère économique et juridique, [11] :

- La loi (90-10) relative à la monnaie et au crédit, énoncée dans ses principes que seule la banque centrale possède des avantages en matière de gestion de la politique de change.
- La loi sur l'indépendance des entreprises publiques (1988)
- La loi sur les prix (le passage des prix du régime réglementé c'est-à-dire, les prix plafonnés et à marge plafonnés au régime des prix libres)

2.3.4 La période 1994 à nos jours

L'Algérie n'avait pas pour autant, opté pour un régime de change de flottement libre qui en toute évidence, ne correspond pas à la parité de l'économie algérienne et qui avait porté une sérieuse atteinte au niveau de vie des algériens. Désormais, l'objectif poursuivi, en matière de change, et d'arriver à une convertibilité commerciale de dinar algérien, étape essentiel pour la relance économique.

Durant cette transition vers le change flexible géré, le cours du dinar se déterminer d'abord au moyen d'organisation du " Fixing" par la banque d'Algérie jusqu'à la création du marché interbancaire des changes en 02 janvier 1996.

La libéralisation du commerce extérieur et du régime de change initiée en Avril 1994 dans le cadre de la conduite de programme de stabilisation macro-économique a permis d'engager le rééquilibrage des prix relatifs à travers l'ajustement du taux de change du dinar, appuyé par une conduite rigoureuse de politique monétaire et financière appropriées.

En outre l'introduction des séances de fixing en Octobre 1994 a consacré le passage d'un régime de change "fixe" à une flexibilité accrue du taux de change déterminé par adjudication.

Dans un contexte d'élargissement du champ de libéralisation des importations au début 1995 que s'effectue le passage au régime du marché interbancaire des changes qui constitue la phase finale de la réforme du marché des changes. Le cours du dinar sera déterminé sur ce marché avec un rôle actif des banque commerciale des établissements financiers. L'objectif étant d'assurer une allocation efficiente des ressources en devises.

La Banque d'Algérie a institué, par Règlement N° 95-08 du 23 Décembre 1995 relatif au marché des changes, un marché interbancaire des changes qui est un marché entre banques et établissements financiers où sont traitées toutes les opérations de change (vente et achat) au comptant ou à terme entre la monnaie nationale et les devises étrangères librement convertibles, constituant ainsi le lieu de détermination des cours de change (taux de change des devises) par le libre jeu de l'offre et de la demande.

Dans le cadre de la gestion des change, la Banque d'Algérie intervient sur le marché interbancaire des changes au comptant, au moyen des recettes d'exportations d'hydrocarbures et produits miniers dont la gestion relève de ses attributions.

Les banques et établissements financiers sont autorisés, dans le cadre de la gestion de leur trésorerie en devise à :

- vendre aux banques non résidentes la monnaie nationale contre des devises étrangères librement convertibles
- vendre des devises étrangères librement convertibles contre la monnaie nationale détenue dans un compte en dinars convertibles
- acheter et vendre des devises étrangères librement convertibles contre des devises étrangères librement convertibles

2.4 Evolution des indicateurs macro-économiques et le taux de change

Présentation des données :

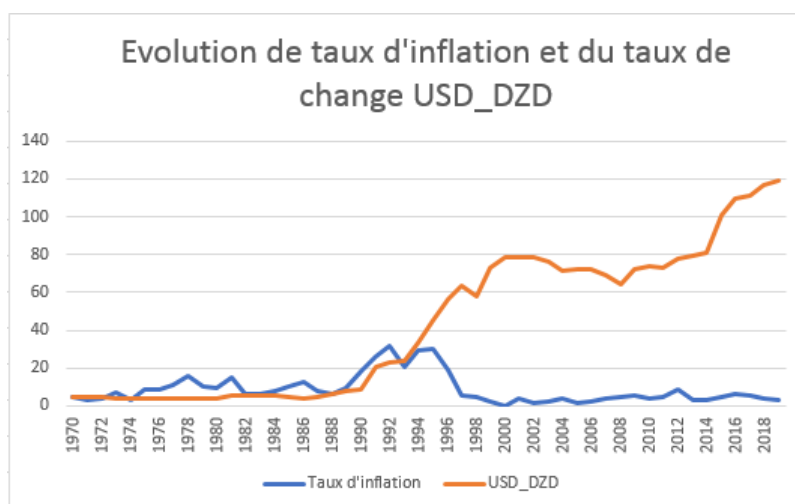
Notre série de donnée représente l'évolution taux de change, du dinar algérien (DZD) contre le dollar américain (USD) et l'EURO. Elle est de fréquence journalière (cinq jours par semaine,excluant les week-ends). L'étude recouvre la période de 1962 jusqu'à 2019, sur la base des données communiqué par **la Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance.**

2.4.1 Evolution de taux d'inflation et le taux de change

L'inflation est la perte du pouvoir d'achat de la monnaie qui se traduit par une augmentation générale et durable des prix,telle que le taux d'inflation influence directement sur le taux de change ce que les figures 2.1 et 2.2 montreront:

Evolution de taux d'inflation et le taux de change "USD-DZD"

Figure 2.1 – Evolution du taux d'inflation et du taux de change USD-DZD



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise des fluctuations du taux d'inflation et du taux de change "USD-DZD" depuis 1970 jusqu'à 2019.

Tout d'abord, cette courbe graphique montre que de 1970 à 1990 le taux d'inflation a connue des fluctuations positives et négatives ,le taux de change "USD-DZD" a été entre 4.93 et 8.43 ,alors que le taux d'inflation a enregistré une augmentation positive de 29.8 au titre de l'année 1995 avec une appréciation et dépréciation dans le taux de change, à cause de la guerre civile algérienne (décennie noire) qui a affecté négativement sur l'économie Algérienne.

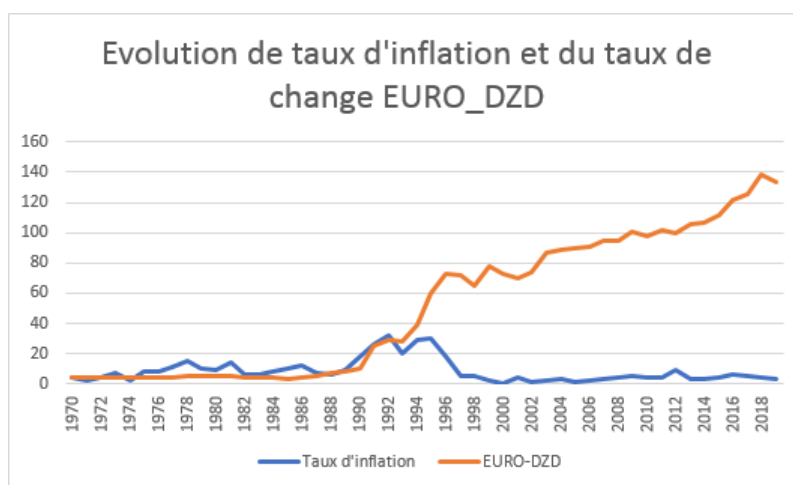
Ensuite, Dans la période 2000 jusqu'à 2019,le taux de change a enregistré une augmentation positive dans cette période avec un pic 119.430401 en 2019, inversement le taux d'inflation a connu une récession dans cette période 2.9 en 2014 et 3.1 en 2019.

cette fluctuation du taux d'inflation et du taux de change s'explique par l'évolution du prix du baril de pétrole (exportation libellé en dollars et les importations libellé notamment en euro)

en conclusion,nous pouvons retenir l'existence d'une interaction inverse entre le taux d'inflation et le taux de change "USD-DZD".en d'autre terme,une augmentation du taux d'inflation pousse vers une baisse du taux de change ce qui a pour effet d'apprécier la devise sur le Forex (marché de change) et le contraire est juste.

Evolution du taux d'inflation et le taux de change "EURO-DZD"

Figure 2.2 – Evolution du taux d'inflation et du taux de change "EURO-DZD"



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise des fluctuations du taux d'inflation et du taux de change "EURO-DZD" depuis 1970 jusqu'à 2019.

Tout d'abord, cette courbe graphique montre que de 1970 à 1990 le taux d'inflation a connue des fluctuations positive et négative, le taux de change "EURO-DZD" a été entre 4.62% et 10.63%, le taux d'inflation a enregistré une augmentation positive de 29.8% au titre de l'année 1995 et une appréciation et dépréciation dans le taux de change "EURO-DZD", à cause de la décennie noire qu'a connue l'Algérie qui a affecté négativement sur l'économie Algérienne.

Ensuite, Dans la période 2000 jusqu'à 2019, le taux de change a enregistré une augmentation positive dans cette période avec un pic 131.202743 en 2019, inversement le taux d'inflation a connu une récession dans cette période 2.9% en 2014 et 3.1% en 2019.

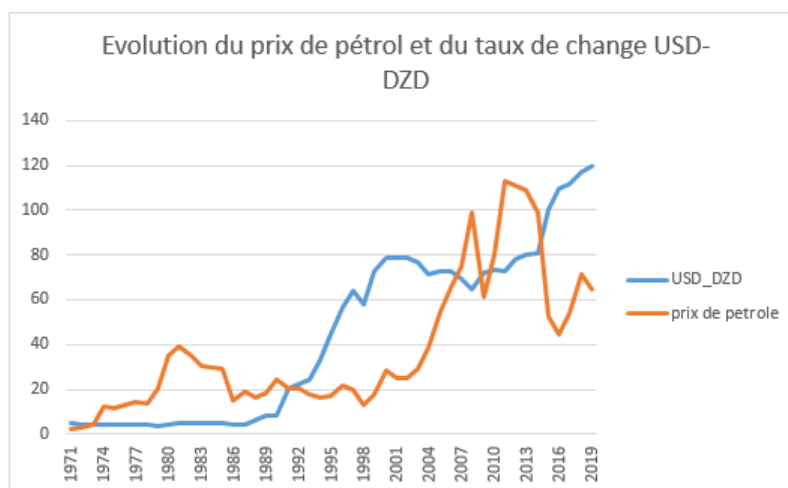
En conclut, qu'il existe une relation négative entre l'inflation et le taux de change "EURO-DZD" c'est-à-dire, une augmentation du taux d'inflation pousse vers une baisse du taux de change ce qui a pour effet d'apprécier la devise sur le Forex (marché de change) et le contraire est juste.

2.4.2 Evolution du prix du baril du pétrole et du taux de change

Le prix du baril de pétrole connaît, depuis les années 1971, un certain nombre de fluctuations et de chocs, porteurs de conséquences économiques importantes sur le taux de change, la figure 2.3 représente l'évaluation du taux de change et le prix du baril du pétrole.

Evolution du prix du baril du pétrole et du taux de change "USD-DZD"

Figure 2.3 – Evolution du prix du baril du pétrole et du taux de change "USD-DZD"



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Nous reprenons a ce niveau le taux de change "USD-DZD" uniquement du faite que nos exportations sont constitué dans leurs quasi totalité par les exportations des hydrocarbures qui sont libellé en dollars USD.

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise des fluctuations du prix du baril du pétrole et le taux de change "USD-DZD" depuis 1971 jusqu'à 2019.

Tout d'abord, dans cette courbe graphique en distingue trois phases d'évolution du taux de change et du prix du baril du pétrole.

La première phase de 1971 à 1990, au cours de cette période, le prix du baril du pétrole a enregistré une appréciation et une dépréciation dans le prix : 39.50\$ en 1981 et 18.60\$, en 1989 contrairement le taux de change "USD-DZD" qui n'a pas connue des fluctuations, c'est la période où le

taux de change été fixé par les autorités monétaire donc dans ce cas le prix du baril du pétrole n'a aucun impact sur le taux e change.

Ensuite, **la deuxième phase de 1990 à 2006**, en observe que le prix du baril du pétrole a connu une augmentation importante, passant de 24.4\$ en 1990 à 65.40\$ en 2006, il en mets de meme pour le taux de change "USD-DZD" a enregistré une augmentation forte et rapide 24,2 de 1990 et 72,62 en 2006.

La troisième phase de 2007 à 2019, le prix du baril du pétrole a connu une augmentation forte et rapide,, atteint un pic en 112.87\$ en 2012 mais à partir de 2012 où il a entamé une baisse successive pour se baisser jusqu'à 64.6\$ en 2019. inversement le taux de change "USD-DZD" a enregistré une augmentation considérable au cours de cette période 77.80 en 2012 et 119.43 en 2019.

En constate que si le prix du baril du pétrole augmente, le taux de change "USD-DZD" s'apprécier et le contraire est juste.

2.4.3 Evolution des exportations des hydrocarbures et le taux de change

Evolution des exportations des hydrocarbures et le taux de change "USD-DZD"

Figure 2.4 – Evolution des exportations des hydrocarbures et du taux de change "USD-DZD"

Année	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
Exportation des hydrocarbures	65.5	39.1	45.5	52.3	63.4	125.2	236.2	250.4	247.4
Taux de change USD-DZD	4,7011 82	4,24878 4	4,498 685	6,5193 81	8,0611 89	8,4359 38	20,3879 47	22,626 609	24,147638

1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
327.3	505.6	750.4	839.0	638.2	890.9	1616.3	1443.9	1477.0	1868.9
32,953035	44,8440 95	56,684 461	63,809 707	57,939 556	72,973 76	78,777 222	78,439 42	78,4350 23	76,41595 7

2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2319.8	3352.9	3882.2	4089.3	4997.6	3109,1	4180,4	5242,1	5208,4	5399,5
71,7032 17	72,4626 23	72,6208 08	69,4436 99	64,4283 94	72,1428 74	73,6210 76	73,0298 57	77,8064 64	79,7837 34

Source : Ministère de finance

Nous reprenons a ce niveau le taux de change "USD-DZD uniquement du faite que nos exportations sont constitué dans leurs quasi totalité par les exportations des hydrocarbures qui sont libellé en dollars USD.

Cette figure représente un tableau qui visualise les fluctuations des exportations des hydrocarbures en milliards de dinars et le taux de change "USD-DZD" depuis 1985 jusqu'à 2013.

D'après ces donnés on constate qu'a partir de 1985 jusqu'à 2003, l'évolution des exportations des hydrocarbures ont enregistré une croissance forte et rapide 52.3 milliards de dinars en 1988 et 1868.9

milliards de dinars en 2003, alors que, le taux de change "USD-DZD" a connu une augmentation considérable 6.51 en 1988 et 76.41 en 2003.

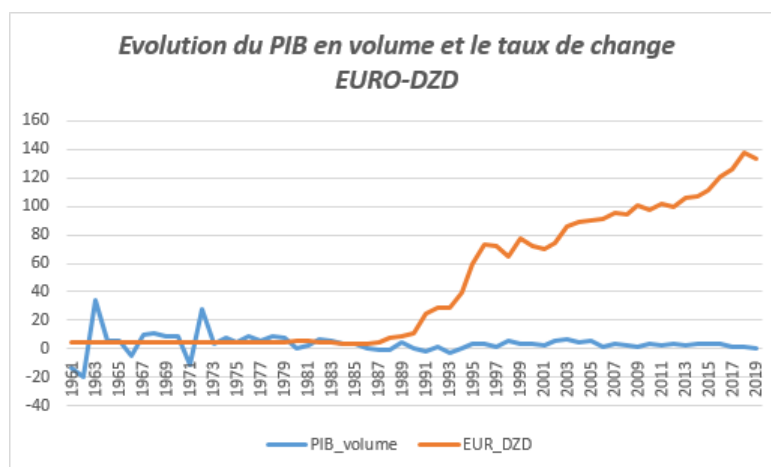
Au cours de la période 2004-2013, les exportations des hydrocarbures ont marqué une augmentation rapide 3352.9 milliards de dinars en 2005 et 5399.5 milliards de dinars en 2013, pareille pour le taux de change "USD-DZD" qui a connue une augmentation considérable dans son allure : 72.4626 en 2005, 79.7837 en 2013.

On constate, qu'il existe une relation positive entre les exportations des hydrocarbures en milliards de dinars et le taux de change "USD-DZD", c'est-à-dire une appréciation dans les exportations des hydrocarbures pousse vers une augmentation dans le taux de change "USD-DZD".

2.4.4 Evolution du PIB en volume et le taux de change

Evolution du PIB en volume et le taux de change "EURO-DZD"

Figure 2.5 – Evolution du PIB en volume et du taux de change "EURO-DZD"



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise les fluctuations du PIB en volume et le taux de change "EURO-DZD" depuis 1961 jusqu'à 2019.

Tout d'abord, l'Algérie a connue plusieurs étapes de croissance négative depuis l'indépendance. En 1962, avec la mise en place d'un nouvel état et le départ des européens qui dirigeaient l'essentiel des infrastructures économiques, le PIB en volume a connu une récession forte : -19.7% en 1962. Mais à partir de 1963 le PIB a enregistré une augmentation forte et rapide : 34.3%. Après cette remontée, le PIB en volume a connu une nouvelle récession en 1966 avec un recul de -4.80%. Ensuite, le recul a été très sensible en 1971 :-11.3%. Mais en 1972 on constate une augmentation considérable du PIB : 27.4%.

En 1988, en 1988 le système économique Algérien a connu une crise financière conduisant a des politiques d'endettement a cours terme où la croissance économique a été négative de -1%, et le taux de change "EURO-DZD" a été fixé par l'autorité monétaire depuis 1962, soit : 4,7697 jusqu'à 1978 : 4,9853.

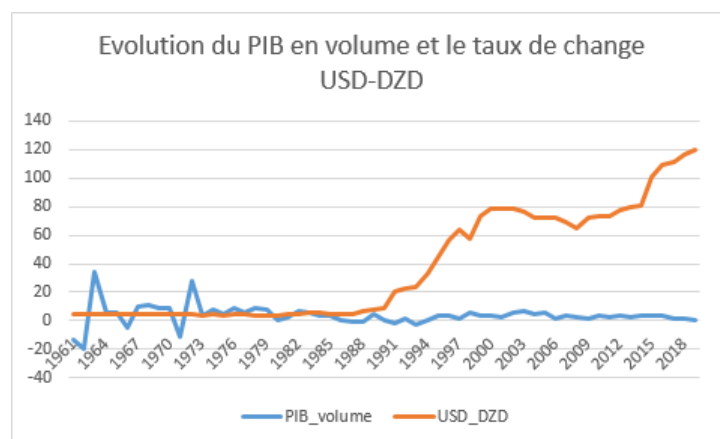
A partir de 1990 jusqu'à 2019, le PIB en volume a connu des fluctuations engendré par les événement qu'a connu le pays la décennie noire, dans les années 90 telle qu'il a marqué : 0.8% en 1990: -2.2% en 1993 : 1.08% en 1997, 3.8% en 2000, 3.6% en 2010 et 0.8% en 2019, inversement le taux de change

“EURO-DZD” a enregistré une importante augmentation à partir de 1988, 10,69 en 1990, 105,9699 en 2013 et 133,6911% en 2019.

En conclut, qu'il existe une relation négative entre le PIB en volume et le taux de change “EURO-DZD”, c'est-à-dire une appréciation dans PIB en volume pousse vers une dépréciation dans le taux de change “EURO-DZD”.

Evolution du PIB en volume et du taux de change “USD-DZD”

Figure 2.6 – Evolution du PIB en volume et du taux de change “USD-DZD”



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise les fluctuations du PIB en volume et le taux de change “USD-DZD” depuis 1961 jusqu'à 2019.

Tout d'abord, l'Algérie a connu plusieurs étapes de croissance négative depuis l'indépendance. En 1962, avec la mise en place d'un nouvel état et le départ massif des européens qui dirigeaient l'essentiel des infrastructures économiques, le PIB a connu une récession forte : -19.7% en 1962. A partir de 1963 le PIB a connu une augmentation forte et rapide : 34.3%. Après cette remontée, l'Algérie a connu une nouvelle récession en 1966 avec un recul de -4.80% du PIB réelle .

Ensuite, le recule a été très sensible en 1971:-11.3%. Mais en 1972 on constate une augmentation considérable du PIB : 27.4%. En 1988, le système économique Algérien a connu une crise financière conduisant à des politiques d'endettement à cours terme où la croissance économique a été négative de -1% , et le taux de change “USD-DZD” a été fixé par l'autorité monétaire depuis 1962: soit 4,93706 jusqu'à 1978 : 3,9659.

A partir 1990 jusqu'à 2019 le PIB en volume a marqué des fluctuations engendré par les événements qu'a connu le pays la décennie noire, dans les années 90 telle qu'il a marqué :-2.2% en 1993 ,3.8% en 2015 et 0.8% en 2019, inversement le taux de change “USD-DZD” a enregistré une augmentation forte et rapide à partir de 1990, 79,78 en 2013 et 119.43 en 2019.

En conclut, qu'il existe une relation négative entre le PIB en volume et le taux de change “USD-DZD”, c'est-à-dire une appréciation dans PIB en volume pousse vers une dépréciation dans le taux de change “USD-DZD”.

2.4.5 Evolution du PIB nominal et du taux de change

La confection d'un graphe qu'illustre l'évolution du PIB nominal et les taux de changes "USD-DZD" et "EURO-DZD" est difficile à concevoir du fait des unités de mesures de ces variables. On effet, les taux de changes sont exprimés en pourcentage alors que le PIB nominal est exprimées en milliard de dinars. toute fois, la comparaison du PIB nominal avec les taux de changes nous parait importante dans la mesure où un taux de croissance du PIB nominal entraine une appréciation des taux de change "USD-DZD".

La figure (Le PIB nominal dans l'annexe A.4) représente un tableau qui visualise les fluctuations du PIB nominal en milliards de dinars avec le taux de change "EURO-DZD" depuis 1961 jusqu'à 2019.

D'après la courbe graphique on constate qu'à partir de 1988, le PIB nominal a enregistré une croissance forte et rapide 347,7169 milliard de dinars en 1988 et 862,132813 milliard de dinars En 1991, le taux de change "EURO-DZD" a connu une augmentation positive 7,6112 en 1988 et 25,1131 en 1991.

Ensuite, a partir de 1991 jusqu'à 2018 le PIB nominal a marqué une augmentation très rapide 3238,197495 milliard de dinars en 2000 et 20259 milliard de dinars en 2018, le taux de change "EURO-DZD" a enregistré une appréciation considérable à partir de 1991, 70,2076 en 2000 et 138,0463 en 2018.

En conclut, qu'il existe une relation positive entre le PIB nominal et le taux de change "EURO-DZD", c'est-à-dire une appréciation dans PIB nominal pousse vers une augmentation dans le taux de change "EURO-DZD".

Evolution du PIB nominal et le taux de change " USD-DZD"

La figure(PIB nominal dans l'annexe A.4) représente un tableau qui visualise des fluctuations du PIB nominal en milliard de dinars et le taux de change " USD-DZD" depuis 1961 jusqu'à 2018.

D'après la figure(A.4) on constate qu'à partir de 1988, le PIB nominal a enregistré une croissance forte et rapide 347,7169 milliard de dinar en 1988 et 862,132813 milliard de dinars En 1991, le taux de change " USD-DZD" a connu une appréciation positive 6,519381 en 1988 et 20,387947 en 1991.

Ensuite, de 1991 jusqu'à 2018 le PIB nominal a marqué une augmentation très rapide 3238,197495 milliard de dinars en 2000 et 20259 milliard de dinars en 2018, le taux de change " USD-DZD" a enregistré une augmentation forte et rapide à partir de 1991 : 78,777222 en 2000 et 138,0463 en 2018.

En conclut, qu'il existe une relation positive entre le PIB nominal et le taux de change " USD-DZD", c'est-à-dire une appréciation dans PIB nominal pousse vers une augmentation dans le taux de change " USD-DZD".

