

## Mémoire de fin d'Etudes

Thème :

# La couverture contre le risque de change : Cas pratique de la Société Tunisienne des industries de Raffinage

Présenté et soutenu par :

**SAKLY Rania**

Encadré par :

**Mme. Hanène BEN SALAH**

Etudiant(e) parrainé(e) par :

**MIN FIN TUNIS**

*À LA MÉMOIRE DE MON DÉFUNT PÈRE MONDHER,*

*En témoignage de brut d'années de sacrifices, de sollicitudes,  
d'encouragements et de prières.*

*En ce jour, j'espère pouvoir réaliser l'un de tes plus beaux rêves.*

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mes respects, ma reconnaissance et  
mon profond amour.*

*J'aurais aimé que tu sois avec moi ces jours pour que tu puisses voir le fruit  
de toutes tes peines et de tous tes efforts.*

*Puisse Dieu, le tout puissant, t'avoir en sa sainte miséricorde et que ce  
travail soit une prière pour ton âme mon plus cher*

## DÉDICACES

*Je dédie ce travail et ma profonde gratitude*

**À MA TRÈS CHÈRE MÈRE DALILA,**

*Ma source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours tout au long de ma vie.*

*Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais jamais exprimer ma grande affection et ma reconnaissance.*

*je n'espère ne jamais te décevoir ni trahir ta confiance*

*Puisse Dieu, le plus puissant, te préserver et t'accorder santé et longue vie*

**À MON PETIT FRÈRE ADORÉ RAED,**

*Ces quelques lignes, ne sauraient traduire le profond amour que je te porte.*

*Que ce travail soit l'expression de ma grande affection pour toi et que Dieu te protège, t'accorde santé, succès et plein de bonheur dans ta vie.*

**À MA CHÈRE SŒUR RANDA et MON CHER FRÈRE DHAKER,**

*En témoignage de ma profonde affection et du grand amour que je vous porte, les mots me semblent insuffisants pour exprimer ma grande estime.*

*Je vous suis reconnaissante pour le soutien que vous m'avez toujours témoigné.*

*Puisse Dieu, faire de vous un couple uni et heureux à jamais.*

*Je ne saurais clore sans avoir une pensée spéciale à mes amis, les plus chers,*

**Narjese, Haifa, Zied, Ghaith, Yasmine et Ons**

*Sachiez que sans vous, ces derniers temps auraient eu une toute autre saveur.*

*Merci d'exister dans ma vie.*

## REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes vifs remerciements à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué au bon déroulement de ce Projet de Fin d'Études*

*Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma professeure et encadrante Mme. Hanene BEN SALAH pour son suivi et pour son énorme soutien, qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de la période de ce projet*

*Je tiens à remercier également tout le personnel du ministère des finances pour leur accueil et sympathie tout au long de la période du stage.*

*Je suis reconnaissante en particulier à Mr Lotfi LOUHI, directeur des ressources et des équilibres pour ses encouragements et consignes.*

*Je ne saurais oublier mes remerciements à tous les professeurs et au corps administratif de l'institut de Financement du Développement du Maghreb Arabe pour leur disponibilité et soutien.*

*Ma gratitude s'adresse aussi aux membres du jury qui m'ont honorée en acceptant d'évaluer ce travail, dans l'espoir d'y trouver clarté, motivation et richesse*

## Sommaire

TABLE DES FIGURES .....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
<i>CHAPITRE 1: LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE</i> -----	4
INTRODUCTION .....	4
SECTION 1 : LE MARCHÉ DE CHANGE.....	4
SECTION 2 : GÉNÉRALITÉ SUR LE RISQUE DE CHANGE .....	12
SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE DE CHANGE .....	19
SECTION 4 : LES MODELES DE DETERMINATION DU PRIX DE CHANGE .....	43
Conclusion.....	48
<i>CHAPITRE 2 : MODÉLISATION ET PRÉVISION DU TAUX DE CHANGE</i> ----	49
Introduction .....	49
SECTION 1 : CONTEXTE TUNISIEN .....	50
SECTION 2 : METHODOLOGIE .....	54
SECTION 3 : CAS PRATIQUE.....	73
SECTION 4 : COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE.....	78
<i>Conclusion</i> -----	93
<i>CONCLUSION GÉNÉRALE</i> -----	94
<i>BIBLIOGRAPHIE</i> -----	96
<i>WEBOGRAPHIE</i> -----	99
<i>Annexes</i> -----	100
<i>Table des matières</i> -----	108