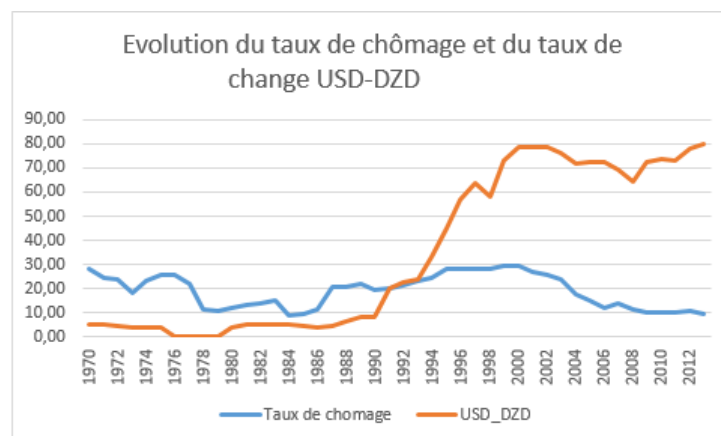
2.4.6 Evolution du taux de chômage et du taux de change

Evolution du taux de chômage et du taux de change " USD-DZD"

Le taux de chômage est un indicateur macro-économique qu'influence le taux de change, on définit le défini comme suit:

Le taux de chômage est le pourcentage des personnes faisant partie de la population active qui sont au chômage. La population active est la population en âge de travailler et qui travaille ou souhaite travailler.

Figure 2.7 – Evolution du taux de chômage et du taux de change “ USD-DZD”



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise des fluctuations du taux de chômage et du taux de change “ USD-DZD” depuis 1970 jusqu’à 2013.

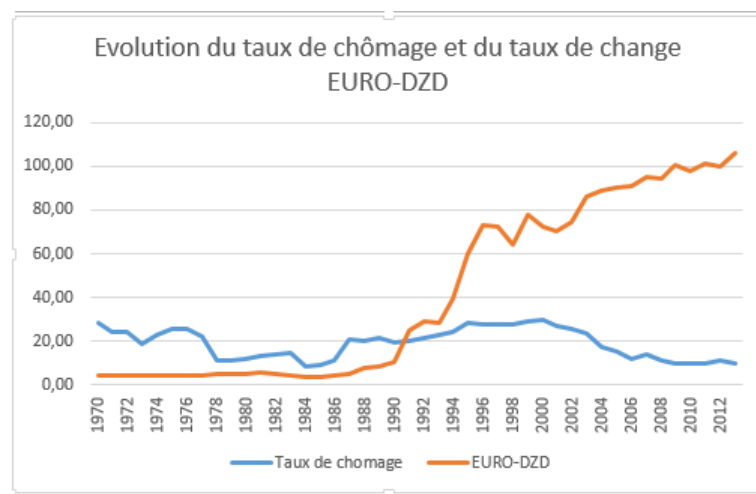
D’après la courbe graphique on observe que durant la période allant de 1970 jusqu’à 1986 le taux de chômage a enregistré une croissance positive et négative 18.56% en 1973, et 11.40% en 1986, le taux de change “ USD-DZD” a été fixe à 4.18 en 1974 , 4.14 en 1977 et 4.24 en 1986.

Ensuite, à partir de 1986 le taux de chômage a marqué une augmentation considérable 29.49% en 2000, de 2001 jusqu’à 2013 le taux de chômage a connu une dépréciation 15.27% en 2007 et 9.83% en 2013. Le taux de change “ USD-DZD” a connu une augmentation forte et rapide 78,777222 en 2000 et 79,783734 en 2013.

En conclure, qu’il existe une relation inverse entre le taux de chômage et le taux de change “ USD-DZD”, c’est-à-dire une appréciation dans taux de chômage pousse vers une dépréciation dans le taux de change “ USD-DZD”.

Evolution du taux de chômage et du taux de change "EURO-DZD"

Figure 2.8 – Evolution taux de chômage et du taux de change "EURO-DZD"



Source : Elaboré par nous même à l'aide de logiciel excel

Cette figure représente une courbe graphique qui visualise les fluctuations du taux de chômage et du taux de change "EURO-DZD" depuis 1970 jusqu'à 2013.

D'après la courbe graphique observe qu'à partir de 1970 jusqu'à 1986 le taux de chômage a enregistré une croissance positive et négative 18.56% en 1973, et 11.40% en 1986 et le taux de change "EURO-DZD" a été fixe 4,7165 en 1974, 4,9853 en 1977 et 4,9853 en 1982.

Ensuite, à partir de 1986 le taux de chômage a marqué une augmentation considérable 29.49% en 2000, de 2001 jusqu'à 2013 le taux de chômage a enregistré une dépréciation 15.27% en 2007 et 9.83% en 2013. Le taux de change "EURO-DZD" a connu une augmentation forte et rapide 8,7922 en 1988 et 105,9699 en 2012.

En conclure, qu'il existe une relation inverse entre le taux de chômage et le taux de change "EURO-DZD", c'est-à-dire une appréciation dans taux de chômage pousse vers une dépréciation dans le taux de change "EURO-DZD".

2.5 Conclusion

Les taux de changes ont une grande influencent sur l'économie et le commerce national d'un pays, et en particulier pour son commerce extérieur. La formation des taux des changes résulte de la confrontation de l'offre et de la demande sur le marché des changes, c'est une variable qui a une importance dans l'économie car ses fluctuations à court terme perturbent les échanges et ses distorsions à long-terme affectent la croissance et l'inflation.

Depuis la création du dinar Algérien, on peut citer deux phases diamétralement opposé qu'a connu l'évolution du taux de au cours de l'évolution du taux de change :

- **La première phase**, depuis l'indépendance jusqu'à aux années 80, marquée par une inconvertibilité totale et une stabilité du cours par rapport aux devises étrangères.

- **La deuxième phase**, de 1990 à nos jours, elle est marquée par une convertibilité commerciale du dinar c'est-à-dire limitée aux opérations du commerce extérieur (exportation).

Dans la troisième section, on avait présenté l'évolution des indicateurs macro-économique et le taux de change "EURO-DZD", "USD-DZD". les résultats obtenus nous en permet de conclure que le taux de change a une influence sur les exportation (hydrocarbures), le taux d'inflation (inflation importés) et le taux de croissance du PIB on a interprété les résultats des données, se sont les variables macro-économiques les plus influent sur le taux de change.

Chapitre 3

Aspect théorique et pratique des séries temporelles

3.1 Introduction

Les séries temporelles sont considérées à tort comme étant une branche exclusive de l'économétrie. En observant le graphique de ses séries on peut dire de la valeur prise au temps t dépend fortement de la valeur prise au temps $t-1$. Le processus qui les engendrent est dynamique. Le problème est alors de trouver le modèle pratique qui approchera le plus possible le processus théorique et ensuite de l'estimer. Une fois cette étape franchie, on pourra faire la prévision de ce modèle, les types de modèles que l'on peut considérer sont nombreux. On va s'intéresser à modéliser la série uni-variée au moyen d'un modèle ARMA.

Ce chapitre a pour but de présenter dans un cadre uni-variée certains outils mathématiques et les modèles simples employés par la statistique des séries temporelles. Il s'agira de s'interroger sur la modélisation du taux de change, afin de prévoir le taux de change Algérien.

- Dans la première section nous évoquons quelques généralités sur l'économétrie et concepts de base de l'analyse des séries temporelles.
- Dans la deuxième section nous allons présenter la méthodologie de BOX et JENKINS.
- La troisième section sera consacrée à l'application de la méthode de BOX et JENKINS sur deux séries du taux de change "USD-DZD", "EURO-DZD".
- La quatrième section sera consacrée à l'application de la méthode de BOX et JENKINS sur les indicateurs macro-économiques.

3.2 Généralité sur l'économétrie, les séries temporelles et la méthodologie de Box et Jinkins

3.2.1 Définition

D'après **Eric Dor**, "**Econométrie**" : "L'économétrie est un outil d'analyse quantitative, permettant de vérifier l'existence de certaines relations entre des phénomènes économiques et de mesurer concrètement ces relations sur la base d'observations de faits réels" Et d'après **FRISCH, 1933**: "L'économétrie, c'est l'unification de la théorie économique, des mathématiques et des statistiques. L'économétrie n'est pas assimilable uniquement à la statistique économique ou aux méthodes mathématiques appliquées à l'économie : c'est la conjonction de la théorie économique, de la statistique et des mathématiques".

Autrement dit l'économétrie peut être définie comme l'application des méthodes statistiques à l'étude des phénomènes économiques, elle se base donc sur les mathématiques et les statistiques afin d'identifier des relations entre différentes variables.

Pourquoi l'économétrie ?

D'après Valavanis : "Le rôle de l'économétrie est d'exprimer les théories économiques en termes mathématiques pour les vérifier par les méthodes statistiques et pour mesurer l'influence d'une variable économique sur une autre en vue de prévoir ou de choisir entre plusieurs politiques économiques"[21].

3.2.2 Historique de l'économétrie

> Premiers développements

Les premières études empiriques datent du XVII^{ème} -XVIII^{ème} siècle. L'autorité de la loi naturelle, à cette époque, se dégage progressivement de celle de la religion et de celle du prince. C'est le cas en Allemagne et en Angleterre. En Allemagne se met en place la Statistique descriptive qui se situe dans une description globale des états. C'est le cas d'Hermann CONRING (1606 – 1681) qui conçoit la statistique comme un moyen de classer des savoirs. En Angleterre se met en place l'Arithmétique politique (Dépouillement des registres et des paroisses des baptêmes, des mariages et des décès). On construit des tables de mortalités et on calcule des espérances de vie.

Dans la même époque, **William Petty** a contribué au développement de la Statistique démographique, et **Gregory King** est le premier qui a formaliser une loi de demande. C'est au XIX^{ème} siècle que se développe la statistique mathématique et l'évolution probabiliste de multiples champs comme : L'Astronomie, la Sociologie, la Biologie, la Physique. A la même époque, **Francis EDGEWORTH** détermine la formule de la fonction de densité normale. **Karl PEARSON** développe le coefficient multiple et montre le lien avec les coefficients de corrélation simple **George YULE** étudie la corrélation entre le Paupérisme et l'accès à des mesures d'assistance. **Evelyn HOCKER** est le premier qui à étudier des variables retardées dans les modèles de régression.

➤ La naissance de l'économétrie moderne

L'économétrie moderne débute réellement avec l'analyse du marché de travail américain : **Henry MOORE** s'intéresse au problème de détermination des salaires, des fonctions de demande et des cycles de périodicité. Sa démarche consiste à prouver que les mathématiques et la statistique peuvent servir de révélateur empirique et autoriser une interprétation concrète des phénomènes économiques. Début de la description de la conjoncture avec l'analyse des cycles. Ce sont les conjoncturistes américains qui jouent un rôle essentiel dans la détection statistique des cycles. Il faut observer, analyser, systématiser les phénomènes de prospérité, de crise et de dépression. Cycle de JUGLAR/Cycle de KITCHIN/Cycle de KUZNETS/Cycle de KONDRATIEFF En 1920 apparaît le premier institut de conjoncture. A la même époque est créé le National Bureau of Economics Research (NBER). Son rôle étant basé sur la recherche économique empirique.

Avec le début du XXème siècle, l'analyse économique prend une nouvelle dimension : Des économistes, des hommes d'affaires et des ingénieurs contribuent à lier l'économie, les mathématiques et la statistique. L'économie devient reconnue comme une discipline à part entière.

Le 29 décembre 1930, l'économie va prendre un nouvel essor avec **Jan TINBERGEN et Ragnar FRISCH**. **FRISCH** est à l'origine de la Société d'économétrie. Le premier colloque se fait 1931 à Lausanne. A la même époque, **Alfred COWLES**, conseiller financier et spécialiste en prévision boursière, rentre en contact avec la Société d'économétrie et propose deux projets :

- Financer la publication d'une revue d'économétrie
- Financer une organisation de recherche sous son patronat

Dans les années 1930, la revue *Econometrica* est créée, le premier numéro sort en Janvier 1933, son rédacteur de l'époque étant **Ragnar FRISCH**. L'organisme de recherche, la COWLES Commission, voit aussi le jour à cette époque. Elle s'installe à Chicago et s'intéresse à la mesure directe des phénomènes laissant de côté l'inférence sur les mesures statistiques et prend par la suite de nouvelles mesures d'orientation (obtient des subventions de la part des universités). Apparaît à ce moment-là les premiers modèles à équations simultanées, du fait de l'apparition dans les équations de termes aléatoires qui reflètent des causes multiples. Le premier modèle macro-économétrique apparaît à son tour et incorpore des principes probabilistes et celui de **Lawrence KLEIN** dans les années 1950-1960. Cette époque voit le développement des modèles à retard échelonné de **KOYCK**, en 1954. Méthodes de prévisions : Il existe plusieurs méthodes de prévisions pour étudier une série temporelle parmi ses méthodes :

- Le lissage exponentiel (qui est une classe de méthode de lissage des séries chronologiques dont l'objectif est la prévision qui consiste que chaque observation à l'instant "t" dépend des observations précédentes et d'une variation accidentelle et cette dépendance est plus ou moins stable dans le temps)
- Parallèlement commence à se développer des méthodes de prévisions à court terme, où l'on retrouve les modèles de **BOX & JENKINS** (1976). On estime alors des Processus univariés pour réaliser des prévisions [21].

3.2.3 Les séries temporelles

➤ Généralité sur les séries temporelles (uni-variée)

L'étude des séries temporelles, ou séries chronologiques, correspond à l'analyse statistique d'observations régulièrement espacées dans le temps. Ce se base sur la modélisation de ces observations, généralement à des objectifs de prévision. Les progrès de l'informatique et le développement des logiciels de traitement des séries temporelles ont facilité l'étude des problèmes de séries chronologiques.

➤ Définition et concepts de base

Définition d'une série temporelle

Une série temporelle ou encore chronique est une succession d'observations au cours du temps représentant un phénomène économique (prix, ventes...), par hypothèse, le pas du temps des observations est considéré constant : l'heure, le jour, le mois, le trimestre, l'année [33].

➤ Les composantes d'une série temporelle

Les premiers travaux destinés à analyser une série chronologique ont eu pour but de la décomposer en ses principales caractéristiques. La visualisation de l'évolution d'une série temporelle via le graphique, nous permettra de mettre en évidence les composantes constitutives d'une série chronologique, à savoir :

- **La composante tendancielle (T) :**

la tendance traduit l'allure générale du phénomène, elle représente l'évolution à long terme, elle peut être croissante, décroissante ou stable (pas de tendance).

- **La composante cyclique (C) :**

représente l'ensemble des fluctuations et des variations de la série autour de la tendance sur une longue période (supérieure à une année).

Remarque : la tendance et le cycle sont regroupés en une seule composante appelée l'extra saisonnier.

- **La composante saisonnière (S) (où variations saisonnières):** cette composante est liée essentiellement au rythme imposé par les saisons. Comme le cycle, la saisonnalité est périodique. elle est dépendante de l'environnement qui correspond souvent à des phénomènes de mode, de coutume, de climat... etc.

- **La composante résiduelle (R) :** cette composante regroupe tout ce qui n'est pas pris en compte par les trois composantes précédentes. Elle contient de nombreuses fluctuations proviennent souvent de circonstances non prévisibles (variations accidentelles : grèves, crises mondiales, catastrophes naturelles). Elle est résiduelle car elle reste quand on élimine toutes les autres composantes.[32]

➤ Identification des composantes d'une série temporelle

- **La détection de la tendance :** on peut identifier la tendance à l'aide de :

- ❖ **Graphe :** l'allure générale du graphe peut nous donner une idée sur l'existence ou non d'une tendance (croissant, décroissant, stable).

- ❖ **Corrélogramme :** le corrélogramme avec une décroissance lente de ses termes est spécifique d'une série affectée d'une tendance. Le graphe et le corrélogramme donnent une idée générale sur la

tendance, mais pour plus de certitude, il convient de faire des tests sur la tendance pour déterminer est ce que elle est significative ou non.

- **La détection de la saisonnalité** : on peut détecter la saisonnalité à l'aide de :
 - ❖ **Grappe** : si l'allure générale du graphe est pratiquement similaire pour chaque année, alors il existe une saisonnalité.
 - ❖ **Corrélogramme** : si les termes $p, 2p, 3p, \dots$ (avec $p = 4$ pour les données trimestrielles ou $p = 12$ pour des données mensuelles) du corrélogramme de la série étudiée sont élevés, alors il existe une saisonnalité.

Notion préliminaire des processus aléatoires

3.2.4 Définition d'un processus aléatoire :

Un processus aléatoire est une suite de variables aléatoires indicées par le temps noté $[X_t, t \in T]$.

Processus aléatoire stationnaire

➤ Définition d'un Processus stationnaires

Un processus aléatoire X_t est stationnaire au sens strict lorsque sa structure probabiliste est stable au cours du temps : la loi de probabilité de X_{t1}, \dots, X_{tn} a la même distribution de probabilité jointe que $X_{t1+\tau}, \dots, X_{tn+\tau}$. Un processus stochastique est dit faiblement stationnaire (stationnaire du second ordre) si :

$$E(x_t) = m, \forall t \in Z \quad (3.1)$$

$$E(x_t^2) < \infty, \forall t \in Z \quad (3.2)$$

$$Cov(x_t, x_{t+h}) = \gamma(h), \forall t; \quad (3.3)$$

$h \in Z, \gamma$ est la fonction d'autocovariance du processus.

La condition (3.1) signifie que la moyenne du processus est constante. Selon la condition (3.2) le processus est du second ordre (le moment d'ordre deux est fini). La condition (3.3) traduit le fait que la covariance entre les deux périodes t et $t + h$ est uniquement fonction de la différence des temps h .

➤ Processus bruit blanc (BB)

Un bruit blanc est une suite de variables aléatoires réelles homoscedastiques et indépendantes. Si la loi de probabilité de ε_t est normale alors le bruit blanc est dit bruit blanc gaussien et noté n.i.d (normalement et identiquement distribuées). Un bruit blanc est donc tel que :

- $E(\varepsilon_t) = m, \forall t \in T$
- $E(\varepsilon_t^2) = \sigma_x^2, \forall t \in T$
- $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+h}) = \gamma(h) = 0$

Si $E(\varepsilon_t) = 0$; le bruit blanc est centré.

Processus autorégressifs moyennes mobiles (ARMA)

Les processus ARMA ont été introduits par BOX et JENKINS (1970) pour modéliser une série temporelle en fonction des ses valeurs passées, et des valeurs présentes et passées d'un bruit blanc. Ces processus

aléatoires sont censés recouvrir une gamme très large d'évolution possible de séries. Les processus ARMA(p,q) généralise les modèles autorégressifs et moyennes mobiles. Ces modèles sont très utiles en pratique pour modéliser des séries réelles en nécessitant moins de paramètres que les modèles AR ou MA simples.

➤ **Processus autorégressif (AR)**

Un processus $X_t, t \in \mathbb{Z}$, autorégressif d'ordre p noté AR(p) est caractérisé par l'équation :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t \text{ Où les } \phi_i (i = 1, \dots, p) \text{ sont des réels et } \varepsilon_t \sim BB(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

➤ **Processus moyenne mobile (MA)**

Un processus $X_t, t \in \mathbb{Z}$, moyenne mobile d'ordre q noté MA(q) est caractérisé par la formule suivante :

$$X_t = \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Où les $\theta_j (j = 1, \dots, q)$ sont des réels et $\varepsilon_t \sim BB(0, \sigma_\varepsilon^2)$

➤ **Processus autorégressif moyenne mobile (ARMA)**

Un processus stationnaire X_t suit un ARMA (p, q) s'il vérifie l'équation stochastique suivante :

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \phi_2 X_{t-2} + \dots + \phi_p X_{t-p} + \varepsilon_t - \theta_1 \varepsilon_{t-1} - \theta_2 \varepsilon_{t-2} - \dots - \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

Où les coefficients $\phi_i (i = 1, \dots, p)$ et les $\theta_j (j = 1, \dots, q)$ sont des réels et $\varepsilon_t \sim BB(0, \sigma_\varepsilon^2)$

Processus ARIMA(p,d,q)

Ces processus sont non stationnaires dès que $d > 1$. Les séries économiques sont souvent non stationnaires.

Définition

$X_t, t \in \mathbb{Z}$ est un processus ARIMA(p,d,q) en représentation canonique minimale s'il vérifie une équation du type: $\forall t \geq 0, (1 - L)^d \phi(L) X_t = \theta(L) \varepsilon_t$

Propriétés

i) $\varepsilon_t \sim BB(0, \sigma^2)$

ii) $\phi(L) = 1 - \phi_1 L - \dots - \phi_p L^p$ où $\phi_p \neq 0$ $\theta(L) = 1 - \theta_1 L - \dots - \theta_q L^q$ où $\theta_q \neq 0$

iii) $\phi(L)$ et $\theta(L)$ ont leurs racines de module > 1 et n'ont pas de racines communes.

Processus aléatoires non stationnaires en moyenne

Processus TS (trend stationary) Ce sont des processus qui représentent la non stationnarité de type déterministe. Le processus TS s'écrit : $X_t = f_t + \varepsilon_t$ ou f_t est une fonction polynomiale du temps, linéaire ou non linéaire et ε_t un processus stationnaire de type ARMA.

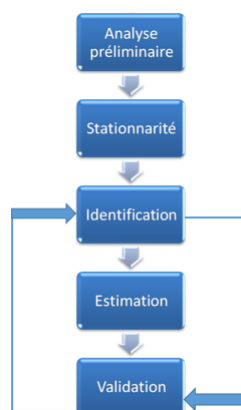
3.3 La méthodologie de Box-Jenkins (1976)

La méthodologie de Box et Jenkins vise à formuler un modèle permettant de représenter une chronique avec comme finalité de prévoir des valeurs futures. De ce fait, l'objet de cette méthodologie est de modéliser une série temporelle en fonction de ses valeurs passées et présentes afin de déterminer le processus ARIMA adéquat par principe de parcimonie. Cette méthodologie suggère une procédure à cinq étapes :

- Analyse préliminaire
- Stationnarité
- Identification du modèle
- Estimation du modèle
- Validation du modèle (Test de diagnostique)

La figure 3.1 représente l'organigramme qui montre les étapes de la méthodologie du Bonx et Jinkins.

Figure 3.1 – Organigramme sur La méthodologie de Box et Jenkins



Source : élaboré par nous même

3.3.1 Analyse préliminaire

Une meilleure observation de la série est possible grâce à la représentation graphique. En effet, on représente les données sur un graphique à deux axes, où le phénomène étudié serait en fonction du temps. Quelques fois une simple visualisation du graphe nous aide à prendre des options sur les variables. On peut, par exemple abandonner une partie des données au début de la série, corriger les données aberrantes, transformer les données disponibles, etc

3.3.2 Stationnarité

Avant tout traitement de la série, il faut s'assurer que celle-ci est stationnaire. On constate l'existence d'une composante saisonnière de périodicité s , par l'apparition des pics importants aux retards $1, 1s, 2s, \dots$ dans la fonction d'autocorrélation simple ou par une simple visualisation du graphe, il faut la retirer avant tout traitement statistique. Si l'étude du corrélogramme simple présage une série affectée d'une tendance, il convient d'en étudier les caractéristiques selon les tests de Dicky-Fuller. la méthode d'élimination de la

tendance est fonction du processus DS(difference stationary) ou bien TS(trend stationary) sous-jacent à la chronique étudiée.

• **Test de Dickey-Fuller simple (DF)**

Trois modèles de base pour la série X_t ont été proposés par Dickey et Fuller.

1. Modèle (1) : modèle sans constante ni tendance déterministe.

$$X_t = \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

2. Modèle (2) : modèle avec constante sans tendance déterministe.

$$X_t = c + \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

3. Modèle (3) : modèle avec constante et tendance déterministe.

$$X_t = b_t + c + \phi_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Le but de ce test est de tester l'hypothèse nulle de racine unitaire contre l'hypothèse alternative d'absence de racine unitaire. L'hypothèse du test est la suivante:

$$H_0 : \phi_1 = 1$$

$$H_1 : \phi_1 < 1$$

Si l'hypothèse H_0 est retenue dans l'un de ces trois modèles, le processus est alors non stationnaire. Si l'hypothèse H_0 est vérifiée, la chronique X_t n'est pas stationnaire quelque soit le modèle retenu. Dans le dernier modèle (3), si on accepte $H_1 : \phi_1 < 1$ et si le coefficient b_t est significativement différent de zéro, alors le processus est un *TS*, on peut le rendre stationnaire en calculant les résidus par rapport à la tendance estimée par la *MCO*.

• **Test de Dickey-Fuller augmenté (ADF)**

Dans les modèles précédents, utilisés pour le test de DF simple, le processus ϕ_t est par hypothèse un bruit blanc. car il n'y a aucune raison pour que, l'erreur soit non corrélée ; on appelle tests de ADF la prise en compte de cette hypothèse.

Le test ADF est fondé, sur l'hypothèse alternative $|\phi_1| < 1$, sur l'estimation par les MCO des trois modèles :

1. Modèle [1] :

$$\nabla X_t = \phi X_{t-1} - \sum_{i=2}^p \phi_i \nabla X_{t-i-1} + \varepsilon_t$$

2. Modèle [2] :

$$\nabla X_t = \beta + \phi X_{t-1} + \sum_{i=2}^p \phi_i \nabla X_{t-i-1} + \varepsilon_t$$

3. Modèle (3) :

$$\nabla X_t = \beta_t + \phi X_{t-1} + \sum_{i=2}^p \phi_i \nabla X_{t-i-1} + \varepsilon_t + c$$

avec : $\varepsilon_t \sim IID$ (Iid : indépendant et identiquement distribué)

3.3.3 Identification du modèle adéquat

La phase d'identification est la plus importante et la plus difficile : elle consiste à déterminer le modèle adéquat dans la famille des modèles ARIMA. Elle est fondée sur l'étude des corrélogrammes simple et partiel de la série considérée aux moments théoriques associés aux différentes représentations potentielles, on se concentre ici sur les moments d'ordre deux résumés par la fonction d'autocorrélation (FAC) et la fonction d'autocorrélation partielle (FAP).[32]

- L'identification d'un MA(q), se fera sur l'examen de la fonction d'autocorrélation (FAC) pour les pics qui sortent de l'intervalle de confiance
- L'identification d'un AR(p), se fera sur l'examen de la fonction d'autocorrélation partielle (FAP), pour les pics qui sortent de l'intervalle de confiance

3.3.4 Estimation des paramètres

On utilise pour cette phase la méthode d'estimation du maximum de vraisemblance ou bien celle des moindres carrés ordinaires. Elle consiste à estimer les coefficients associés aux termes autorégressifs et moyenne mobile.

3.3.5 Validation du modèle

La validation du modèle* se réfère à divers tests statistiques de spécification pour vérifier si le modèle est congru c'est-à-dire qu'il ne peut être mis à défaut. Ces tests statistiques consistent à tester que les résidus du modèle estimé ne suivent pas exactement le bruit blanc mais s'en rapprochent en d'autres termes les résidus doivent être autocorrélés. il est nécessaire d'effectuer des tests sur les paramètres et sur les résidus afin de les départager.

- **Test sur les paramètres** : Les coefficients du modèle doivent être significativement différents de zéro, pour ce fait on utilise la probabilité au risque de 5%.

Si la Probabilité de T-Statistic < 0.05 on rejette l'hypothèse nulle $H_0 = \phi_p = 0$. Dans le cas contraire, on accepte l'hypothèse de nullités de paramètres. Dans le cas contraire, on accepte l'hypothèse de nullités de paramètres (voir la table de student en Annexe A.1)

Si l'on montre qu'un ou plusieurs paramètres du modèle ne sont pas significativement différents de zéro, on estime à nouveau le modèle en excluant les variables correspondantes (erreur de signification) Après avoir validé plusieurs modèles, il convient de choisir le modèle optimal en se basant sur une comparaison de leur qualité en utilisant les critères d'informations.

➤ **Critères d'informations** : Ce sont des statistiques aidant à décider de l'ordre d'un modèle dans le cas où il en existerait plusieurs. Entre autres ; on peut citer :

❖ Critère d'information d'Akaike (AIC)

Il tient compte de la qualité d'ajustement du modèle à la série observée et du nombre de Paramètres utilisés dans l'ajustement.

*. Un modèle consiste en une présentation formalisée d'un phénomène sous forme d'équations mathématiques.

$$AIK = \text{Log}\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + 2\frac{p+q}{n}$$

❖ **Critère de Schwartz 1978 (SC)**

$$SC(p, q) = \text{Log}\hat{\sigma}_\varepsilon^2 + (p + q)\frac{\text{Log}n}{n}$$

Dans le cas où les critères d'informations AIC et SC de deux ou plusieurs modèles retenus seraient très proches ou contradictoires, on fait intervenir ce principe puisque le but de la modélisation d'une chronique est de minimiser le nombre de paramètres à estimer.

➤ **Tests sur les résidus**

Lorsque le modèle est bien estimé, les résidus entre les valeurs observées et les valeurs estimées doivent se comporter comme un bruit blanc (gaussien ou pas). Les résidus (ou erreurs de prévision) sont notés $\varepsilon_t, t \in Z$.

❖ **Test de Box-Ljung**

Il permet de vérifier l'hypothèse de bruit blanc des résidus, ce qui signifie qu'il n'existe aucune autocorrélation significativement non nulle, il se base sur la fonction d'autocorrélation.

❖ **Test de normalité :**

Le test le plus fréquent qui permet de vérifier la normalité d'une distribution statistique est celui de Jarque et Bera (1984), ce dernier est fondé sur la notion de Skewness (asymétrie) et de Kurtosis (aplatissement, queue de distribution).

❖ **Test de Jarque et Bera[29]**

$$JB = \frac{n}{6}B_1^2 + \frac{n}{24}(B_2 - 3)^2 \text{ Suit une } X_2^2 \text{ à deux degrés de liberté.}$$

$B_1^{\frac{1}{2}}$ Le coefficient de Skewness et B_2 Le coefficient de Kurtosis.

Si $JB > X_{1-\alpha}^2 \Rightarrow$ on rejette l'hypothèse H_0 de normalité des résidus au seuil α (voir la table de Khi-deux Annexe).

❖ **Test d'hétéroscédasticité :** (l'existence d'effet ARCH)

Pour ce faire, on utilise les corrélogrammes des carrés des résidus, si un ou plusieurs termes sont significativement différents de zéro, on déduit qu'il y a effet ARCH qui est détecté par la statistique de Box et Ljung, ceci est confirmé par la statistique du Multiplicateur de Lagrange $LM = nR^2$ avec $n =$ le nombre d'observations servant au calcul de la régression. $R^2 =$ le coefficient de détermination.

Soit une spécification de type ARCH pour les erreurs ε_t tel que :

$$\varepsilon_t = \mu_t \cdot h_t \text{ avec } \mu_t \rightarrow N(0, 1) \text{ et } h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$$

Soit l'hypothèse H_0 : “ $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ ” contre

H_1 : “ α_i non nul ”

- Si $LM < X_1^2$ on accepte H_0 , la variance de l'erreur est constante $h_t^2 = \alpha_0$

Dans le cas contraire $LM > X^2(p)$ à p degrés de libertés compris entre 1 et 3, on rejette H_0 et le processus est justifiable d'un modèle ARCH(p).

-Si : $p > 3$ le modèle sera justifié d'un modèle de type GARCH.

Les modèles ARCH/GARCH

Les modèles classiques de prévision fondés sur les modèles ARMA supposent des séries temporelles à variance constante (hypothèse d'homoscédasticité). Cette modélisation néglige donc, éventuellement, l'information contenue dans le facteur résiduel de la chronique.

Les modèles de type ARCH (AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity) permettent de modéliser des chroniques qui ont une volatilité (ou variance ou variabilité) instantanée qui dépend du passé. Il est ainsi possible d'élaborer une prévision dynamique de la chronique en termes de moyenne et de variance.[34] Les modèles ARCH ont été introduit par Engle (1982) puis généralisé en 1986 par Bollerslev, On s'intéresse à étudier les processus (ARCH/GARCH) qui reposent sur une spécification quadratique de la variance conditionnelle des perturbations, cette classe de modèles a pour objet de pallier les insuffisances des représentations ARMA non adaptées aux séries financières. Dans un modèle de type ARCH, ε_t est un processus tel que :

$$E(\varepsilon_t/\varepsilon_{t-1}) = 0$$

$$V(\varepsilon_t/\varepsilon_{t-1}) = \sigma_t^2$$

$$\text{Où } \varepsilon_t = (\varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots)$$

σ_t^2 : Représente la variance conditionnelle du processus ε_t .

On voit que la variance conditionnelle peut varier au cours du temps (hétéroscédasticité conditionnelle), ce que n'était pas le cas pour les processus ARMA (la variance est constante : homoscédasticité).

Pour centrer et réduire ce processus :

$$Z_t = \frac{\varepsilon_t - 0}{\sigma_t} = \varepsilon_t \times (\sigma_t^2)^{-\frac{1}{2}} \text{ Ce que implique que : } \varepsilon_t = Z_t \times \sqrt{V(\varepsilon_t/\varepsilon_{t-1})}$$

Le processus $ARCH(p)$ est le modèle de base des processus ARCH. Ce modèle est basé sur une paramétrisation quadratique de la variance conditionnelle. ε_t^2 Apparaît comme une fonction linéaire des p valeurs passées du processus des carrés des innovations.

On peut définir un processus $ARCH(p)$ comme : $h_t = \sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2$

Modèles avec erreur ARCH

On considère un processus $ARCH$ pour modéliser le résidu d'un modèle linéaire. Prenons l'exemple d'un modèle linéaire ARMA avec résidu de type $ARCH(p)$. Soit : $\phi(B)X_t = \theta(B)\varepsilon_t$

On dit que X_t est un processus ARMA avec effet $ARCH$ d'ordre p si :

$$\varepsilon_t = Z_t \times \sqrt{h_t}; Z_t \text{ est bruit blanc faible } Z_t \sim N(0, 1)$$

$$h_t = V(\varepsilon_t/\varepsilon_{t-1}) = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 ; h_t \text{ est l'équation de la variance.}$$

• Processus GARCH

Le modèle GARCH est une généralisation (Generalized), due à Bollerslev (1986), des modèles de type ARCH. La spécification est la suivante :

$$y = X_t + \varepsilon_t \text{ Avec : } \varepsilon_t = \mu_t \times h_t, \mu_t \rightarrow N(0, 1)$$

Un processus $GARCH(p, q)$ est défini par :

$$h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j h_{t-j}^2$$

3.3.6 Prédiction

C'est l'ultime étape de cette méthode, lorsque le modèle est validé, la prédiction peut alors être calculée à un horizon de quelques périodes, Il est nécessaire lors de la phase de prédiction de prendre en compte la transformation retenue et de recoller la prédiction.

Plusieurs cas sont possibles :

-Si le processus contient une tendance déterministe, on extrait cette dernière par régression afin d'obtenir une série stationnaire lors de la phase d'estimation. Ensuite, lors de la phase de prédiction, on adjoint aux prévisions réalisées sur la composante $ARMA$ stationnaire, la projection de la tendance.

-Si la transformation résulte de l'application d'un filtre linéaire, on réalise les prévisions sur les séries filtrées stationnaires et l'on reconstruit ensuite par inversion du filtre les prévisions sur la série initiale. Considérons un processus

$$ARMA(p, q) : \phi_q(L)X_t = \theta_q(L)\varepsilon_t$$

Et notons $\widehat{X}_t(h)$ la prédiction faite en t pour la date $t + h$, h désignant l'horizon de prédiction. La prédiction $\widehat{X}_t(h)$ est aussi l'espérance mathématique de X_{t+h} conditionnelle en X_1, X_2, \dots , donc le modèle de base de prédiction s'écrit comme suit :

$$\widehat{X}_t(h) = E(X_{t+h}/I_t)$$

Où I_t est l'information disponible à t .

L'erreur de prédiction est donnée par :

$$\varepsilon_t = X_{t+h} - \widehat{X}_t(h)$$

L'intervalle de confiance de la prédiction sous la forme :

$$X_{t+h} = \widehat{X}_t(h) \pm t_{\frac{\alpha}{2}} (1 + \sum_{j=1}^{h-1} \varphi_j^2)^{\frac{1}{2}} s_{\varepsilon t}$$

où $s_{\varepsilon t}$ l'estimation de l'écart type du bruit blanc et $t_{\frac{\alpha}{2}}$ la valeur de la loi de student centrée réduite tel que : $\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_{\varepsilon}^2)$

3.4 Modélisation de la série du taux de change par la méthode de Box-Jenkins sur les séries "EURO-DZD" et "USD-DZD"

La méthode de BOX et JENKINS est une méthode itérative pour la prédiction des processus $ARMA(p, q)$ stationnaire, la stationnarisation est donc une opération préalable pour l'application de cette méthode, elle peut se faire par une simple différentiation de la série concernée avec le teste de Dicky-Fuller jusqu'à l'obtention d'une série stationnaire $ARIMA(p, d, q)$ d'ordre d . Dans la section précédente, nous avons fait le tour des différents aspects théoriques concernant les techniques de prédiction sous les Modèles

ARMA ou bien ARIMA et les modèles ARMA ou bien ARIMA avec erreurs ARCH/GARCH. Dans cette section, nous essayerons de mettre ces concepts en pratique, pour ce fait, nous allons tenter de modéliser la volatilité du taux de change de dinar algérien et de le prévoir à cours terme.

❖ Dans un premier temps, nous allons étudier la stationnarité de la série et validé le modèle ensuite on vérifier les résidus s'ils sont des bruits blancs ou bien possèdent une erreur ARCH ou GARCH.

❖ Dans un second temps, nous évaluerons le modèle finale avec une méthode de prévision.

3.4.1 Présentation des données

Notre série de donnée représente l'évolution taux de changes, du dinar algérien (DZD) en moyenne annuelle. L'étude recouvre la période de 1961 au 2019, soit 59 observations, les données sont tirées de la **Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance**. Pour le traitement économétrique de notre série, on utilisera le logiciel Eviews9.

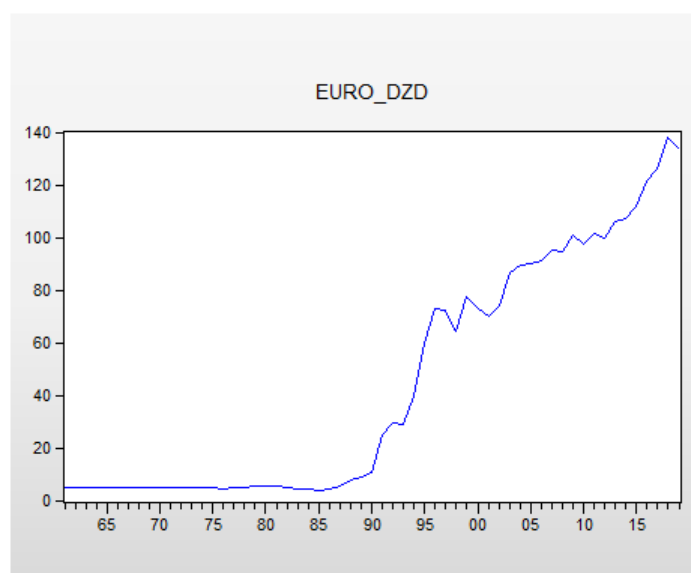
3.4.2 Étude de la série taux de change "EURO-DZD"

Avant toute analyse de série temporelle, il est indispensable d'étudier avec soin le graphe représentant son évolution, car ce dernier fournit à priori une idée globale sur la nature et les caractéristiques du processus générant cette série à savoir : tendance, saisonnalité.

L'examen du graphe de sa série brute

Considérons la série "EURO-DZD" qui représente l'évolution du taux de change avec cotation à l'incertain entre le dinar algérien et l'EURO, où la représentation graphique est la suivante :

Figure 3.2 – Evolution du taux de change EURO-DZD



La représentation graphique de la série "EURO-DZD" représente une stabilité dans son parcours de 1961 jusqu'à 2019, ensuite visuellement le taux de change "EURO-DZD" a enregistré une tendance à

partir de 1990. Donc la série n'est pas stationnaire. Nous passons au teste de Dicky-Fuller.

➤ **Etude de la stationnarité de la série "EURO-DZD"**

• **Test de racine unitaire (Dicky-Fuller)**

A partir du logiciel Eviews, on teste la stationnarité de la série "EURO-DZD" par la méthode Dicky-Fuller les trois modèles [1], [2], [3], dont les résultats d'analyse sont représentés ci-dessous.

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.3 – Le test DF avec tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on EURO_DZD				
Null Hypothesis: EURO_DZD has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.625816	0.7705
Test critical values:				
	1% level		-4.124265	
	5% level		-3.489228	
	10% level		-3.173114	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(EURO_DZD)				
Method: Least Squares				
Date: 08/26/20 Time: 15:30				
Sample (adjusted): 1962 2019				
Included observations: 58 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
EURO_DZD(-1)	-0.061296	0.037702	-1.625816	0.1097
C	-2.144455	1.684081	-1.273368	0.2082
@TREND("1961")	0.237492	0.098865	2.402187	0.0197

La t-statistique de la tendance égale à 2.40 est inférieure à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.4 – Le test DF sans tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on EURO_DZD					
Null Hypothesis: EURO_DZD has a unit root					
Exogenous: Constant					
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)					
			t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic			1.446295	0.9990	
Test critical values:					
	1% level		-3.548208		
	5% level		-2.912631		
	10% level		-2.594027		
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.					
Augmented Dickey-Fuller Test Equation					
Dependent Variable: D(EURO_DZD)					
Method: Least Squares					
Date: 08/26/20 Time: 15:37					
Sample (adjusted): 1962 2019					
Included observations: 58 after adjustments					
	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	EURO_DZD(-1)	0.022121	0.015295	1.446295	0.1537
	C	1.270762	0.940363	1.351353	0.1820

La t-statistique de la constante égale à 1.351353 est inférieur à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.1), donc le constant est non significatif différent de zéro.

modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.5 – Le test DF sans tendance et sans constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on EUR_DZD					
Null Hypothesis: EUR_DZD has a unit root					
Exogenous: None					
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)					
			t-Statistic	Prob.*	
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-0.005831	0.6758	
Test critical values:					
	1% level		-2.614029		
	5% level		-1.947816		
	10% level		-1.612492		
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.					
Augmented Dickey-Fuller Test Equation					
Dependent Variable: D(EUR_DZD)					
Method: Least Squares					
Date: 09/01/20 Time: 12:02					
Sample (adjusted): 1971 2018					
Included observations: 48 after adjustments					
	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
	EUR_DZD(-1)	-0.000232	0.039741	-0.005831	0.9954

La t-statistique $t = -0.005831$ est supérieur aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils 1%, 5% et 10%. On rejette donc l'hypothèse nulle l'existence de racine unitaire c'est-à-dire la série non stationnaire. Alors on passe au teste de **Dicky-Fuller augmenté**.

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.6 – Le test DFA avec tendance et constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(EURO_DZD)				
Null Hypothesis: D(EURO_DZD) has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.579937	0.0000
Test critical values:	1% level		-4.127338	
	5% level		-3.490662	
	10% level		-3.173943	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(EURO_DZD,2)				
Method: Least Squares				
Date: 08/26/20 Time: 15:39				
Sample (adjusted): 1963 2019				
Included observations: 57 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(EURO_DZD(-1))	-0.923065	0.140285	-6.579937	0.0000
C	-0.374475	1.398280	-0.267811	0.7899
@TREND("1961")	0.081878	0.043375	1.887698	0.0644

La t-statistique de la tendance égale à 1.88 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.1), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.7 – Le test DFA sans tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(EURO_DZD)				
Null Hypothesis: D(EURO_DZD) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.174152	0.0000
Test critical values:				
	1% level		-3.550396	
	5% level		-2.913549	
	10% level		-2.594521	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(EURO_DZD,2)				
Method: Least Squares				
Date: 08/26/20 Time: 15:41				
Sample (adjusted): 1963 2019				
Included observations: 57 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(EURO_DZD(-1))	-0.831763	0.134717	-6.174152	0.0000
C	1.868376	0.754216	2.477243	0.0163

La t-statistique de la constante égale à 2.477243 est inférieure à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5% (dans l'annexe A.1), donc le constant est non significatif différent de zéro.

Modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.8 – Le test DFA sans tendance et sans constante

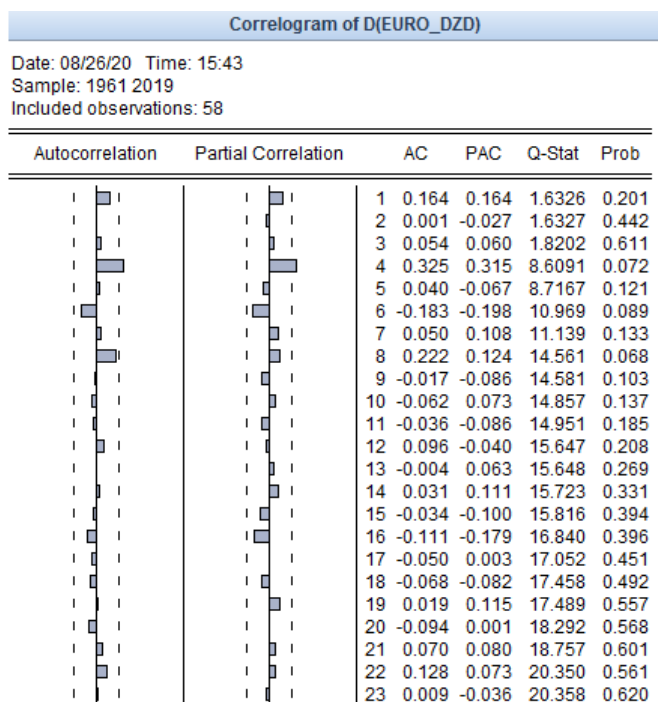
Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(EUR_DZD)				
Null Hypothesis: D(EUR_DZD) has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-7.192890	0.0000
Test critical values:				
	1% level		-2.615093	
	5% level		-1.947975	
	10% level		-1.612408	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(EUR_DZD,2)				
Method: Least Squares				
Date: 09/01/20 Time: 12:09				
Sample (adjusted): 1972 2018				
Included observations: 47 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(EUR_DZD(-1))	-1.062700	0.147743	-7.192890	0.0000

La t-statistique $t = -7.192890$ est inférieure aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils 1%, 5% et 10%. On accepte donc l'hypothèse nulle de non existence de racine unitaire c'est-à-dire la série est stationnaire.

➤ **Corrélogramme de la série**

Le corrélogramme ci-dessous donné par Eviews. Les bornes de l'intervalle de confiance sont présentées par des pointillés, tous les termes qui sont à l'intérieur de cet intervalle sont significativement nuls et ceux qui sortent de ce dernier sont significativement différent de zéro au seuil de signification de 5%.

Figure 3.9 – Le corrélogramme de la série



D'après le corrélogramme nous constatons trois modèles : ARIMA (4,1,4), ARIMA (0,1,4) et ARIMA (4,1,0). Le choix du modèle se fait parmi tous les modèles candidats, nous utilisons les critères de spécification (Akaike, Schwarz, R-squared et Sum squared resid). Le meilleur modèle est celui qui minimise les critères de choix. Il apparaît que parmi les modèles ARIMA (4,1,4), ARIMA(0,1,4), ARIMA(4,1,0) Le modèle ARIMA(4,1,0) fournit une meilleure description car il possède les meilleurs critères d'informations.