## TABLE DES FIGURES

<b>FIGURE 1 :</b> CAS DE COMPENSATION BILATERALE .....	21
<b>FIGURE 2:</b> REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'ACHAT D'UN CALL.....	30
<b>FIGURE 3:</b> REPRESENTATION GRAPHIQUE DE LA VENTE D'UN CALL .....	31
<b>FIGURE 4:</b> REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'ACHAT D'UN PUT.....	31
<b>FIGURE 5 :</b> REPRESENTATION GRAPHIQUE DE LA VENTE D'UN PUT .....	32
<b>FIGURE 6:</b> MECANISME DE FONCTIONNEMENT DU SWAP.....	40
<b>FIGURE 7 :</b> ÉVOLUTION DE LA PARITE USD/TND ENTRE 2010 ET 2019 .....	57
<b>FIGURE 8 :</b> AUTOCORRELATIONS ET AUTOCORRELATIONS PARTIELLE DE LA SERIE USD/TND .....	58
<b>FIGURE 9:</b> ÉVOLUTION DU RENDEMENT DE LA PARITE USD/TND .....	61
<b>FIGURE 10:</b> ÉTUDE DU CORRELOGRAMME DE D (USD/TND) .....	62
<b>FIGURE 11 :</b> LA STATISTIQUE Q DE BOX ET LJUNG DES RESIDUS.....	68
<b>FIGURE 12:</b> LES VALEURS PREDITES DE LA SERIE DUSD/TND .....	69
<b>FIGURE 13 :</b> ÉVOLUTION DES PARITES EUR/USD, EUR/TND ET USD/TND .....	71
<b>FIGURE 14:</b> ÉVOLUTION DES AVOIRS, LA PARITE USD/TND ET LA PARITE EUR/TND .....	72
<b>FIGURE 15:</b> ORGANISATION DU SECTEUR D'HYDROCARBURES.....	74
<b>FIGURE 16 :</b> ÉVOLUTION DE LA SUBVENTION ENTRE 2004 ET 2018 .....	76
<b>FIGURE 17 :</b> ÉVOLUTION DU PRIX DU BARIL EN USD .....	76
<b>FIGURE 18 :</b> COUT EN SUBVENTION EN FONCTION DE L'EVOLUTION EVENTUELLE DU PRIX DU BARIL .....	77
<b>FIGURE 19:</b> GAIN EN FONCTION DU TAUX DE COUVERTURE .....	83

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1: DIFFERENTES FORMES D'EXPOSITION AU RISQUE DE CHANGE.....	15
TABLEAU 2: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES OPERATIONS DE CHANGE A TERME .....	25
TABLEAU 3: TABLEAU COMPARATIF ENTRE UN CONTRAT FORWARD ET UN CONTRAT FUTURES.....	26
TABLEAU 4: AVANTAGES ET INCONVENIENTS D'UN CONTRAT FUTURS.....	27
TABLEAU 5: AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES SWAPS .....	43
TABLEAU 6 : PROPRIETES DES FONCTIONS D'AUTOCORRELATION ET D'AUTOCORRELATION PARTIELLE .....	55
TABLEAU 7 : TEST DE RACINE UNITAIRE EN NIVEAU .....	60
TABLEAU 8 : TEST DE RACINE UNITAIRE A LA PREMIERE DIFFERENCE .....	61
TABLEAU 9 : RESULTATS DES TESTS DE PREVISION .....	70
TABLEAU 10 : LES PREVISIONS USD/TND .....	71
TABLEAU 11: RECAPITULATIF DU PRICER DU FORWARD.....	82
TABLEAU 12: RECAPITULATIF DU PRICER D'UNE OPTION ACHAT.....	87

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

Dans un contexte marqué par la libéralisation économique, la globalisation financière ainsi que l'explosion spectaculaire du commerce extérieur, et des marchés de changes très volatils et incertains, les entreprises travaillant à l'international sont de plus en plus exposées au risque de change.