➤ Estimation des paramètres :

Tout d'abord nous commençons par estimé le modèle ARIMA(4,1,4)

ARIMA(4,1,4)

Figure 3.10 – Le test de modèle ARIMA(4,1,4)

Dependent Variable: D(EUR_DZD)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/01/20 Time: 20:48
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 35 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.677413	0.304554	2.224278	0.0303
MA(4)	-0.291467	0.344221	-0.846742	0.4008
SIGMASQ	24.16757	3.083557	7.837563	0.0000
R-squared	0.077165	Mean dependent var		2.222981
Adjusted R-squared	0.043608	S.D. dependent var		5.162157
S.E. of regression	5.048347	Akaike info criterion		6.144475
Sum squared resid	1401.719	Schwarz criterion		6.251050
Log likelihood	-175.1898	Hannan-Quinn criter.		6.185988
Durbin-Watson stat	1.542267			
Inverted AR Roots	.91	.00+.91i	-.00-.91i	-.91
Inverted MA Roots	.73	.00-.73i	.00+.73i	-.73

ARIMA(4,1,0)

Figure 3.11 – Le test de modèle ARIMA(4,1,0)

Dependent Variable: D(EUR_DZD)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/01/20 Time: 20:53
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 26 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.455465	0.077374	5.886504	0.0000
SIGMASQ	24.79325	3.246101	7.637855	0.0000
R-squared	0.053274	Mean dependent var		2.222981
Adjusted R-squared	0.036368	S.D. dependent var		5.162157
S.E. of regression	5.067417	Akaike info criterion		6.133448
Sum squared resid	1438.008	Schwarz criterion		6.204498
Log likelihood	-175.8700	Hannan-Quinn criter.		6.161123
Durbin-Watson stat	1.526856			
Inverted AR Roots	.82	.00-.82i	.00+.82i	-.82

ARIMA (0,1,4)

Figure 3.12 – Le test de modèle ARIMA(0,1,4)

Dependent Variable: D(EUR_DZD)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/01/20 Time: 20:55
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 17 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(4)	0.341243	0.089230	3.824310	0.0003
SIGMASQ	26.72363	3.799164	7.034082	0.0000
R-squared	-0.020437	Mean dependent var		2.222981
Adjusted R-squared	-0.038659	S.D. dependent var		5.162157
S.E. of regression	5.260993	Akaike info criterion		6.200929
Sum squared resid	1549.971	Schwarz criterion		6.271979
Log likelihood	-177.8269	Hannan-Quinn criter.		6.228604
Durbin-Watson stat	1.469728			
Inverted MA Roots	.54-.54i	.54+.54i	-.54+.54i	-.54+.54i

❖ Estimation :

Tableau 3.1 – Choix du nombre de retard P à retenir de la série “EURO-DZD”

Modèle	AKAIK	schwarz	R-squared	Décision
ARIMA(4,1,4)	6.14	6.25	0.0077	H0 rejeté
ARIMA(0,1,4)	6.20	6.27	0.020	H0 rejeté
ARIMA(4,1,4)	6.13	6.20	0.05	H0 accepté

D’après le tableau nous constatons que le critère de schwarz et le critère d’Akaike est minimisé pour un nombre de retards nul $p=4$ pour les trois modèles, et pour le R^2 est maximiser pour un $p = 4$.

➤ Validation du modèle

❖ Test sur les paramètres

Figure 3.13 – Le test de modèle ARIMA(4,1,0)

Dependent Variable: D(EUR_DZD)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/01/20 Time: 20:53
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 26 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

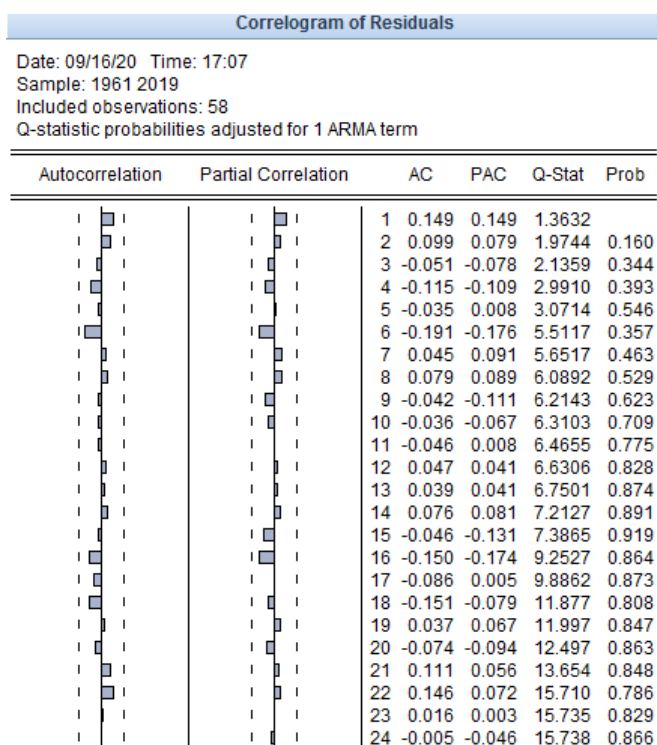
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(4)	0.455465	0.077374	5.886504	0.0000
SIGMASQ	24.79325	3.246101	7.637855	0.0000

Le coefficient de paramètre du modèle ARIMA(4,1,0) est significativement différent de zéro, ce qui est confirmé par le test de student car la t-statistiques associé au paramètre du modèle (5.886504) est supérieur au valeur théorique (1.96) au seuil 5%.

❖ Test sur les résidus

Corrélogramme des résidus

Figure 3.14 – Le Corrélogramme des résidus

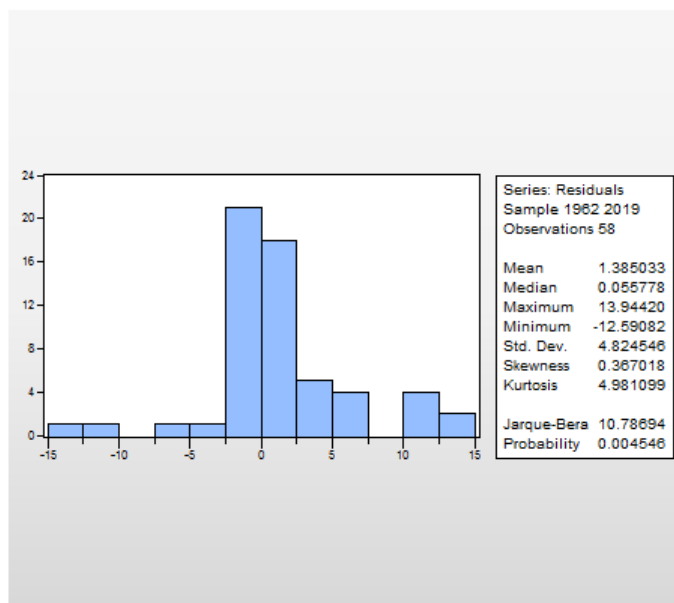


Le corrélogramme simple et partielle des résidus indique des pics ne sont pas significativement différents de zéro (probabilité >0.05). Donc les résidus sont des bruits blancs.

➤ **Jarque-Berra : (teste de normalité)**

Les tests sont effectués à partir des allures empiriques des coefficients de skewness, Kurtosis et la statistique de Jarque-Berra donnée par le logiciel Eviews. D'après le logiciel on obtient l'histogramme suivant :

Figure 3.15 – L’histogramme des résidus de la série



Nous constatons que $J-B = 10.78 > X_2 = 5.99$ (la table de Khi deux dans l’annexe A.3) donc nous refusons l’hypothèse H_0 car la distribution de la série EURO-DZD n’est pas normale. On rejette l’hypothèse H_0 de la normalité.

Test de skewness et kurtosis (Au seuil 5%)

La symétrie :

$$N = 58, SK = 0.36, Ku = 4.98$$

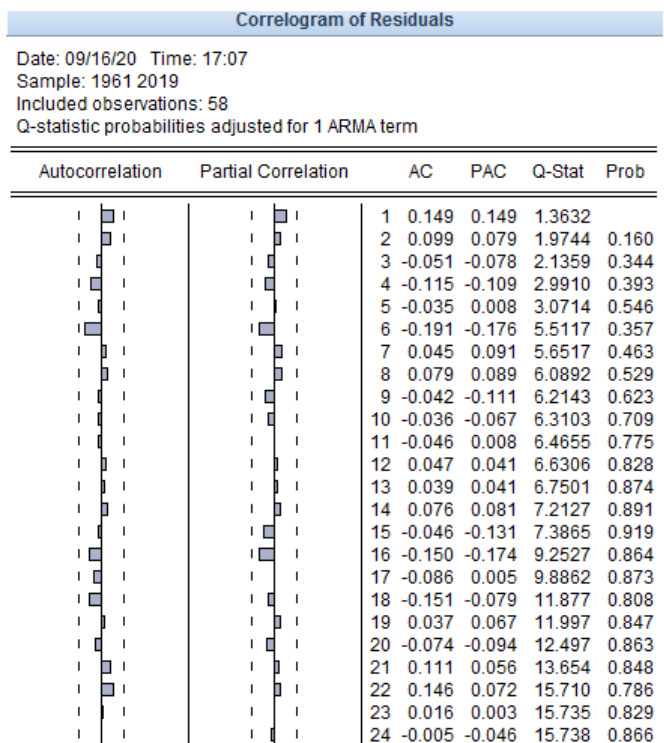
$$|V_1| = \frac{B_1^{12} - 0}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = 1.12 < X_2^2 = 1.96 \text{ au seuil de } 5\%$$

$$|V_2| = \frac{B_2 \sqrt{3}}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = 3.07 > X_2^2 = 1.96$$

Donc la série n’est pas symétrique. On accepte l’hypothèse de l’asymétrie et on rejette l’hypothèse d’aplatissement normale (une distribution leptokurtique). Donc la distribution des résidus est non normale.

➤ **Corrélogramme des résidus au carré du modèle ARIMA(4,1,0)**

Figure 3.16 – Le corrélogramme des résidus aux carrés



D'après le corrélogramme il existe des pics qui sont significativement différents de zéro alors ils ne sont pas des bruits blancs donc il existe une possibilité d'avoir un effet ARCH ou bien GARCH, on passe au test de multiplicateur de Lagrange (LM).

➤ **Teste de ARCH (p)**

Le résultat repris dans le tableau ci-dessous nous pousse à rejeter l'hypothèse nulle.

Figure 3.17 – Le test de ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH				
F-statistic	1.995445	Prob. F(1,55)	0.1634	
Obs*R-squared	1.995604	Prob. Chi-Square(1)	0.1578	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 09/06/20 Time: 16:40				
Sample (adjusted): 1963 2019				
Included observations: 57 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	20.64535	7.391129	2.793260	0.0072
RESID^2(-1)	0.186857	0.132279	1.412602	0.1634
R-squared	0.035011	Mean dependent var	25.22821	
Adjusted R-squared	0.017465	S.D. dependent var	50.58246	
S.E. of regression	50.13879	Akaike info criterion	10.70192	
Sum squared resid	138264.4	Schwarz criterion	10.77361	
Log likelihood	-303.0048	Hannan-Quinn criter.	10.72978	
F-statistic	1.995445	Durbin-Watson stat	2.123265	
Prob(F-statistic)	0.163407			

D’après le corrélogramme en remarque que les résidus ne sont pas des bruits blancs.

On a le nombre $Obs \cdot R\text{-squared} = 1.995 < 3.84$, donc on confirme l’absence d’effet ARCH ou GARCH c’est-à-dire On accepte l’hypothèse nulle.

nR^2 Suit la loi de X_p^2 avec :

Pour $p=1$: $nR^2 = 1.99 < X_1^2 = 3,84$. (Khi deux pour $p=1$ Annexe A.3)

L’écriture de modèle est : Posant $EURO\text{-}DZD = ED$

$$ED_t = 1.19 ED_{t-1} - 0.155 ED_{t-2} + 0.004 ED_{t-3} + 0.3536 ED_{t-4} + 0.391 ED_{t-5} + \varepsilon_t$$

➤Prévision

Figure 3.18 – représentation graphique de la prévision du taux de change “EURO-DZD”

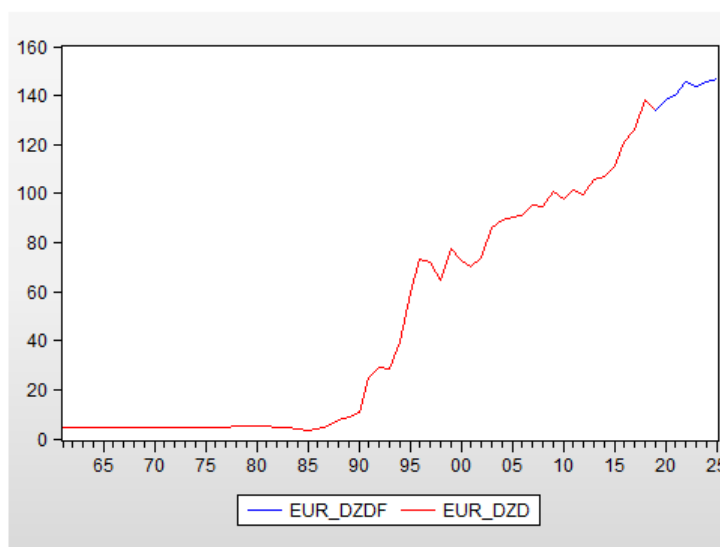


Tableau 3.2 – Présentation des valeurs de la prévision du taux de change “EURO-DZD”

Année	Prévision
2020	138.1266
2021	140.2454
2022	145.7988
2023	143.8151
2024	145.8353
2025	146.8004

Les valeurs de la prévision du taux de change “EURO-DZD” à l’horizon 2025 sont représenté dans le tableau suivant :

D’après la figure 3.18 et le tableau 3.2 nous constatons que le taux de change à l’horizon 2025 marquera des fluctuations positive et négative, telle que en 2020 le taux de change “EURO-DZD” se baisera à 140.2454% à cause du pandémie “COVID 19” qu’influence sur le taux de change et l’économique Algérienne en général.

Ensuite, ce derniers enregistrera une augmentation considérable en 2022 : 145.7988%, à partir de 2023 il va avoir une dépréciation dans son parcours. Mais on remarque qu’en 2025 il marquera une appréciation de 146.8004%.

3.4.3 Modélisation du taux de change “USD-DZD”

Présentation des données

Notre série de donnée représente l’évolution taux de changes, du dinar algérien (DZD) contre l’USD. Elle est de moyenne annuelle. L’étude recouvre la période de 1962 au 2019, soit 59 observations, les données sont tirées de la **Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance**. Pour le traitement économétrique de notre série, on utilisera le logiciel Eviews9.

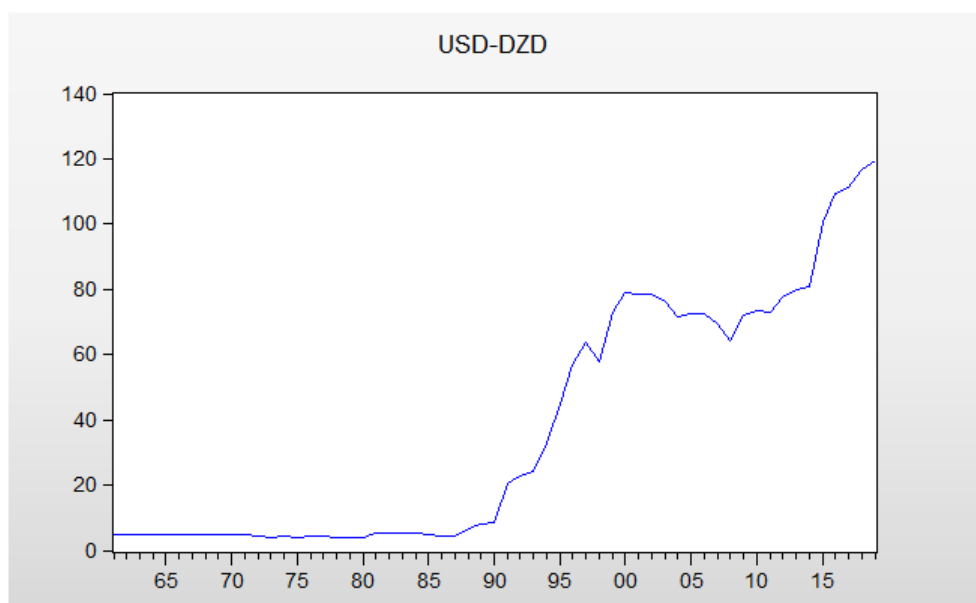
Étude de la série taux de change “USD-DZD”

Avant toute analyse de série temporelle, il est indispensable d’étudier avec soin le graphe représentant son évolution, car ce dernier fournit à priori une idée globale sur la nature et les caractéristiques du processus générant cette série à savoir : tendance, saisonnalité.

L’examen du graphe de sa série brute

Considérons la série “USD-DZD” qui représente l’évolution du taux de change avec cotation à l’incertain entre le dinar algérien et l’USD, où la représentation graphique est la suivante :

Figure 3.19 – Evolution du taux de change “USD-DZD”



La représentation graphique de la série “USD-DZD” représente une stabilité dans son parcours de 1961 jusqu’à 1990, ensuite le taux de change “USD-DZD” a enregistré une tendance à partir de 1990. donc la série n’est pas stationnaire. On passe au teste de Dicky-Fuller.

➤ **Etude de la stationnarité de la série “USD-DZD”:**

❖ **Test de racine unitaire (Dicky-Fuller)**

A partir du logiciel Eviews, nous testons la stationnarité de la série “USD-DZD” par la méthode Dicky-Fuller les trois modèles [1], [2], [3], dont les résultats d’analyse sont représentés ci-dessous:

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.20 – Le test DF avec tendance et avec constante

Null Hypothesis: USD_DZD has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.213781	0.8981
Test critical values:		
1% level	-4.124265	
5% level	-3.489228	
10% level	-3.173114	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(USD_DZD)
 Method: Least Squares
 Date: 08/17/20 Time: 21:58
 Sample (adjusted): 1962 2019
 Included observations: 58 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
USD_DZD(-1)	-0.047027	0.038745	-1.213781	0.2300
C	-1.685296	1.481776	-1.137349	0.2603
@TREND("1961")	0.181836	0.084422	2.153890	0.0356

R-squared 0.122408 Mean dependent var 1.974023
 Adjusted R-squared 0.090496 S.D. dependent var 4.779484
 S.E. of regression 4.558096 Akaike info criterion 5.922025
 Sum squared resid 1142.693 Schwarz criterion 6.028600
 Log likelihood -168.7387 Hannan-Quinn criter. 5.963538
 F-statistic 3.835745 Durbin-Watson stat 1.583822
 Prob(F-statistic) 0.027577

La t-statistique de la tendance égale à 2.153890 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 %, donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.21 – Le test DF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: USD_DZD has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.687369	0.9995
Test critical values:		
1% level	-3.548208	
5% level	-2.912631	
10% level	-2.594027	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(USD_DZD)
 Method: Least Squares
 Date: 08/17/20 Time: 22:03
 Sample (adjusted): 1962 2019
 Included observations: 58 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
USD_DZD(-1)	0.028571	0.016933	1.687369	0.0971
C	0.938245	0.870800	1.077452	0.2859

R-squared 0.048383 Mean dependent var 1.974023
 Adjusted R-squared 0.031390 S.D. dependent var 4.779484
 S.E. of regression 4.703872 Akaike info criterion 5.968523
 Sum squared resid 1239.079 Schwarz criterion 6.039573
 Log likelihood -171.0872 Hannan-Quinn criter. 5.996199
 F-statistic 2.847215 Durbin-Watson stat 1.574978
 Prob(F-statistic) 0.097095

La t-statistique de la constante égale à 1.687369 est inférieur à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5 %

(dans l'annexe A.2), donc le constant est non significatif différent de zéro.

modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.22 – Le test DF sans tendance et sans constante

Null Hypothesis: USD_DZD has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	3.444911	0.9998
Test critical values:		
1% level	-2.605442	
5% level	-1.946549	
10% level	-1.613181	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(USD_DZD)
 Method: Least Squares
 Date: 09/03/20 Time: 12:23
 Sample (adjusted): 1962 2019
 Included observations: 58 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
USD_DZD(-1)	0.041432	0.012027	3.444911	0.0011
R-squared	0.028656	Mean dependent var		1.974023
Adjusted R-squared	0.028656	S.D. dependent var		4.779484
S.E. of regression	4.710507	Akaike info criterion		5.954559
Sum squared resid	1264.766	Schwarz criterion		5.990084
Log likelihood	-171.6822	Hannan-Quinn criter.		5.968397
Durbin-Watson stat	1.563294			

La t-statistique $t = 3.444911$ est supérieur aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils 1%, 5% et 10%. On rejette donc l'hypothèse nulle l'existence de racine unitaire c'est-à-dire la série non stationnaire. Alors en passe au teste de Dicky-Fuller augmenté.

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.23 – Le test ADF avec tendance et avec constante

Null Hypothesis: D(USD_DZD) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.047426	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.127338	
5% level	-3.490662	
10% level	-3.173943	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(USD_DZD,2)
Method: Least Squares
Date: 08/23/20 Time: 18:45
Sample (adjusted): 1963 2019
Included observations: 57 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(USD_DZD(-1))	-0.809303	0.133826	-6.047426	0.0000
C	-0.537064	1.265113	-0.424519	0.6729
@TREND("1961")	0.072366	0.038874	1.861558	0.0681

R-squared	0.403822	Mean dependent var	0.043600
Adjusted R-squared	0.381741	S.D. dependent var	5.818948
S.E. of regression	4.575407	Akaike info criterion	5.930464
Sum squared resid	1130.455	Schwarz criterion	6.037993
Log likelihood	-166.0182	Hannan-Quinn criter.	5.972254
F-statistic	18.28847	Durbin-Watson stat	1.992297
Prob(F-statistic)	0.000001		

La t-statistique de la tendance égale à 1.861558 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dikey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.2), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.24 – Le test ADF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: D(USD_DZD) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.629474	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.550396	
5% level	-2.913549	
10% level	-2.594521	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(USD_DZD,2)
Method: Least Squares
Date: 09/02/20 Time: 00:13
Sample (adjusted): 1963 2019
Included observations: 57 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(USD_DZD(-1))	-0.729702	0.129622	-5.629474	0.0000
C	1.477504	0.669785	2.205939	0.0316

R-squared	0.365563	Mean dependent var	0.043600
Adjusted R-squared	0.354027	S.D. dependent var	5.818948
S.E. of regression	4.676830	Akaike info criterion	5.957575
Sum squared resid	1203.001	Schwarz criterion	6.029261
Log likelihood	-167.7909	Hannan-Quinn criter.	5.985435
F-statistic	31.69097	Durbin-Watson stat	2.029292
Prob(F-statistic)	0.000001		

La t-statistique de la constante égale à 2.205939 est inférieur à 2.54 (Dikey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.2), donc le constant est non significatif différent de zéro.

Modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.25 – Le test ADF sans tendance et sans constante

Null Hypothesis: D(USD_DZD) has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-5.629474	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.550396	
5% level	-2.913549	
10% level	-2.594521	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(USD_DZD,2)
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/20 Time: 00:13
 Sample (adjusted): 1963 2019
 Included observations: 57 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(USD_DZD(-1))	-0.729702	0.129622	-5.629474	0.0000
C	1.477504	0.669785	2.205939	0.0316

R-squared	0.365563	Mean dependent var	0.043600
Adjusted R-squared	0.354027	S.D. dependent var	5.818948
S.E. of regression	4.676830	Akaike info criterion	5.957575
Sum squared resid	1203.001	Schwarz criterion	6.029261
Log likelihood	-167.7909	Hannan-Quinn criter.	5.985435
F-statistic	31.69097	Durbin-Watson stat	2.029292
Prob(F-statistic)	0.000001		

La t-statistique $t = -2.060386$ est inférieure aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils de 5% et 10%. On accepte donc l'hypothèse nulle de non existence de racine unitaire c'est-à-dire la série est stationnaire.

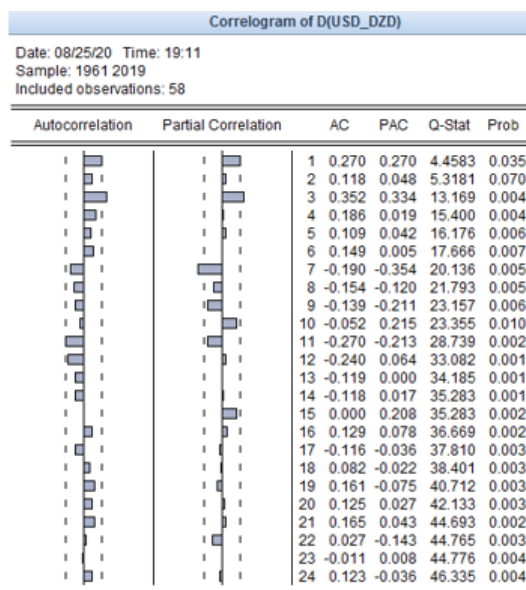
➤ Identification du modèle

La série "USD-DZD" est stationnaire. Cherchons un modèle ARIMA (p,d,q). Pour connaître les ordres du modèle ARIMA (p,d,q), nous allons nous servir de corrélogrammes de la série stationnaire augmenté.

❖ Corrélogramme de la série

Le corrélogramme ci-dessous donné par Eviews. Les bornes de l'intervalle de confiance sont présentées par des pointillés, tous les termes qui sont à l'intérieur de cet intervalle sont significativement nuls et ceux qui sortent de ce dernier sont significativement différent de zéro au seuil de signification de 5%.

Figure 3.26 – Le corrélogramme de la série “USD-DZD”



L’examen de ce corrélogramme montre quatre pics significatifs (à l’extérieur de l’intervalle de confiance) pour un nombre de retard égale à p=1, q= 3, p= 7 et q= 11 pour les termes d’autocorrélation simple et partielle. D’après ces termes on peut identifier les processus suivants :

ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (3,1,3), ARIMA (3,1,0), ARIMA (0,1,3), ARIMA (7,1,0) et ARIMA (0,1,11)

➤Estimation des paramètres

Tableau 3.3 – Représente l’estimation des paramètres des modèles

Modèle	t-statistique
ARIMA(1,1,1)	AR(1) = 9.70 MA(1) = -4.009
ARIMA(1,1,0)	AR(1) = 2.97
ARIMA (0,1,1)	MA(1) = 2.83
ARIMA(3,1,3)	AR(3) = 1.42 MA(3) = -0.29
ARIMA (3,1,0)	AR(3) = 4.72
ARIMA(0,1,3)	MA(3) = 2.83
ARIMA(7,1,0)	AR(7) = -0.35
ARIMA(0,1,11)	MA(11) = -0.49

Dans l’étape estimation de plusieurs processus en acceptant les modèles où les coefficients sont significativement différents de zéro, en comparant toujours les t-statistiques avec la valeur tabulée de Student. Les modèles où les valeurs de t-statistiques sont inférieures à 1.96 (valeur tabulée de la table de student dans l’annexe A.1) seront écartés de l’étude.

En outre nous avons estimé ces modèles sans constante, les processus ARIMA (3,1,3), ARIMA (7,1,0) et ARIMA (0,1,11) sont écartés de l'étude car leurs coefficients ne sont pas significatifs, alors nous testons les modèles qui restent.

Tableau 3.4 – Les critères d'AKAIK, Schwarz et R-squared

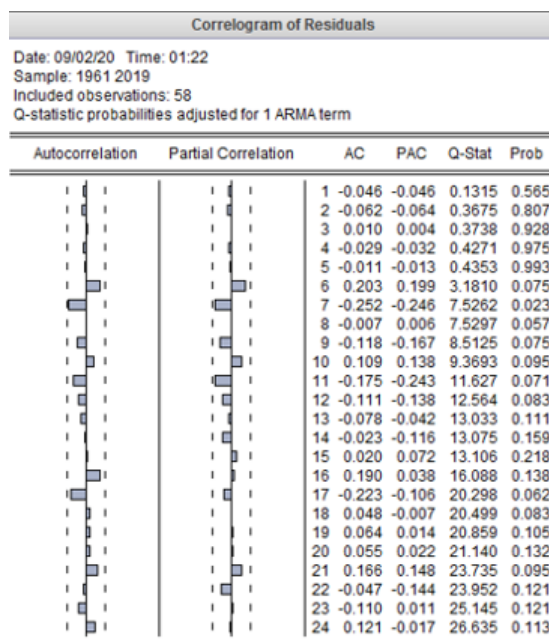
Modèle	AKAIK	Schwarz	R_squared
ARIMA(1,1,1)	5.97	6.02	0.077
ARIMA(1,1,0)	6.02	6.09	0.005
ARIMA(0,1,1)	6.04	6.11	0.02
ARIMA(3,1,0)	5.96	6.03	0.06
ARIMA(0,1,3)	6.02	6.09	0.002

On retient le modèle le plus adéquat, c'est-à-dire qui possède des coefficients significativement différents de zéro et qui a les critères AKAIKE (AIC) et SCHWARTZ (SC) les plus petits et avec un R-squared en prend le plus grand sans oublier que les résidus de ce modèle doivent être un bruit blanc.

❖ Test sur les résidus

Les résidus de modèle ARIMA (1,1,1) :

Figure 3.27 – Le corrélogramme des résidus du modèle ARIMA(1,1,1)



Le corrélogramme simple et partielle des résidus indique des pics significativement égaux à zéro (probabilités > 5%). Donc les résidus sont des bruits blancs, pour confirmer on fait le test d'autocorrélation de Box-Ljung.

Test d'autocorrélation des erreurs (Test de Box-Ljung)

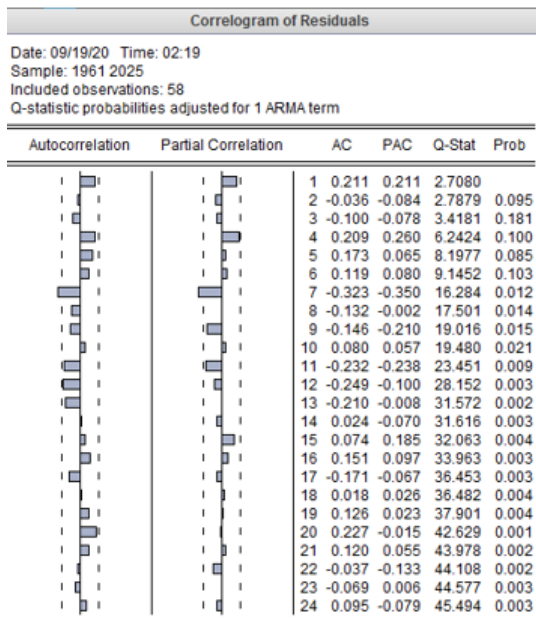
Ce test est utilisé pour tester l'hypothèse nulle :

H_0 : Les résidus forment un bruit blanc.

$Q(24) = 26.63 < X_{22} = 33.92$ On accepte l'hypothèse H_0 : les résidus forment un bruit blanc.

Les résidus de modèle ARIMA (3,1,0) :

Figure 3.28 – Le corrélogramme des résidus de ARIMA(3,1,0)



Le corrélogramme simple et partielle des résidus indique des pics significativement différents de zéro (prob < 5%). Donc les résidus ne sont pas des bruits blancs, pour confirmer on fait le test d'autocorrélation de Box-Ljung :

$$Q(24) = 45.49 > X_{21} = 32.67$$

on rejette l'hypothèse H_0 : les résidus ne forment pas un bruit blanc.

D'après le corrélogramme nous pouvons retenir le modèle ARIMA (1,1,1) parce que les résidus de ce modèle sont des bruits blancs.

L'estimation du modèle ARIMA (1,1,1) :

Figure 3.29 – L'estimation du modèle ARIMA(1,1,1)

Dependent Variable: D(USD_DZD)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/02/20 Time: 00:30
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 16 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

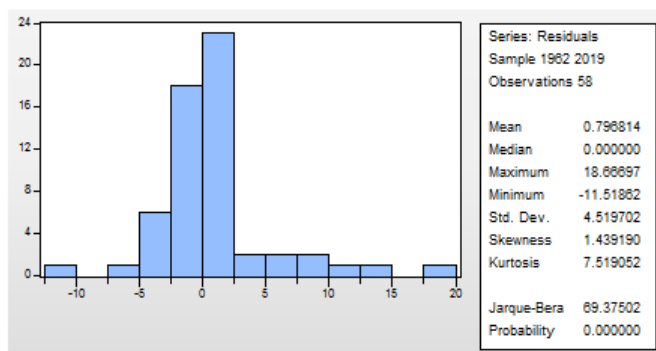
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.878449	0.090503	9.706312	0.0000
MA(1)	-0.631465	0.157492	-4.009506	0.0002
SIGMASQ	20.71042	2.153294	9.618019	0.0000

Pour confirmer la signification des paramètres, il faut appliquer le test de student sur de modèle ARIMA (1,1,1).

nous constatons que les coefficients des variables explicatives sont significativement différents de zéro car $|t \text{ statistique}| > 1.96$, ce qui est confirmé par la probabilité de nullité du coefficient qui sont inférieure à 0.05. On garde alors ce modèle pour les tests sur les résidus.

❖ **La normalité :(Jarque-Berra)**

Figure 3.30 – Représente le teste de normalité Jarque-Berra



nous constatons que $J-B = 69.37 > X_2 = 5.99$ (dans l'annexe A.2) donc on refuse l'hypothèse H_0 car la distribution de la série "USD-DZD" n'est pas normale. On rejette l'hypothèse H_0 de la normalité.

Test de skewness et kurtosis Au seuil 5%

$N = 58, SK = 1.43, Ku = 7.51$

$|V_1| = \frac{B_1^{12}-0}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = 4.45 > x_2 = 1.96$ au seuil de 5%

$|V_2| = \frac{B_2 \sqrt{3}}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = 7.01 > X_2 = 1.96$

On rejette les hypothèses de la symétrie et d'aplatissement normale (une distribution leptokurtique car Kurtosis = 7.51 > 3)

Donc on a la distribution des résidus est non normale.

Teste d'homoscédasticité :

Figure 3.31 – Le test ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.197484	Prob. F(1,55)	0.6585
Obs*R-squared	0.203933	Prob. Chi-Square(1)	0.6516

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/02/20 Time: 02:48
 Sample (adjusted): 1963 2019
 Included observations: 57 after adjustments

Test LM :

Le test LM permet de détecter la présence de l'effet ARCH

On a : nR^2 Suit la loi de X_p^2

n : nombre d'observation ,

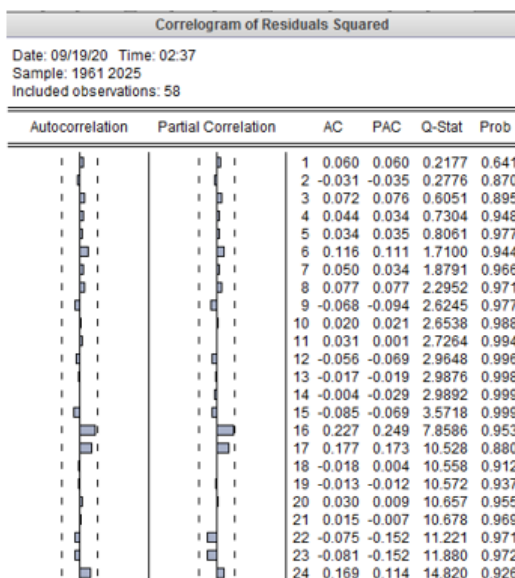
R^2 : coefficient de détermination ,

p : nombre de retard.

Pour p=1 : $X_p^2 0.20 < X_2(1) = 3,84$, avec probabilité $0.65 > 0.05$.

On accepte l'hypothèse nulle d'absence d'homoscédasticité de la variance Nous avons donc une absence d'effet ARCH. Ce qui confirme le corrélogramme des résidus au carrés :

Figure 3.32 – Le corrélogramme des résidus au carré



L'analyse de corrélogramme des résidus aux carrés montre que tous les termes sont à l'intérieur de l'intervalle de confiance, ce qui nous conduit à conclure l'absence d'effet ARCH.

❖ Écriture du modèle :

Le modèle peut s'écrire de la manière suivante :

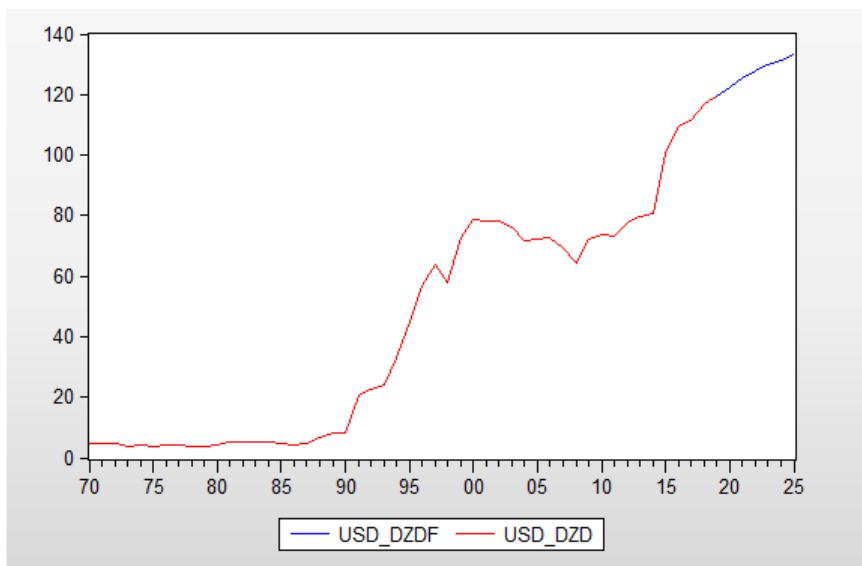
On pose : USD-DZD = UD

$$(1 - L)^1 \phi_p(L) UD_t = \theta_q(L) \varepsilon_t$$

$$UD_t = 1.87 UD_{t-1} - 0.87 UD_{t-2} + 0.63 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

>Prévision

Figure 3.33 – La prévision du taux de change “USD-DZD”



❖les valeurs de prévision du taux de change “USD-DZD”

Tableau 3.5 – Représente les valeurs de la prévision et du taux de change “USD-DZD”

Année	Prévision
2020	122.5183
2021	125.2235
2022	127.5934
2023	129.6696
2024	131.4885
2025	133.0819

D’après les résultat des prévision tableau 3.5 et la figure 3.33 en conclure que le taux de change “USD-DZD”enregistrera augmentation considérable dans son parcours tele que en 2020 : 122.5183, en 2021 : 125.2235 ,2022: 127.5934, 2023 : 129.6696, 2024: 131.4885, et en 2025 : 133.0819.

3.5 Modélisation des indicateurs macro-économiques par la méthode de Box et Jinkins

3.5.1 Modélisation du taux d'inflation

➤Présentation des données

Notre série de donnée représente l'évolution taux d'inflation. Elle est de moyenne annuelle. L'étude recouvre la période de 1970 au 2019, soit 49 observations, les données sont tirées de la **Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance**. Pour le traitement économétrique de notre série, on utilisera le logiciel Eviews9.

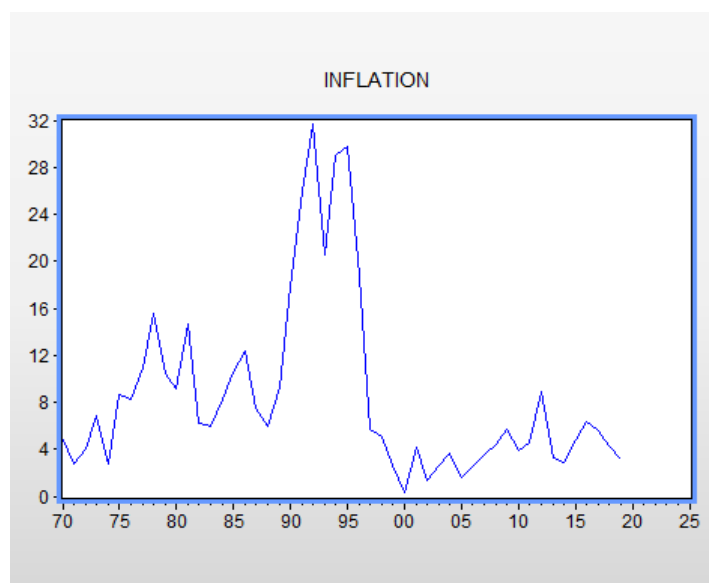
➤Étude de la série taux d'inflation

Avant toute analyse de série temporelle, il est indispensable d'étudier avec soin le graphe représentant son évolution, car ce dernier fournit à priori une idée globale sur la nature et les caractéristiques du processus générant cette série à savoir : tendance, saisonnalité.

L'examen du graphe de sa série brute

Considérons la série "taux d'inflation" qui représente l'évolution du taux d'inflation depuis 1970 jusqu'à 2019, où la représentation graphique est la suivante :

Figure 3.34 – Evolution du taux d'inflation



La représentation graphique de la série taux d'inflation représente des fluctuations dans son parcours de 1970 jusqu'à 2019, ensuite le taux d'inflation a enregistré une tendance en 1991. donc la série n'est pas stationnaire. On passe au teste de Dicky-Fuller.

➤ Etude de la stationnarité de la série taux d'inflation :

❖ Test de racine unitaire (Dickey-Fuller)

A partir du logiciel Eviews, nous testons la stationnarité de la série EURO-DZD par la méthode Dickey-Fuller les trois modèles [1], [2], [3], dont les résultats d'analyse sont représentés ci-dessous:

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.35 – Le test DF avec tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on INFLATION				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.323798	0.4136
Test critical values:				
	1% level		-4.156734	
	5% level		-3.504330	
	10% level		-3.181826	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:03				
Sample (adjusted): 1971 2019				
Included observations: 49 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INFLATION(-1)	-0.201853	0.086863	-2.323798	0.0246
C	2.891312	1.647263	1.755222	0.0859
@TREND("1970")	-0.046817	0.046528	-1.006203	0.3196

La t-statistique de la tendance égale à -1.006203 est inférieure à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle avec constante et sans tendance

Figure 3.36 – Le test DF sans tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on INFLATION				
Null Hypothesis: INFLATION has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-2.158044	0.2238
Test critical values:	1% level		-3.571310	
	5% level		-2.922449	
	10% level		-2.599224	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:04				
Sample (adjusted): 1971 2019				
Included observations: 49 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INFLATION(-1)	-0.183126	0.084857	-2.158044	0.0361
C	1.558015	0.978723	1.591885	0.1181

La t-statistique de la constante égale à 1.591885 est inférieur à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc le constant est non significatif différent de zéro.

modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.37 – Le test DF sans tendance et sans constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on INFLATION				
Null Hypothesis: INFLATION has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.435314	0.1393
Test critical values:	1% level		-2.613010	
	5% level		-1.947665	
	10% level		-1.612573	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:05				
Sample (adjusted): 1971 2019				
Included observations: 49 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INFLATION(-1)	-0.081263	0.056617	-1.435314	0.1577

La t-statistique $t = -1.435314$ est supérieur aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils 1%, 5% et 10%. On rejette donc l'hypothèse nulle l'existence de racine unitaire c'est-à-dire la série non

stationnaire. Alors en passe au teste de Dicky-Fuller augmenté.

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.38 – Le test ADF avec tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(INFLATION)				
Null Hypothesis: D(INFLATION) has a unit root				
Exogenous: Constant, Linear Trend				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.712496	0.0000
Test critical values:	1% level		-4.161144	
	5% level		-3.506374	
	10% level		-3.183002	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION,2)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:05				
Sample (adjusted): 1972 2019				
Included observations: 48 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INFLATION(-1))	-0.997448	0.148596	-6.712496	0.0000
C	0.779692	1.451307	0.537234	0.5938
@TREND("1970")	-0.030330	0.050038	-0.606135	0.5475

La t-statistique de la tendance égale à -0.606135 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 %, donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.39 – Le test ADF sans tendance et avec constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(INFLATION)				
Null Hypothesis: D(INFLATION) has a unit root				
Exogenous: Constant				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.733574	0.0000
Test critical values:	1% level		-3.574446	
	5% level		-2.923780	
	10% level		-2.599925	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION,2)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:05				
Sample (adjusted): 1972 2019				
Included observations: 48 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INFLATION(-1))	-0.991526	0.147251	-6.733574	0.0000
C	0.006344	0.686930	0.009235	0.9927

La t-statistique de la constante égale à 0.009235 est inférieur à 2.54 (Dikey-Fuller) au seuil 5% (dans l'annexe A.3), donc le constant est non significatif différent de zéro.

Modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.40 – Represent le test ADF sans tendance et sans constante

Augmented Dickey-Fuller Unit Root Test on D(INFLATION)				
Null Hypothesis: D(INFLATION) has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-6.806407	0.0000
Test critical values:	1% level		-2.614029	
	5% level		-1.947816	
	10% level		-1.612492	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(INFLATION,2)				
Method: Least Squares				
Date: 09/18/20 Time: 18:06				
Sample (adjusted): 1972 2019				
Included observations: 48 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(INFLATION(-1))	-0.991530	0.145676	-6.806407	0.0000

La t-statistique $t = -6.733574$ est inférieure aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils 1%, 5% et 10%. On accepte donc l'hypothèse nulle de non existence de racine unitaire c'est-à-dire la série est stationnaire.

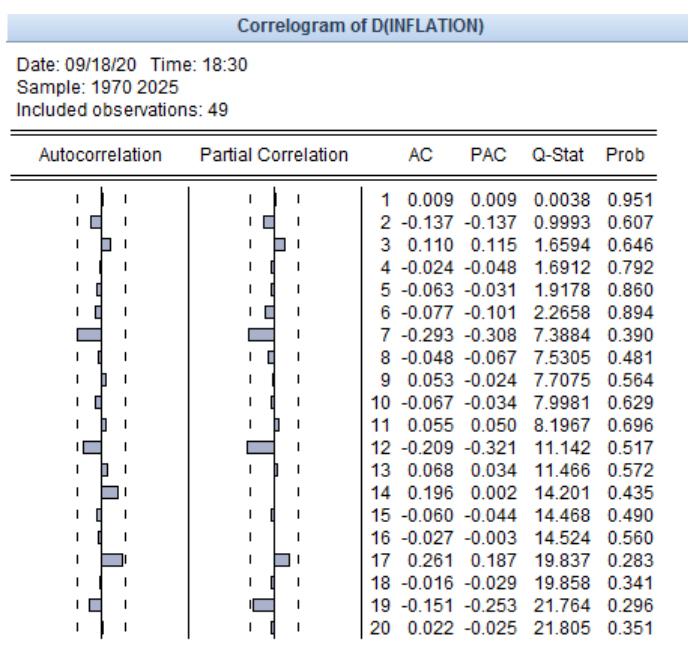
>Identification du modèle

La série du taux d'inflation est stationnaire, nous cherchons un modèle ARIMA (p,d,q). Pour connaître les ordres du modèle ARIMA (p,d,q), nous allons nous servir du corrélogrammes de la série stationnaire augmenté.