En effet, le risque de change est relatif à une éventuelle perte liée à une variation brusque de taux de change résultant généralement d'un décalage temporaire entre la signature de contrat relatif à une transaction internationale, la livraison et le paiement. Entre temps, l'importateur risque une hausse de la valeur de la monnaie étrangère par rapport à la monnaie domestique et inversement, l'exportateur craint une baisse de la valeur de la monnaie étrangère par comparaison à la monnaie nationale. Ainsi, la rentabilité de l'entreprise importatrice et celle de l'entreprise exportatrice sont mis en jeu et risquent même de subir des pertes financières potentielles et une détérioration de leurs avantages compétitifs.

La négligence de la couverture contre le risque de change pourrait avoir des conséquences néfastes sur l'entreprise. Une gestion efficace du risque de change présente ainsi de nombreux avantages tels que l'anticipation des mouvements de trésorerie et l'atténuation de la volatilité du compte de résultat et des pertes financières liées à une éventuelle fluctuation du cours de change. Une couverture optimale permet aussi la fixation du prix de revient et la préservation de la compétitivité des produits de l'entreprise.

La stratégie adoptée face au risque de change dépend prioritairement du degré d'aversion de l'entreprise face au risque. Différentes positions seront adoptées, en allant du refus absolu de courir le moindre risque jusqu' à des stratégies plus risquées, parfois même source de gains. Entre ces deux extrêmes, l'entreprise pourra décider de couvrir ses positions de façon plus ou moins partielle, à plus ou moins long terme. Il est dans tous les cas conseillé de définir un ratio de risque qui servira d'étalon dans le pilotage des transactions.

Pour mieux gérer le risque de change une panoplie de techniques et de produits dérivés ont été proposés dans la littérature. On distingue deux grandes familles de techniques de couverture du risque de change :



- La couverture naturelle : elle consiste à équilibrer l'ensemble des opérations d'achat et de vente réalisées dans la même devise. Parfois difficile à mettre en œuvre, cette stratégie conduit souvent à la délocalisation totale de la production dans le pays où se trouve le marché.
- La couverture financière : cette technique implique l'utilisation des produits dérivés accessibles par l'intermédiaire du marché des changes, aussi appelé marché des devises ou FOREX. Pour se prémunir du risque de change, l'entreprise a ainsi le choix entre les contrats à terme, les options de change, ou encore les swaps.

Sur le plan national, les entreprises Tunisiennes sont de plus en plus exposées au risque de change et ceci est dû essentiellement à l'instabilité macroéconomique traduite par une poussée inflationniste difficilement maîtrisable, un déficit commercial et budgétaire en crescendo, et surtout à un glissement historique du Dinar Tunisien.

En effet, l'examen des données sur les parités mensuelles interbancaires entre avril 2012 et décembre 2018, permet de constater que le dinar a perdu environ 54% de sa valeur vis à vis du Dollar (le Dollar a fini l'année 2018 à 2,9725 TND contre 1,3697 à la fin du mois d'avril 2012, ce qui est équivalent à une dépréciation d'environ 7% en moyenne annuelle). Par ailleurs, le Dinar a perdu environ 42% de sa valeur vis-à-vis de l'Euro (l'Euro a fini l'année 2018 à 3,3846 TND contre 1,9805 à la fin du mois d'avril 2012, ce qui équivaut à une dépréciation de 5% en moyenne annuelle). Toutefois, et pour la seule année 2018, le Dinar a perdu 16% par rapport à l'USD et 13% vis à vis de l'euro. De ce fait, nous sommes en présence d'un phénomène d'accélération de la dépréciation de la monnaie nationale par rapport aux deux principales devises de paiement des opérations extérieures de la Tunisie. Ce glissement a un impact néfaste sur l'activité des entreprises importatrices tunisiennes et affectent leurs marges voire leurs compétitivités.

Pour se prémunir, les entreprises tunisiennes sont de plus en plus intéressées par la mise en place d'une stratégie de couverture qui pourrait se baser sur la couverture naturelle, l'utilisation d'instruments financiers, ou bien d'une stratégie qui combine des deux.

Notre travail va s'intéresser à la gestion du risque de change dans le contexte tunisien et à l'exploration des différents outils et instruments financiers utilisés par les entreprises. Notre but est de prévoir l'évolution des cours de change et de simuler différentes stratégies de

couverture, partant de l'application de ratio de couverture « Naïf » c'est à dire une couverture de 100% de la position jusqu'à l'adoption d'une stratégie de non couverture (c'est-à-dire un ratio de couverture de 0%). Comme application, nous avons choisi une entreprise publique à savoir la STIR (*Société Tunisienne des Industries de Raffinage*) pour illustrer les différentes stratégies de couverture par les contrats à terme et les options de change.