>Correlogramme de la série

Le corrélogramme ci-dessous donné par Eviews. Les bornes de l'intervalle de confiance sont présentées par des pointillés, tous les termes qui sont à l'intérieur de cet intervalle sont significativement nuls et ceux qui sortent de ce dernier sont significativement différent de zéro au seuil de signification de 5%.

Figure 3.41 – Le corrélogramme après différenciation



D'après le corrélogramme on constate trois modèles : ARIMA(7,1,7) ARIMA(0,1,7) ARIMA(7,1,0) AR(12)

Le choix du modèle se fait parmi tous les modèles candidats, nous utilisons les critères de spécification (Akaike, Schwarz, R-squared et Sum squared resid). Le meilleur modèle est celui qui minimise les critères de choix. Il apparaît que parmi les modèles ARIMA(7,1,7), ARIMA(0,1,7), AR(12) le modèle ARIMA(7,1,0) fournit une meilleure description car il possède les meilleurs critères d'informations.

❖ Estimation

Tableau 3.6 – Choix du nombre de retard P à retenir de la série du taux d'inflation

Modèle	AKAIK	Schwarz	R-squared	Décision
ARIMA(7,1,7)	5.94	6.05	0.10	H0 rejeté
ARIMA(0,1,7)	5.91	5.99	0.069	H0 rejeté
ARIMA(7,1,0)	5.89	5.97	0.094	H0 accepté
AR(12)	5.93	6.01	0.056	H0 rejeté

D'après le tableau nous constatons que le critère de Schwarz et le critère d'Akaike est minimisé pour un nombre de retards nul $p=7$ pour les trois modèles, et pour le R-squared est maximiser pour un $p = 4$.

➤ Validation du modèle

❖ Test sur les paramètres

Figure 3.42 – Le test de model ARIMA(7,1,0)

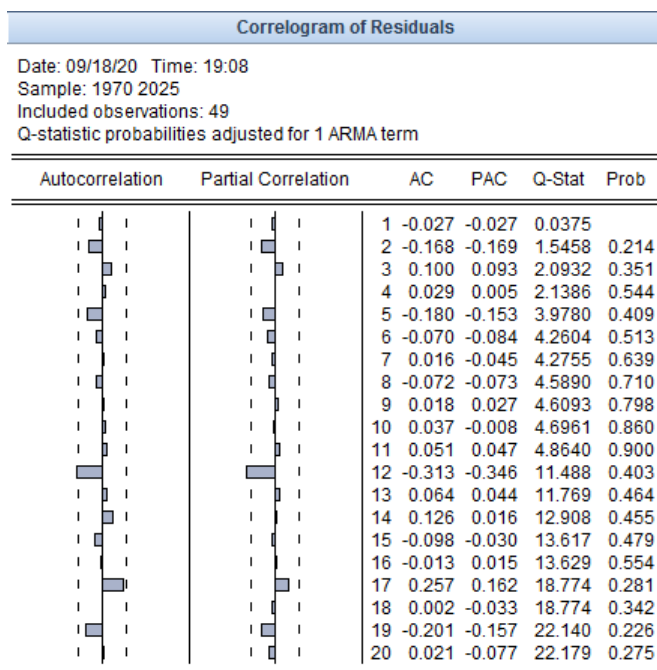
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(7)	-0.284085	0.142226	-1.997424	0.0516
SIGMASQ	19.32511	4.039741	4.783749	0.0000
R-squared	0.094632	Mean dependent var		-0.034694
Adjusted R-squared	0.075369	S.D. dependent var		4.667945
S.E. of regression	4.488592	Akaike info criterion		5.892936
Sum squared resid	946.9304	Schwarz criterion		5.970153
Log likelihood	-142.3769	Hannan-Quinn criter.		5.922232
Durbin-Watson stat	2.049800			
Inverted AR Roots	.75+.36i	.75-.36i	.19+.81i	.19-.81i
	-.52-.65i	-.52+.65i	-.84	

Le coefficient de paramètre du modèle ARIMA(7,1,0) est significativement différent de zéro, ce qui est confirmé par le test de student car la t-statistiques associé au paramètre du modèle $|-1.99|$ est supérieur au valeur théorique (1.96) au seuil 5%.(dans l'annexe A.1)

◆ Test sur les résidus

Corrélogramme des résidus

Figure 3.43 – Le Corrélogramme des résidus

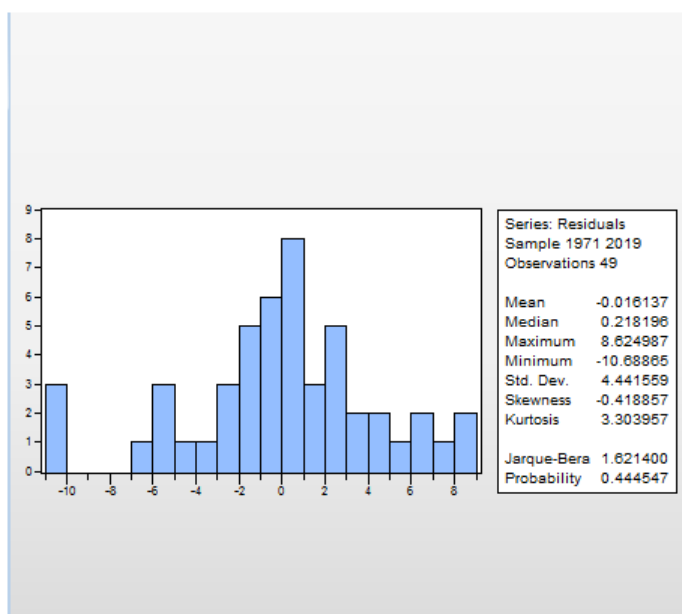


Le corrélogramme simple et partielle des résidus indique des pics ne sont pas significativement différents de zéro (probabilité > 0.05). Donc les résidus sont des bruits blancs. Donc le modèle est validé.

➤ Jarque-Berra : (teste de normalité)

Les tests sont effectués à partir des allures empiriques des coefficients de skewness, Kurtosis et la statistique de Jarque-Bera donnée par le logiciel Eviews. D'après le logiciel on obtient l'histogramme suivant :

Figure 3.44 – Histogramme des résidus de la série



On constate que $JB = 1.62 < X_2 = 5.99$ (dans l'annexe A.2) donc on accepte l'hypothèse H_0 car la distribution de la série du taux d'inflation est normale.

Test de skewness et kurtosis Au seuil 5%

On teste l'hypothèse suivante :

$N=49$, $SK = -0.41$

$$H_0 : v_1 = 0$$

$$H_1 : v_1 \neq 0$$

La symétrie :

$$V_1 = \frac{(|\beta_1^{\frac{1}{2}} - 0|)}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = 1.20 < 1.96 \text{ au seuil de } 5\% .$$

$$V_2 = \frac{(|\beta_1^{\frac{3}{2}} - 3|)}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = 0.59 < 1.96 \text{ au seuil de } 5\% .$$

Avec $\beta_1^{\frac{1}{2}}$ est le coefficient de Skewness ($Sk = -0.41$)

Donc la série est symétrique. On accepte l'hypothèse de l'asymétrie. Donc on a la distribution des résidus non normale c'est-à-dire l'absence des erreurs ARCH ou GARCH, les résidus sont des bruits blancs.

Le modèle s'écrit :

On note : Taux d'Inflation = TF

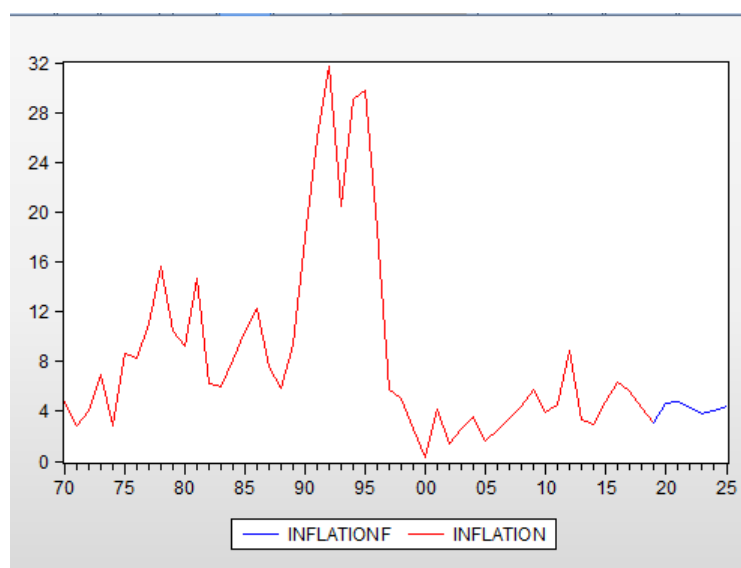
$$(1 - L)^d \phi_p(L)TF_t = \theta_q(L)\varepsilon_t$$

Pour d= 1, p= 7 ,q= 0 :

$$TF_t = 0.72TF_{t-1} - 0.28TF_{t-2} + \varepsilon_t$$

➤Prévision

Figure 3.45 – représentation graphique de la prévision du taux d'inflation



Les valeurs de la prévision du taux d'inflation

Tableau 3.7 – Présentation des valeurs de la prévision du taux d'inflation

Année	Prévision
2020	4.507656
2021	4.367189
2022	3.780035
2023	3.549392
2024	3.881494
2025	4.092464

D'après la figure 3.45 et le tableau 3.7 nous constatons que le taux d'inflation à l'horizon 2025 marquera une allure presque fixe.

dans la tableau 3.2 en remarque que le taux de change "EURO-DZD"enregistrera une dépréciation dans son parcours à cause de l'augmentation du taux d'inflation.

Ainsi pour l'année 2021:140.2454% et 2022 : 145.7988% le taux de change "EURO-DZD augmentera car le taux d'inflation déminura dans ces deux prochaine année.

Ensuite, ce derniers marquera une petite augmentation dans son parcours en 2024 : 3.881494% et 2025 : 4.092464% et le taux de change “EURO-DZD” aura une appréciation dans sans allure.

Enfin, il existe une relation inverse entre le taux d’inflation et le taux de change “EURO-DZD” telle que une augmentation dans le taux d’inflation pousse vers une dépréciation dans le taux de change “EURO-DZD”

3.5.2 Modélisation du PIB en volume

➤Présentation des données

Notre série de donnée représente l’évolution PIB en volume. Elle est de moyenne annuelle. L’étude recouvre la période de 1961 au 2019, soit 59 observations, les données sont tirées de la **Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance**. Pour le traitement économétrique de notre série, on utilisera le logiciel Eviews9.

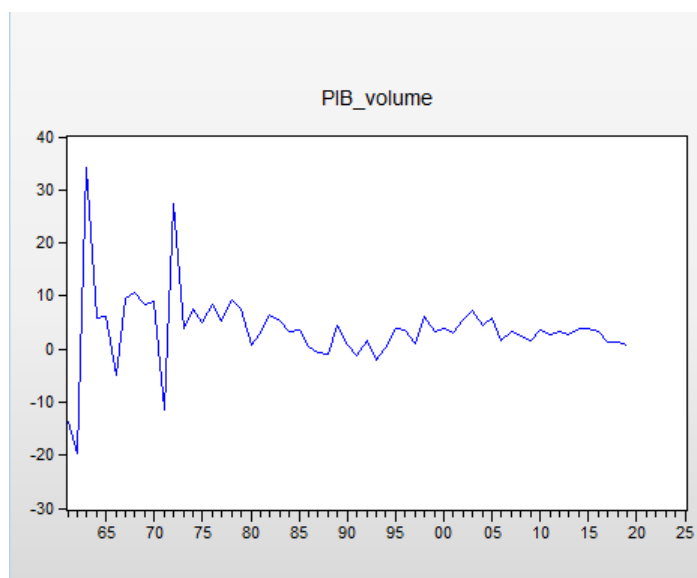
➤Étude de la série du PIB en volume

Avant toute analyse de série temporelle, il est indispensable d’étudier avec soin le graphe représentant son évolution, car ce dernier fournit à priori une idée globale sur la nature et les caractéristiques du processus générant cette série à savoir : tendance, saisonnalité.

L’examen du graphe de sa série brute

Considérons la série “PIB en volume” qui représente l’évolution du PIB en volume depuis 1962 jusqu’à 2019, où la représentation graphique est la suivante :

Figure 3.46 – Evolution du PIB en volume



La représentation graphique de la série de PIB en volume représente des fluctuations positive et négative dans son parcours de 1961 jusqu’à 2019. Visuellement La série n’est pas stationnaire, alors on passe au teste de Dicky-Fuller pour testé la stationnarité de cette série.

➤ Etude de la stationnarité de la série PIB en volume :

❖ **Test de racine unitaire (Dickey-Fuller)** A partir du logiciel Eviews, on teste la stationnarité de la série PIB en volume par la méthode Dickey-Fuller les trois modèles [1], [2], [3], dont les résultats d'analyse sont représentés ci-dessous:

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.47 – Le test DF avec tendance et avec constante

Null Hypothesis: PIB has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.368316	0.0663
Test critical values:		
1% level	-4.133838	
5% level	-3.493692	
10% level	-3.175693	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PIB)
 Method: Least Squares
 Date: 09/19/20 Time: 00:10
 Sample (adjusted): 1965 2019
 Included observations: 55 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB(-1)	-1.035581	0.307448	-3.368316	0.0015
D(PIB(-1))	-0.175926	0.246283	-0.714324	0.4784
D(PIB(-2))	-0.114021	0.157903	-0.722097	0.4737
D(PIB(-3))	-0.154594	0.090176	-1.714366	0.0928
C	6.456503	2.499805	2.582803	0.0128
@TREND("1961")	-0.080905	0.047495	-1.703447	0.0948

La t-statistique de la tendance égale à -1.703447 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle avec constante et sans tendance

Figure 3.48 – Le test DF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: PIB has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.857035	0.0571
Test critical values:		
1% level	-3.555023	
5% level	-2.915522	
10% level	-2.595565	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PIB)
 Method: Least Squares
 Date: 09/19/20 Time: 00:12
 Sample (adjusted): 1965 2019
 Included observations: 55 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PIB(-1)	-0.748468	0.261974	-2.857035	0.0062
D(PIB(-1))	-0.388075	0.216476	-1.792693	0.0791
D(PIB(-2))	-0.220750	0.147671	-1.494875	0.1412
D(PIB(-3))	-0.195072	0.088628	-2.201029	0.0324
C	2.750486	1.254369	2.192725	0.0330

La t-statistique de la constante égale à 2.192725 est inférieur à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5% (dans

l'annexe A.3), donc le constant est non significatif différent de zéro.

modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.49 – Le test DF sans tendance et sans constante

```

Null Hypothesis: PIB has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 3 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

```

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.838020	0.0633
Test critical values:		
1% level	-2.607686	
5% level	-1.946878	
10% level	-1.612999	

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

```

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB)
Method: Least Squares
Date: 09/19/20 Time: 00:14
Sample (adjusted): 1965 2019
Included observations: 55 after adjustments

```

La série n'est pas stat car la t-statistique $t = -1.838020$ est supérieure aux valeurs critiques aux seuil de 1% et 5%. Ainsi la probabilité $p = 0.063 > 0.05$ donc la série n'est pas stationnaire. Comme la série de PIB n'est pas stat alors on passe au test de Dicky fuller augmenté :

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.50 – Represent le test ADF avec tendance et avec constante

```

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

```

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-10.93899	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.133838	
5% level	-3.493692	
10% level	-3.175693	

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

```

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB,2)
Method: Least Squares
Date: 09/19/20 Time: 00:15
Sample (adjusted): 1965 2019
Included observations: 55 after adjustments

```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB(-1))	-2.792415	0.255272	-10.93899	0.0000
D(PIB(-1),2)	0.870936	0.166688	5.224942	0.0000
D(PIB(-2),2)	0.338321	0.078888	4.288598	0.0001
C	-0.547072	1.524531	-0.358846	0.7212
@TREND("1961")	0.006798	0.043638	0.155772	0.8768

La t-statistique de la tendance égale à 0.155772 est inférieur à 2.79 donnée par la table de Dikey-Fuller au seuil 5% (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.51 – Le test ADF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: D(PIB) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 2 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.06235	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.555023	
5% level	-2.915522	
10% level	-2.595565	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB,2)
Method: Least Squares
Date: 09/19/20 Time: 00:16
Sample (adjusted): 1965 2019
Included observations: 55 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PIB(-1))	-2.794137	0.252581	-11.06235	0.0000
D(PIB(-1),2)	0.873313	0.164393	5.312352	0.0000
D(PIB(-2),2)	0.339578	0.077721	4.369204	0.0001
C	-0.335144	0.681308	-0.491913	0.6249

La t-statistique de la constante égale à -0.491913 est inférieur à 2.54(Dickey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc le constant est non significatif différent de zéro. **Modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante**

Figure 3.52 – Le test ADF sans tendance et sans constante

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

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-11.14006	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.607686	
5% level	-1.946878	
10% level	-1.612999	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PIB,2)
Method: Least Squares
Date: 09/19/20 Time: 00:18
Sample (adjusted): 1965 2019
Included observations: 55 after adjustments

La t-statistique $t = -11.14006$ est inférieur aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils de 5% et 10%. On accepte donc l'hypothèse nulle de non existence de racine unitaire c'est-à-dire la série est stationnaire.

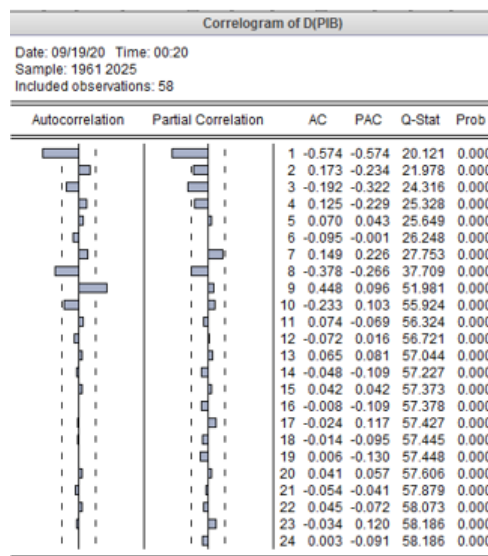
➤ Identification du modèle

La série du PIB en volume est stationnaire. On va lui chercher un modèle ARIMA (p,d,q). Pour connaître les ordres du modèle ARIMA (p,d,q), nous allons nous servir du corrélogrammes de la série stationnaire augmenté.

➤Corrélogramme de la série

Le corrélogramme ci-dessous donné par Eviews. Les bornes de l'intervalle de confiance sont présentées par des pointillés, tous les termes qui sont à l'intérieur de cet intervalle sont significativement nuls et ceux qui sortent de ce dernier sont significativement différent de zéro au seuil de signification de 5%.

Figure 3.53 – Le corrélogramme de la série



L'examen de ce corrélogramme montre quatre pics significatifs (à l'extérieur de l'intervalle de confiance) pour un nombre de retard égale à 1, 3, 8 et 9 pour les termes d'autocorrélation simple et partielle. D'après ces termes on peut identifier les processus suivants : ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,0), ARIMA (0,1,1), ARIMA (3,1,0), ARIMA (0,1,8), ARIMA (0,1,9).

❖Estimation

Tableau 3.8 – Choix du nombre de retard P à retenir de la série PIB en volume

Modèle	t-satistique
ARIMA(1,1,1)	AR(1) = -1.59 MA(1) = -3.69
ARIMA(1,1,0)	AR(1) = -5.22
ARIMA(0,1,1)	MA(1) = -0.0003
ARIMA(3,1,0)	AR(3) = -3.08
ARIMA(0,1,8)	MA(8) = -1.31
ARIMA(0,1,9)	MA(9) = 0.0004

nous procédons à l'estimation de plusieurs processus en acceptant les modèles où les coefficients sont significativement différents de zéro, en comparant toujours les t-statistiques avec la valeur tabulée de Student. Les modèles où les valeurs de t-statistiques sont inférieures à 1.96 (valeur tabulée la table de student dans l'annexe A.1) seront écartés de l'étude. En autre nous avons estimé ces modèles sans constante, les processus ARIMA (1,1,1), ARIMA (0,1,1), ARIMA (0,1,8) et ARIMA (0,1,9) sont écartés

de l'étude car leurs coefficients ne sont pas significatifs, alors on va tester les modèles qui restent. On retient le modèle le plus adéquat, c'est-à-dire qui possède des coefficients significativement différents de zéro et qui a les critères AKAIKE (AIC) et SCHWARTZ(SC) les plus petits avec un R-squared le plus grand.

➤ Validation du modèle

Tableau 3.9 – Représente les critères AKAIK, Schwarz et R-squared

Modèle	R-squared	AKAIK	Schwarz
ARIMA(1,1,0)	0.32	7.28	7.36
ARIMA(3,1,0)	0.082	7.67	7.67

D'après le tableau nous pouvons retenir le modèle ARIMA (1,1,0) parce que c'est le modèle qui minimise les critères d'information d'Akaike et Schwarz par rapport aux autres modèles et celui qui a le R-squared le plus grand.

❖ Test sur les paramètres

Figure 3.54 – Le test de model ARIMA(1,1,0)

Dependent Variable: D(PIB)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)
 Date: 09/19/20 Time: 01:27
 Sample: 1962 2019
 Included observations: 58
 Convergence achieved after 8 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.566453	0.108391	-5.226000	0.0000
SIGMASQ	79.51026	5.451616	14.58471	0.0000

Le coefficient de paramètre du modèle ARIMA(1,1,0) est significativement différent de zéro, ce qui est confirmé par le test de student car la t-statistiques associé au paramètre du modèle $|-5.226000|$ est supérieur au valeur théorique (1.96) au seuil 5% (dans l'annexe A.1)

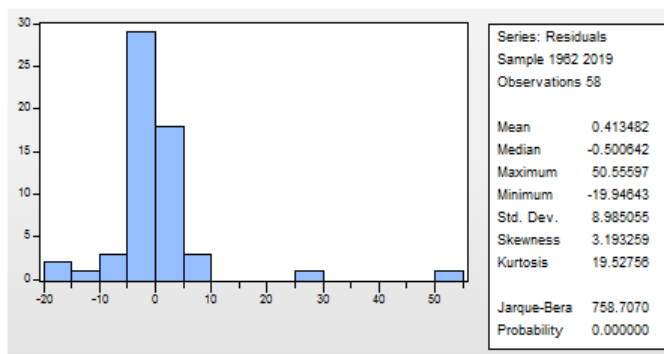
L'écriture du modèle est :

$$PIB = 0.44PIB_{t-1} + 0.56PIB_{t-2} + \varepsilon_t$$

➤ Jarque-Berra : (teste de normalité)

Les tests sont effectués à partir des allures empiriques des coefficients de skewness, Kurtosis et la statistique de Jarque-Bera donnée par le logiciel Eviews9. D'après le logiciel on obtient l'histogramme suivant :

Figure 3.55 – L’histogramme des résidus de la série



nous constatons que $JB = 758.70 > X_2 = 5.99$ (dans l’annexe A.2) donc on rejete l’hypothèse H_0 car la distribution de la série du PIB en volume n’est normale.

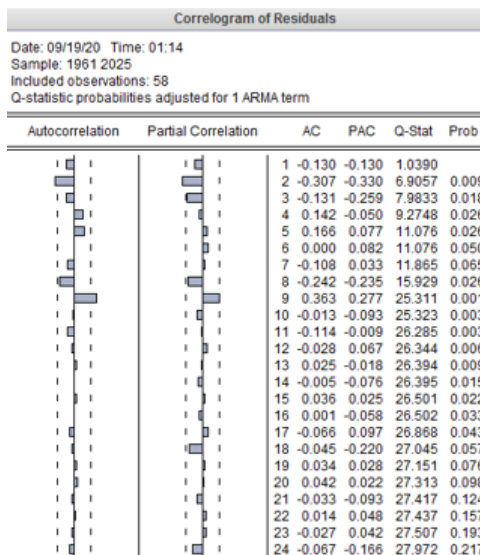
Test de skewness et kurtosis Au seuil 5%

$|V_1| = \frac{B_1^2 - 0}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = 10 > x_2 = 1.96$ au seuil de 5% donc on accepte l’hypothèse de la non symétrie des résidus.

$|V_2| = \frac{B_2 \sqrt{3}}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = 25.90 > X_2 = 1.96$ au seuil de 5% alors la distribution est leptokurtique.

❖ **Corrélogramme des résidus du modèle ARIMA(1,1,0)**

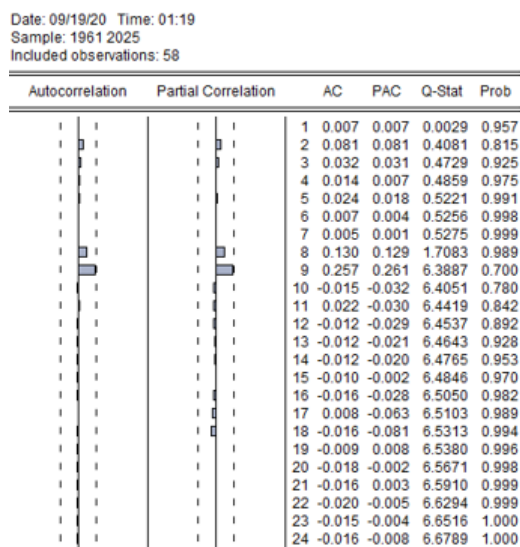
Figure 3.56 – Le corrélogramme des résidus



D’après le corrélogramme les résidus de ce modèle ne sont pas des bruits blancs car il y’a quelques pics qui sont à l’extérieur de l’intervalle de confiance (probabilité < 0.05).

❖Corrélogramme des résidus au carré :

Figure 3.57 – Représente le corrélogramme des résidus au carré

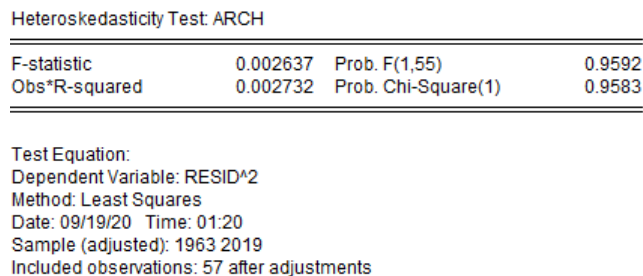


D’après l’allure du corrélogramme des rendements au carrée, nous remarquerons plusieurs pics à l’intérieur de l’intervalle de confiance, ce qui nous conduire à conclure l’absence d’effet ARCH.

❖Test d’homoscédasticité :

Test ARCH

Figure 3.58 – Test LM test ARCH

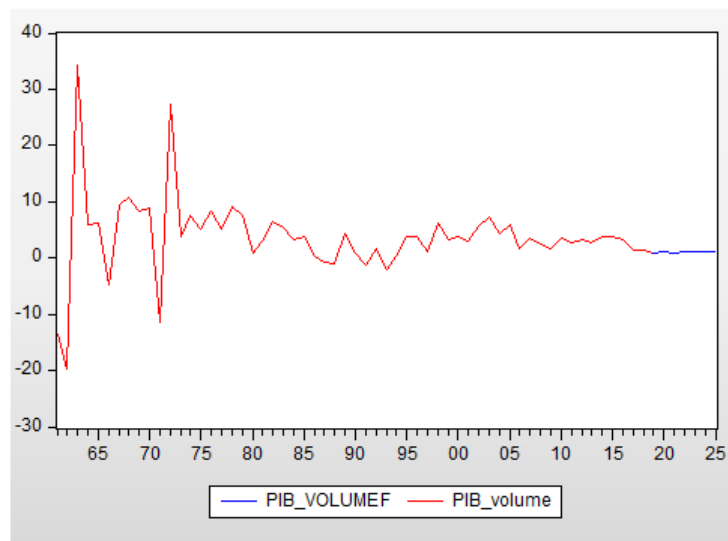


Pour $p=1$: $nR^2 = 0.002 < X_2(1) = 3,84$, (dans l’annexe A.2) avec probabilité $0.95 > 0.05$.

On accepte l’hypothèse nulle d’absence d’homoscédasticité de la variance Nous avons donc une absence d’effet ARCH.

➤Prévision du PIB en volume

Figure 3.59 – Graphe de prévision du PIB en volume



➤Les valeurs des prévisions du PIB en volume

Tableau 3.10 – Les valeurs des prévision du PIB en volume

Année	Prévision
2020	1.139872
2021	0.947350
2022	1.056404
2023	0.994631
2024	1.029623
2025	1.009801

D'après la figure 3.59 et le tableaux 3.10, nous constatons que le PIB en volume à l'horizon 2025 sera presque fixe, en 2020 le PIB en volume augmentera 1.139872% et se déprécier a 0.947350% en 2021, à partir de 2024 le PIB en volume appréciera 1.029623% en 2024 et 1.009801% en 2025.

3.5.3 Modélisation du prix du baril du pétrole

➤Présentation des données

Notre série de donnée représente l'évolution du prix du baril du pétrole brut (en dollars). Elle est de moyenne annuelle. L'étude recouvre la période de 1971 au 2019, soit 49 observations, les données sont tirées de la **Direction Générale de Prévision et Politique (DGPP) au niveau du ministère de finance**. Pour le traitement économétrique de notre série, on utilisera le logiciel Eviews9.

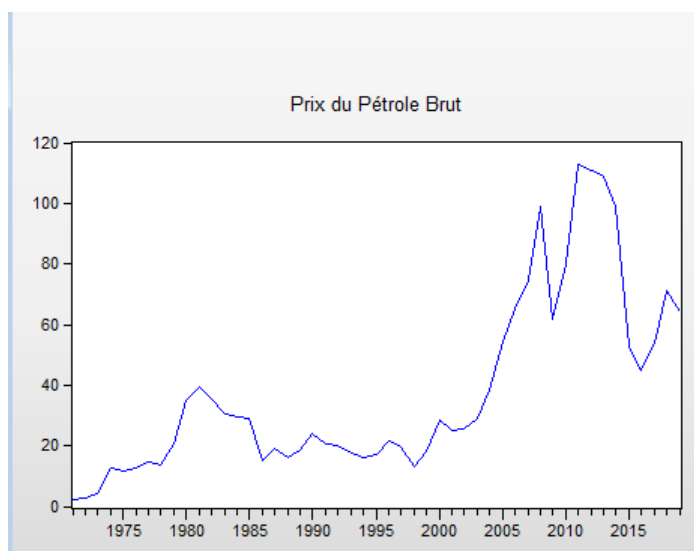
➤ Étude de la série prix du baril du pétrole

Avant toute analyse de série temporelle, il est indispensable d'étudier avec soin le graphe représentant son évolution, car ce dernier fournit à priori une idée globale sur la nature et les caractéristiques du processus générant cette série à savoir : tendance, saisonnalité.

L'examen du graphe de sa série brute

Considérons la série "prix du baril du pétrole brut" qui représente l'évolution du prix du baril du pétrole depuis 1971 jusqu'à 2019, où la représentation graphique est la suivante :

Figure 3.60 – Evolution du prix du baril du pétrole



La représentation graphique de la série, prix du baril du pétrole représente des fluctuations dans son parcours de 1971 jusqu'à 2019, ensuite le taux d'inflation a enregistré une tendance en 1991. donc la série n'est pas stationnaire. On passe au teste de Dicky-Fuller.

➤ Etude de la stationnarité de la série prix du baril du pétrole :

❖ Test de racine unitaire (Dicky-Fuller)

A partir du logiciel Eviews, on teste la stationnarité de la série prix du baril du pétrole par la méthode Dicky-Fuller les trois modèles [1], [2], [3], dont les résultats d'analyse sont représentés ci-dessous:

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.61 – Le test DF avec tendance et avec constante

Null Hypothesis: PETROLE_BRUT has a unit root
 Exogenous: Constant, Linear Trend
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.180867	0.4890
Test critical values:		
1% level	-4.161144	
5% level	-3.506374	
10% level	-3.183002	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT)
 Method: Least Squares
 Date: 09/05/20 Time: 23:06
 Sample (adjusted): 1972 2019
 Included observations: 48 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PETROLE_BRUT(-1)	-0.194587	0.089225	-2.180867	0.0345
C	1.408800	3.617431	0.389448	0.6988
@TREND("1971")	0.290675	0.192806	1.507600	0.1386

La t-statistique de la tendance égale à 1.507600 est inférieure à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle avec constante et sans tendance

Figure 3.62 – Le test DF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: PETROLE_BRUT has a unit root
 Exogenous: Constant
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-1.564665	0.4926
Test critical values:		
1% level	-3.574446	
5% level	-2.923780	
10% level	-2.599925	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT)
 Method: Least Squares
 Date: 09/05/20 Time: 23:08
 Sample (adjusted): 1972 2019
 Included observations: 48 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PETROLE_BRUT(-1)	-0.094188	0.060197	-1.564665	0.1245
C	4.795467	2.874365	1.668357	0.1020

La t-statistique de la constante égale à 1.668357 est inférieure à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la constante est non significatif différent de zéro.

modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.63 – Le test DF sans tendance et sans constante

```
Null Hypothesis: PETROLE_BRUT has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)
```

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.414733	0.5286
Test critical values:		
1% level	-2.614029	
5% level	-1.947816	
10% level	-1.612492	

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

```
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT)
Method: Least Squares
Date: 09/05/20 Time: 23:10
Sample (adjusted): 1972 2019
Included observations: 48 after adjustments
```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
PETROLE_BRUT(-1)	-0.015946	0.038449	-0.414733	0.6802

La série n'est pas stat car la t-statistique $t=-0.414733$ est supérieure aux valeurs critiques aux seuils de 1% , 5% et 10%. Ainsi la probabilité $p=0.063 > 0.05$ donc la série n'est pas stationnaire. Comme la série de Pétrole brut n'est pas stat alors on passe au test de Dickey-Fuller augmenté.

Modèle [3] : Modèle avec constante et avec tendance

Figure 3.64 – Le test ADF avec tendance et avec constante

```
Null Hypothesis: D(PETROLE_BRUT) has a unit root
Exogenous: Constant, Linear Trend
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)
```

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.240814	0.0000
Test critical values:		
1% level	-4.165756	
5% level	-3.508508	
10% level	-3.184230	

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

```
Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT,2)
Method: Least Squares
Date: 09/05/20 Time: 23:12
Sample (adjusted): 1973 2019
Included observations: 47 after adjustments
```

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PETROLE_BRUT(-1))	-0.943153	0.151127	-6.240814	0.0000
C	1.912405	4.005095	0.477493	0.6354
@TREND("1971")	-0.027319	0.140582	-0.194328	0.8468

La t-statistique de la tendance égale à -0.194328 est inférieure à 2.79 donnée par la table de Dickey-Fuller au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc la tendance est non significative différente de zéro.

Modèle [2] : Modèle sans tendance et avec constante

Figure 3.65 – Le test ADF sans tendance et avec constante

Null Hypothesis: D(PETROLE_BRUT) has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.308230	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.577723	
5% level	-2.925169	
10% level	-2.600658	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT,2)
Method: Least Squares
Date: 09/05/20 Time: 23:14
Sample (adjusted): 1973 2019
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PETROLE_BRUT(-1))	-0.943092	0.149502	-6.308230	0.0000
C	1.229341	1.899130	0.647318	0.5207

La t-statistique de la constante égale à 0.647318 est inférieure à 2.54 (Dickey-Fuller) au seuil 5 % (dans l'annexe A.3), donc le constant est non significatif différent de zéro.

Modèle [1] : Modèle sans tendance et sans constante

Figure 3.66 – Le test ADF sans tendance et sans constante

Null Hypothesis: D(PETROLE_BRUT) has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=10)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-6.315464	0.0000
Test critical values:		
1% level	-2.615093	
5% level	-1.947975	
10% level	-1.612408	

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

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(PETROLE_BRUT,2)
Method: Least Squares
Date: 09/19/20 Time: 20:15
Sample (adjusted): 1973 2019
Included observations: 47 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(PETROLE_BRUT(-1))	-0.931924	0.147562	-6.315464	0.0000

La t-statistique $t = -6.315464$ est inférieure aux différentes valeurs critiques relatives aux seuils de 1%, 5% et 10%. On accepte donc l'hypothèse nulle de non existence de racine unitaire c'est-à-dire la série est stationnaire.

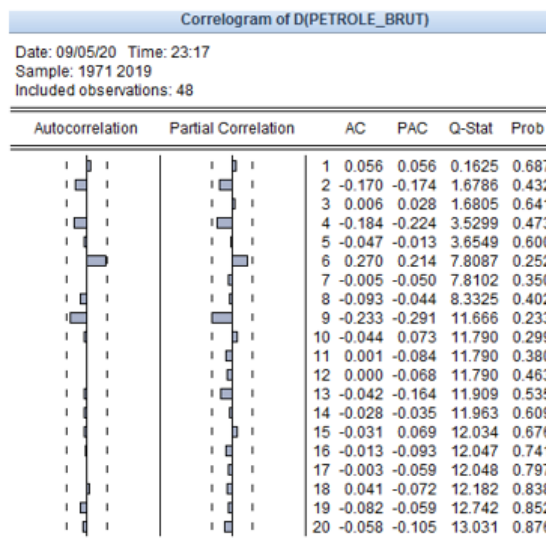
➤ Identification du modèle

La série du taux d'inflation est stationnaire. On va lui chercher un modèle ARIMA (p,d,q). Pour connaître les ordres du modèle ARIMA (p,d,q), nous allons nous servir du corrélogrammes de la série stationnaire augmenté.

➤Corrélogramme de la série

Le corrélogramme ci-dessous donné par Eviews. Les bornes de l'intervalle de confiance sont présentées par des pointillés, tous les termes qui sont à l'intérieur de cet intervalle sont significativement nuls et ceux qui sortent de ce dernier sont significativement différent de zéro au seuil de signification de 5%.

Figure 3.67 – Represent le corrélogramme après différenciation

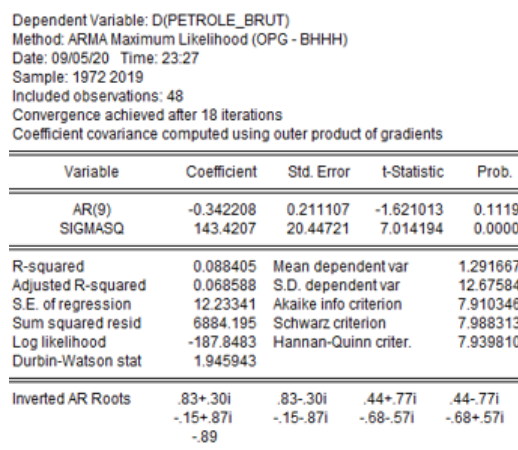


L'examen de ce corrélogramme montre un seul pic significatif (à l'extérieur de l'intervalle de confiance) pour un nombre de retard égale à 9 pour le terme d'autocorrélation partielle. D'après ce terme on peut identifier le processus suivant : ARIMA (9,1,0)

❖Estimation

Test sur les paramètres

Figure 3.68 – Représente le test de model ARIMA(9,1,0)



Pour confirmer la signification des paramètres, il faut appliquer le test de student sur de modèle ARIMA (9,1,0). On constate que le coefficient de la variable explicative est significativement égal à zéro car $|t \text{ de student}| < 1.96$ (dans l'annexe A.1), ce qui est confirmé par la probabilité de nullité du

coefficient qui est supérieure à 0.05. Donc notre modèle est un bruit blanc.

Écriture de modèle :

On pose $P_{trolebrut_t} = X_t$

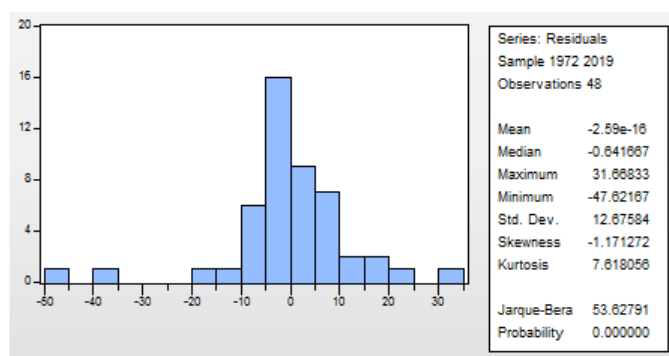
$$(1 - l)^1 X_t = \varepsilon_t$$

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$$

Teste de normalité (Jarque-Berra) :

Les tests sont effectués à partir des allures empiriques des coefficients de skewness, kurtosis et la statistique de Jarque-Berra donnée par le logiciel Eviews. D'après le logiciel on obtient l'histogramme suivant :

Figure 3.69 – Représente l'histogramme de Jarque-Berra



Jarque-Berra : $JB=53.62 > 5.99$ à 5% (dans l'annexe A.2), on accepte l'hypothèse de la non normalité des résidus .

$$|V_1| = \frac{B_1^{12-0}}{\sqrt{\frac{6}{n}}} = 3.30 > x_2 = 1.96 \text{ au seuil de } 5\%$$

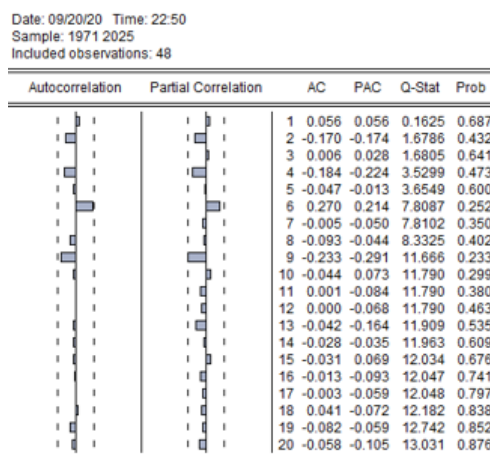
Donc on accepte l'hypothèse de la symétrie des résidus.

$$|V_2| = \frac{B_2^{\vee 3}}{\sqrt{\frac{24}{n}}} = 10.76 > X_2 = 1.96 \text{ au seuil de } 5\% , \text{ donc la distribution est leptokurtique.}$$

Les tests de Skewness, Kurtosis, on rejette l'hypothèse de l'asymétrie et l'aplatissement des résidus, également pour le test de Jarque Berra nous rejettons l'hypothèse de normalité donc la distribution des erreurs est un bruit blanc non gaussien.

➤ Corrélogramme des résidus

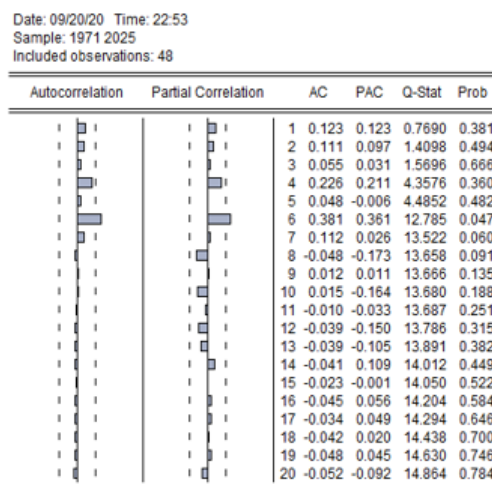
Figure 3.70 – Représente corrélogramme des résidus de la série



Le corrélogramme simple et partielle des résidus indique que les pics sont significativement égales à zéro (prob > 5%). Donc les résidus sont des bruits blancs.

➤Le corrélogramme des résidus au carré

Figure 3.71 – Représente le corrélogramme des résidus au carré



D'après l'allure du corrélogramme des rendements au carrée, nous remarquerons plusieurs pics à l'extérieur de l'intervalle de confiance, ce qui traduit que plusieurs autocorrélations sont significativement différentes de zéro, donc on rejette l'hypothèse d'homoscédasticité en Faveur de l'hétéroscedasticité. Donc on utilise de test ARCH pour confirmer.

Teste ARCH

Test de présence d'effet ARCH(P) : test LM P=1 :

Figure 3.72 – Représente le teste LM pour $p = 1$

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.690540	Prob. F(1,45)	0.4104
Obs*R-squared	0.710331	Prob. Chi-Square(1)	0.3993

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/20/20 Time: 22:59
 Sample (adjusted): 1973 2019
 Included observations: 47 after adjustments

Pour $P=2$:

Figure 3.73 – Représente le teste LM pour $p = 2$

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	0.525250	Prob. F(2,43)	0.5952
Obs*R-squared	1.096991	Prob. Chi-Square(2)	0.5778

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/20/20 Time: 23:02
 Sample (adjusted): 1974 2019
 Included observations: 46 after adjustments

Pour $p=1$: $nR^2 = 0.71 < X^2(1) = 3.84$ (dans l'annexe A.2), avec probabilité $0.39 > 0.05$.

On accepte l'hypothèse nulle d'absence d'homoscédasticité de la variance.

Pour $p=2$: $X_2 = 1.096 < X^2(2) = 5.99$ (dans l'annexe A.2), avec probabilité $0.57 > 0.05$.

Pour $p=6$ on a trouvé les résultats suivants :

Figure 3.74 – Représente le teste LM pour $p = 6$

Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	4.819905	Prob. F(6,35)	0.0011
Obs*R-squared	19.00230	Prob. Chi-Square(6)	0.0042

Test Equation:
 Dependent Variable: RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/20/20 Time: 23:06
 Sample (adjusted): 1978 2019
 Included observations: 42 after adjustments

$nR^2 = 19 < X^2(6) = 12.59$ (dans l'annexe A.2), avec probabilité $0.002 < 0.05$.

Nous rejetons l'hypothèse nulle H_0 d'homoscédasticité de la variance, c'est-à-dire que les résidus sont hétéroscédastiques.

Après différents essais de spécification GARCH (0,1), GARCH (0,2), GARCH (0,3), GARCH (1,1), GARCH (1,2), GARCH (1,3), GARCH (2,1), GARCH (2,2), GARCH (2,3), GARCH (3,1), GARCH (3,2), GARCH (3,3).

Nous choisissons le modèle GARCH (0,3), car il répond mieux aux critères de choix de modèle (les critères d'akaike et de schwarz son minimum, et le R^2 son maximum) et tous les coefficients sont supérieurs à 1.96 à 5% (test de student dans l'annexe A.1), donc les résidus sont significativement

différent de zéro.

Teste de Garch :

Figure 3.75 – Représente le teste GARCH

Dependent Variable: D(PRIX_DE_PETROLE)
 Method: ML ARCH - Normal distribution (BFGS / Marquardt steps)
 Date: 09/21/20 Time: 00:34
 Sample (adjusted): 1972 2019
 Included observations: 48 after adjustments
 Convergence achieved after 42 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients
 Presample variance: backcast (parameter = 0.7)
 GARCH = C(2) + C(3)*GARCH(-1) + C(4)*GARCH(-2) + C(5)*GARCH(-3)

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	1.653630	1.021583	1.618693	0.1055

Variance Equation

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C	-2.877760	2.345580	2.943739	0.2199
GARCH(-1)	-0.515707	0.055640	-9.268689	0.0000
GARCH(-2)	0.494066	0.041085	12.02541	0.0000
GARCH(-3)	1.425177	0.098611	14.45247	0.0000

Test d'homoscédasticité

Figure 3.76 – Représente les résidus standardisés

Correlogram of Standardized Residuals

Date: 09/20/20 Time: 23:32
 Sample: 1971 2025
 Included observations: 48

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.102	0.102	0.5334	0.485
		2 -0.088	-0.100	0.9414	0.625
		3 0.067	0.089	1.1787	0.758
		4 -0.128	-0.160	2.0753	0.722
		5 0.003	0.058	2.0759	0.839
		6 0.095	0.052	2.5942	0.858
		7 -0.033	-0.024	2.6598	0.915
		8 -0.049	-0.051	2.8014	0.946
		9 -0.142	-0.151	4.0389	0.909
		10 0.005	0.066	4.0405	0.945
		11 0.034	-0.012	4.1172	0.966
		12 -0.099	-0.094	4.7719	0.965
		13 -0.063	-0.082	5.0446	0.974
		14 -0.125	-0.124	6.1394	0.963
		15 0.006	0.076	6.1420	0.977
		16 0.030	-0.047	6.2098	0.986
		17 -0.102	-0.116	7.0186	0.983
		18 -0.027	-0.052	7.0781	0.989
		19 -0.115	-0.123	8.1753	0.985
		20 -0.052	0.005	8.4110	0.989

Le correlogramme montre que les résidus standardisés sont homoscédastiques

On a effectué un test ARCH LM test sur notre modèle, les résultats sont comme suit :

Figure 3.77 – Représente le teste ARCH LM

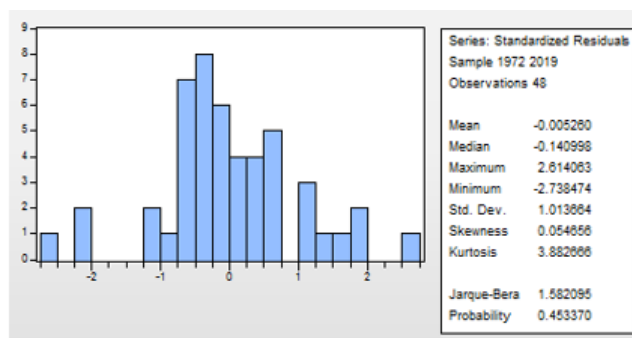
Heteroskedasticity Test: ARCH			
F-statistic	1.435742	Prob. F(6,35)	0.2291
Obs*R-squared	8.295574	Prob. Chi-Square(6)	0.2172

Test Equation:
 Dependent Variable: WGT_RESID^2
 Method: Least Squares
 Date: 09/20/20 Time: 23:38
 Sample (adjusted): 1978 2019
 Included observations: 42 after adjustments

La probabilité critique est supérieure à 0,05 ($0,2172 > 0,05$), on accepte alors l'hypothèse d'homoscédasticité des résidus, donc on a corrigé l'effet de GARCH.

Test de normalité des résidus standardisés du modèle GARCH (0,3) :

Figure 3.78 – Teste de normalité des résidus standardisés GARCH(0,3)



D'après l'histogramme nous constatons que la valeur critique du test de Jarque-Bera est inférieure à 5.99 à 5% (dans l'annexe A.2). On revient à accepter l'hypothèse de la normalité des résidus standardisés.

Ecriture du modèle

$$\varepsilon_t = \mu_t \sqrt{\delta^2} \quad (\mu_t \text{ est un bruit blanc } \sim N(0, 1))$$

$$\text{Avec : } \delta^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \delta_{t-j}^2$$

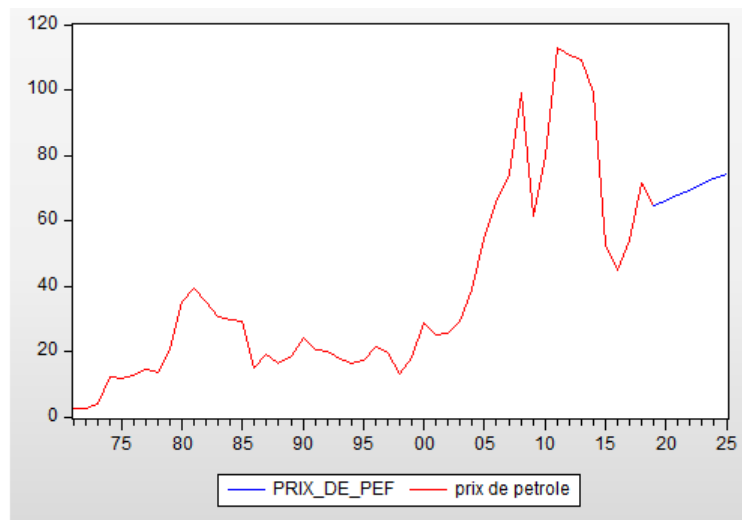
$$\delta^2 = -2.87 - 0.51 \delta_{t-1}^2 + 0.49 \delta_{t-2}^2 + 1.42 \delta_{t-3}^2$$

Ecriture finale du modèle :

$$X_t = X_{t-1} + \mu_t \sqrt{2.87 - 0.51 \delta_{t-1}^2 + 0.49 \delta_{t-2}^2 + 1.42 \delta_{t-3}^2}$$

>Prévision

Figure 3.79 – Représentation graphique de la prévision du prix du baril du pétrole



Les valeurs de prévision du prix du baril du pétrole

Tableau 3.11 – Les valeurs de prévision du prix de pétrole

Année	Prévision
2020	66.05363
2021	67.70726
2022	69.36089
2023	71.01452
2024	72.66815
2025	74.32178

D'après la figure 3.79 et le tableau 3.11 nous constatons que le prix du baril du pétrole enregistrera une augmentation considérable dans les prochaines années telle que, le prix du pétrole en 2020 sera: 66.05363\$ et appréciera plus : 74.32178 en 2025.

3.6 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons examiné les caractéristiques principales des processus stochastique uni-variés en nous attachons principalement aux processus stationnaire. On a détaillé quelques processus usuels qui seront fort utile pour faire une meilleure prévision.

Ce chapitre a traité les séries suivantes : le taux de change “USD-DZD”et “EUR-DZD”, le taux d’inflation ,le PIB en volume et le prix du baril du pétrole selon l’approche de la modélisation par les séries chronologiques en adoptant les méthodes usuelles, puis procéder à la prévision à court terme. D’après les résultats de notre étude sur la prévision des séries financières, en conclut que :

- Le taux de change “USD-DZD” a une influence sur les exportations (hydrocarbures) par le prix du baril du pétrole, telle qu’il ressorte les tableaux 3.5 et 3.11 montreront que le prix du baril du pétrole augmentera de 2020 jusqu’à 2025 ce qu’influence le taux de change “USD-DZD” et impactera la balance commerciale (exportation-importation).
- Le taux de change “EURO-DZD” influence le taux d’inflation (inflation importé) comme les tableaux 3.2 et 3.7 montreront, d’après les résultats on constate que le taux d’inflation impacte le taux de change “EURO-DZD” car ils sont fortement corrélés, du fait que nos importations sont libellées.

Conclusion générale

Au cours des dernières décennies, le monde a connu un développement rapide des marchés des capitaux et des services financiers. Dans ces circonstances, la dynamique du taux de change a une forte influence croissante sur la situation macroéconomique globale dans les pays à travers le monde. Ceci s'applique particulièrement aux petites économies ouvertes, où les politiques monétaires nationales n'ont pas un impact sur les taux d'intérêt internationaux. Pour ces pays, le taux de change devient un outil majeur pour s'adapter aux conditions extérieures. Ce travail de recherche consiste à modéliser le taux de change et les principaux indicateurs macro-économique à savoir : le taux de croissance de PIB, le taux d'inflation, ainsi que le prix du baril du pétrole variable indispensable dans la formation des exportations des hydrocarbures en Algérie.

L'analyse de l'évolution du taux de change en Algérie, nous permet de conclure que celle-ci est passée par deux phases, une première phase de 1962 jusqu'à la fin des années 80 caractérisé par un régime de change fixe avec rattachement au franc français à une inconvertibilité limitée et une deuxième phase marqué par un régime de change flottant dirigé à partir de 1994 jusqu'à aujourd'hui.

Notre étude a porté sur l'analyse des séries chronologiques représentant l'évolution du taux de change "EURO-DZD", "USD-DZD" et avec l'évolution des variables macro-économiques.

Sur cette base que nous avons opté pour une analyse permettant de construire un modèle à variable multiple qui explique la modélisation de taux de change DZD et les trois principaux indicateurs macro-économiques. Les séries ont été étudiées séparément, suivant la méthodologie de BOX et JENKINS qui permet en plusieurs étapes de trouver un modèle susceptible et de représenter la série chronologique.

Ce travail a été consacré à la présentation d'une technique de prévision des séries chronologiques. Nous avons étudié dans un premier temps, les caractéristiques statistiques en termes de stationnarité.

Cette thèse portera sur la théorie de base du taux de change, qui souligne l'influence de divers facteurs sur sa dynamique. Notre étude avait donc pour objectif d'analyser les critères qu'influence le taux de change en Algérie.

Les résultats issus de notre travail nous permettent de conclure que :

- Les indicateurs macro-économiques ont un rôle très important dans l'appréciation et la dépréciation du taux de change
- Les écarts observés dans la formation du taux de change "USD-DZD" et "EURO-DZD" actuelle (formation d'un taux de change de 2020) sont générés par la situation sanitaire observée caractérisée par la pandémie COVID19

Vu que le dinar algérien est une monnaie non convertible de manière générale sur le marché des changes, donc son taux de change par rapport à une monnaie forte aux principales devises fortes (dollars américain et euro), est très influencé par l'évolution des cours de ces monnaies fortes (exportation et importation), ce qui fait ressortir une interdépendance des taux des changes "USD-DZD" et "EURO-DZD"

Toutefois, il faut garder à l'esprit que le but de cette analyse n'est pas de prévoir exactement la valeur en un temps t mais de donner une prévision encadrant cette valeur, où il serait statistiquement peu probable de trouver la valeur réelle. L'objectif serait donc de minimiser les erreurs de prévision obtenues grâce aux modèles employés pour une prise de décision correcte et adéquate.

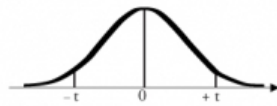
Mais les résultats de ce travail restent insuffisants, en effet, le monde de la finance est très complexe, et la prévision d'une série issue d'un marché spéculatif est à risque élevé, vu l'irrationalité des comportements des agents intervenants sur les marchés internationaux.

Le système financier algérien est caractérisé par l'inexistence d'un marché des capitaux actif qui ne permet pas son développement et par conséquent le développement économique.

Enfin, notre travail peut être mieux traité avec d'autres logiciels qui prennent en considération les facteurs endogènes et exogènes.

Annexes

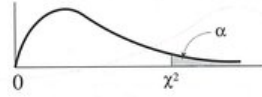
A.1 La table de student



α d.d.l.	0,90	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,02	0,01	0,001
1	0,158	1,000	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657	636,619
2	0,142	0,816	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,598
3	0,137	0,765	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,134	0,741	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,132	0,727	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,131	0,718	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,130	0,711	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,130	0,706	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,129	0,703	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,129	0,700	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,129	0,697	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,128	0,695	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,128	0,694	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,128	0,692	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,128	0,691	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,128	0,690	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,128	0,689	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,127	0,688	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,127	0,688	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,127	0,687	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,127	0,686	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,127	0,686	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,127	0,685	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,767
24	0,127	0,685	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,127	0,684	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,127	0,684	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,127	0,684	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,690
28	0,127	0,683	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,127	0,683	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,659
30	0,127	0,683	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
∞	0,126	0,674	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,291

A.2 La table de Khi deux

Table χ^2 : points de pourcentage supérieurs de la distribution χ^2



<i>dl</i>	.995	.990	.975	.950	.900	.750	.500	.250	.100	.050	.025	.010	.005
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.10	0.45	1.32	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.02	0.05	0.10	0.21	0.58	1.39	2.77	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	0.07	0.11	0.22	0.35	0.58	1.21	2.37	4.11	6.25	7.82	9.35	11.35	12.84
4	0.21	0.30	0.48	0.71	1.06	1.92	3.36	5.39	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.41	0.55	0.83	1.15	1.61	2.67	4.35	6.63	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.68	0.87	1.24	1.64	2.20	3.45	5.35	7.84	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.99	1.24	1.69	2.17	2.83	4.25	6.35	9.04	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.34	1.65	2.18	2.73	3.49	5.07	7.34	10.22	13.36	15.51	17.54	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.70	3.33	4.17	5.90	8.34	11.39	14.68	16.92	19.02	21.66	23.59
10	2.15	2.56	3.25	3.94	4.87	6.74	9.34	12.55	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.60	3.05	3.82	4.57	5.58	7.58	10.34	13.70	17.28	19.68	21.92	24.72	26.75
12	3.07	3.57	4.40	5.23	6.30	8.44	11.34	14.85	18.55	21.03	23.34	26.21	28.30
13	3.56	4.11	5.01	5.89	7.04	9.30	12.34	15.98	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	10.17	13.34	17.12	21.06	23.69	26.12	29.14	31.31
15	4.60	5.23	6.26	7.26	8.55	11.04	14.34	18.25	22.31	25.00	27.49	30.58	32.80
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	11.91	15.34	19.37	23.54	26.30	28.85	32.00	34.27
17	5.70	6.41	7.56	8.67	10.09	12.79	16.34	20.49	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	13.68	17.34	21.60	25.99	28.87	31.53	34.81	37.15
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	14.56	18.34	22.72	27.20	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.44	15.45	19.34	23.83	28.41	31.41	34.17	37.56	40.00
21	8.03	8.90	10.28	11.59	13.24	16.34	20.34	24.93	29.62	32.67	35.48	38.93	41.40
22	8.64	9.54	10.98	12.34	14.04	17.24	21.34	26.04	30.81	33.93	36.78	40.29	42.80
23	9.26	10.19	11.69	13.09	14.85	18.14	22.34	27.14	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.88	10.86	12.40	13.85	15.66	19.04	23.34	28.24	33.20	36.42	39.37	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	19.94	24.34	29.34	34.38	37.65	40.65	44.32	46.93
26	11.16	12.20	13.84	15.38	17.29	20.84	25.34	30.43	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.80	12.88	14.57	16.15	18.11	21.75	26.34	31.53	36.74	40.11	43.20	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	22.66	27.34	32.62	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	23.57	28.34	33.71	39.09	42.56	45.72	49.59	52.34
30	13.78	14.95	16.79	18.49	20.60	24.48	29.34	34.80	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.67	22.14	24.42	26.51	29.06	33.67	39.34	45.61	51.80	55.75	59.34	63.71	66.80
50	27.96	29.68	32.35	34.76	37.69	42.95	49.34	56.33	63.16	67.50	71.42	76.17	79.52
60	35.50	37.46	40.47	43.19	46.46	52.30	59.34	66.98	74.39	79.08	83.30	88.40	91.98
70	43.25	45.42	48.75	51.74	55.33	61.70	69.34	77.57	85.52	90.53	95.03	100.44	104.24
80	51.14	53.52	57.15	60.39	64.28	71.15	79.34	88.13	96.57	101.88	106.63	112.34	116.35
90	59.17	61.74	65.64	69.13	73.29	80.63	89.33	98.65	107.56	113.14	118.14	124.13	128.32
100	67.30	70.05	74.22	77.93	82.36	90.14	99.33	109.14	118.49	124.34	129.56	135.82	140.19

A.3 La table de dicky-fuller

Tables de la distribution des t_τ et t_β

n	Modèle [2]			Modèle [3]					
	Constante c			Constante c			Tendance b		
	1 %	5 %	10 %	1 %	5 %	10 %	1 %	5 %	10 %
100	3,22	2,54	2,17	3,78	3,11	2,73	3,53	2,79	2,38
250	3,19	2,53	2,16	3,74	3,09	2,73	3,49	2,79	2,38
500	3,18	2,52	2,16	3,72	3,08	2,72	3,48	2,78	2,38
∞	3,18	2,52	2,16	3,71	3,08	2,72	3,46	2,78	2,38

A.4 Le PIB nominal

Année	EURO-DZD	PIB nominal	USD-DZD
1961	4,7582	11,9303576	4,93706
1962	4,7697	9,80715811	4,93706
1963	4,7699	13,13	4,93706
1964	4,7678	14,1	4,93706
1965	4,7639	15,24	4,93706
1966	4,7561	14,69	4,93706
1967	4,7528	16,23	4,93706
1968	4,6737	18,74	4,93706
1969	4,6286	21,0448	4,93706
1970	4,6463	24,0723	4,93706
1971	4,7351	24,9228	4,9126383
1972	4,6617	30,4132	4,480515
1973	4,619	34,5311	3,9624954
1974	4,7303	55,5609	4,18075
1975	4,7165	61,5739	3,9494083
1976	4,5471	74,0751	4,163825
1977	4,6577	87,2405	4,146758
1978	4,9853	104,8316	3,9659
1979	5,1624	128,2226	3,853267
1980	5,3623	162,5072	3,971703
1981	5,4306	191,4685	5,086939
1982	4,7916	207,5519	5,087675
1983	4,4932	233,7521	5,216479
1984	4,0043	263,8559	5,254761
1985	3,444	291,5972	4,701182
1986	4,1177	296,5514	4,248784
1987	5,1595	312,7061	4,498685
1988	7,6112	347,7169	6,519381
1989	8,7922	422,042985	8,061189
1990	10,6944	554,388101	8,435938
1991	25,1131	862,132813	20,387947
1992	29,3855	1074,69585	22,626609
1993	28,5794	1189,7249	24,147638
1994	39,5344	1487,40356	32,953035
1995	59,7088	2004,99475	44,844095
1996	73,1311	2570,02897	56,684461
1997	72,1094	2780,1681	63,809707
1998	64,5082	2830,49069	57,939556
1999	77,675	3238,1975	72,97376
2000	72,6678	4123,51387	78,777222
2001	70,2076	4227,11317	78,43942
2002	74,174	4522,77335	78,435023
2003	86,3113	5252,32111	76,415957
2004	89,2096	6149,1167	71,703217
2005	90,1285	7561,98439	72,462623
2006	91,1633	8501,63583	72,620808
2007	95,088	9352,88637	69,443699
2008	94,6322	11043,7035	64,428394
2009	100,6096	9968,02526	72,142874
2010	97,554	11991,5639	73,621076
2011	101,6113	14526,6083	73,029857
2012	99,906	16115,4295	77,806464
2013	105,9699	16569,2708	79,783734
2014	107,1348	17205,1	80,747339
2015	111,4632	16591,8753	100,530005
2016	121,2015	17514,6	109,50598
2017	125,8535	18575,8	111,350357
2018	138,0463	20259	116,945229
2019	133,6911	20288,4	119,430401

Source : Ministère de finance

Bibliographie

- [1] M.ABDELLAOUI, Macro-économie, cours, Université Sidi Mohammed Ben Abdellah, Faculté des Sciences Juridiques, Economiques et Sociales, 2015.
- [2] M. Achouche & H. Kherbachi, le Dinar Algérien, monnaie sur ou sous-évaluée ? Une approche par le TCR et la théorie de la PPA, Les cahier du MECAS, Université de Tlemcen, Algérie, Avril 2006.
- [3] R. BAYLE, Finance internationale : La gestion des risques internationaux, P4.
- [4] A.Benassy-Quéré, Ni change fixe , ni change flexible , le lettre du CEPII, centre d'études prospectives et d'informations internationales, N133, mars 1995.
- [5] B. BERNIER et Y. SIMON, Initiation à la macroéconomie, 8ème édition Dunod, Paris.
- [6] B. BERNIER & Y.SIMON, Op. Cit. P396, 2007.
- [7] J.A. Collomb, Finance de marché, op. cit., P 106.
- [8] B. Conte, La Tiers-Mondialisation de la planète. Presses Univ de Bordeaux, 2009.
- [9] E. Dalkiran, E. Elsey, Business international et mondialisation: vers une nouvelle Europe, Andrew Harrison, 2004.
- [10] V. D'Apice & G. Ferri, The International Monetary Fund. In: Financial Instability. Palgrave Macmillan Studies in Banking and Financial Institutions. Palgrave Macmillan, London. <https://doi.org/10.1057/97802302971116>. 2010.
- [11] P. Deubel, M. Montoussé & S. d'Agostino, Dictionnaire de sciences économiques et sociales, page 203
- [12] L. DOHNI et C. HAINAUT, Les taux de change, réédition de boeck, 2004.
- [13] C. D'Souza, Le rôle des cambistes dans l'alimentation du marché du dollar canadien en liquidité au-delà d'un jour, p 3, Hiver 2008-2009
- [14] R. Duttagupta, G. Fernandez & C. Karacadag, Moving to a Flexible Exchange Rate: How, When, and How Fast, 2006.
- [15] J. Gadrey, Adieu à la croissance, Les Petits Matins, 2010.
- [16] F. Gauthier, Analyse macro-économique, Page 392, 1990.
- [17] J. F. Goux, Inflation, désinflation, déflation, Edition DUNOD, Paris, P08, 1998.
- [18] C. La Baume A. Rousset & C. Taufflieb, Couverture des risques de change et de taux dans l'entreprise, op. cit, P 136 .

- [19] C. Gustav, La monnaie et le change après 1914. M. Giard, 1923.
- [20] J. Jalladeau, introduction à la macroéconomie : modélisation de base et redéploiements théoriques contemporains, 2ème édition de Boeck & Larcier S .A, Paris ,P 371, 1998.
- [21] M. Kenniche, Contribution à l'étude de la dynamique coopérative intra-organisationnelle: analyse croisée des coopérations transversales, verticales et horizontales: cas d'expérimentation. 2010. Thèse de doctorat. Paris, CNAM.
- [22] C. La Baume A. Rousset & C. Taufflieb, Couverture des risques de change et de taux dans l'entreprise, op. cit, P 136 .
- [23] P.H.Lindert et T.Pugel, Economie Internationale, Paris, Economica, 10eme edition, page 456, 1997.
- [24] R. MacDonald, Exchange rate economics: theories and evidence. Psychology Press, 2007.
- [25] M. Montoussé& D. Chamblay, 100 fiches pour comprendre les sciences économiques, page 156, 2005.
- [26] M. Montoussé, Économie monétaire et financière. Editions Bréal, 2006.
- [27] M.Parkin, B. Robin & B. Carmichael, Introduction à la macroéconomie moderne, édition du renouveau pédagogique INC, P323, 2011.
- [28] D. PLIHON et al. Finance et économie de la connaissance: des relations équivoques. Innovations, 2007, no 1, p. 9-43.
- [29] F.E. Racicot et R. Théoret, Traité d'économétrie financière: modélisation financière. PUQ, 2001.
- [30] F. Rassi, Gestion financière à long terme: investissements et financement. PUQ, 2007.
- [31] L. ROBBINS, Essai sur la nature et la signification de la science économique (2e éd.). Paris: Éditions politiques économiques et sociales/Librairie de Médicis, 1947.
- [32] F. SEYTE, Introduction à l'économétrie, cours, Faculté d'économie, université Montpellier 1, 2011-2012.
- [33] L. Solari, Essais de méthode et analyses économétriques , p 30.
- [34] C .Tassi et L.Sylvia, Théorie des probabilités en vue des applications statistiques, p 319
- [35] H. TIETMEYR, Evolving cooperation and collaboration in financial market surveillance. Finance and Development, 36:3, 2023, 1999.
- [36] R. TREMBLY, Macro-économie MODERNE Théorie et Réalités, Édition Études Vivantes, 1992.
- [37] F. YAICI, Op.cit. P15, 2013.
- [38] Rapport Oxford Business Group sur l'Algérie : Perspectives prometteuses [archive], sur www.elmoudjahid.com
- [39] S. P. Yao, Le franc CFA instrument du sous-développement, Edition L'Harmattan, p127 , 2012.