A ce niveau, se pose donc la problématique du choix de la stratégie de couverture à adopter avec trois questions essentielles :

- **Faut-il se protéger contre le risque de change ?**
- **Faut-il s'en protéger totalement ou partiellement ?**
- **Quels sont les différents instruments de couverture ?**

Pour pouvoir répondre à ces différentes questions, notre travail sera organisé en deux chapitres: Dans le premier, nous allons s'intéresser à la présentation du marché de change et à son évolution. Nous allons également nous focaliser sur la notion du risque de change ainsi que les instruments de couverture. Ensuite nous présenterons la revue de littérature relative aux modèles de prévision des cours de change.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation du marché de change tunisien. Il sera également accompagné par une partie empirique composée de deux volets :

- **Un volet prévision:** Dans cette partie nous proposons une prévision du taux de change USD/TND en se basant sur la modélisation ARIMA (1, 1,0).
- **Un volet stratégie de couverture:** Dans cette partie, nous illustrons plusieurs scénarios de couverture contre le risque de change basés sur les contrats à terme et les options de change d'une entreprise étatique « STIR ». Nous avons également proposé deux types de ratio de couverture optimaux : un ratio statique et un ratio dynamique.

## **CHAPITRE 1: LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE**

### **INTRODUCTION**

Au fil des années et suite à l'occurrence de différents événements, les devises ont connu de fortes fluctuations. Par conséquent, certaines entreprises ont enregistré des pertes de change significatives. L'impact remarquable des variations des taux de change sur les résultats des entreprises prouve l'importance de la gestion du risque de change.

Pour ce faire, il est intéressant de comprendre tout d'abord la nature du risque de change, l'identifier pour pouvoir par la suite l'évaluer et trouver la stratégie adéquate pour se couvrir contre ce risque

Dans ce contexte, ce chapitre est dédié principalement aux aspects théoriques en rapport avec la gestion du risque de change.

Nous commençons tout d'abord par une introduction sur le marché de change, par la suite nous évoquons la notion du risque de change. Enfin, nous allons présenter les différentes techniques de couverture

### **SECTION 1 : LE MARCHÉ DE CHANGE**

#### **1. Le marché de change**

Le FOREX, (Foreign Exchange), est le plus grand marché financier du monde. Le marché de change c'est là où la monnaie d'un pays est échangée contre une autre monnaie (les devises étant cotées les unes par rapport aux autres).

Le taux de change qui représente le prix d'échange entre deux devises évolue en continu en fonction de l'offre et de la demande des participants du marché.

Différents acteurs du marché tentent de gagner de l'argent avec les fluctuations des taux de change en achetant des devises à bas prix et les vendant à un prix plus élevé ou vice versa.

Le marché des changes est le marché le plus activement négocié au monde.

Plus de 5 billions de dollars sont échangés en moyenne chaque jour. En comparaison, ce volume est 25 fois plus élevé que celui des actions mondiales.

Le marché des changes est en grande partie un marché de gré à gré, ce qui signifie que les opérations se font sur des plateformes électroniques et par téléphone entre les banques et les autres participants au marché. Aujourd'hui, environ 3 % seulement des opérations de change sont effectuées sur des bourses sous forme de contrats à terme standardisés et de contrats d'options.

Bien que les devises de tous les pays constituent le marché des changes, la plupart des volumes sont concentrés dans un petit nombre de devises. Ces devises qui sont le plus souvent échangées sont appelées devises principales. Ils le sont :

USD : États-Unis / Dollar

EUR : Zone euro / Euro

JPY : Japon / Yen

GBP : Royaume-Uni / Livre sterling

CAD : Canada / Dollar

CHF : Suisse / Franc

AUD : Australie / Dollar

Comme pour les principales devises, il existe des paires de devises majeures, qui sont les paires de devises les plus couramment échangées. Ces paires majeures sont :

EUR/USD : Zone Euro / États-Unis

USD/JPY : États-Unis / Japon

GBP/USD : Royaume-Uni / États-Unis

USD/CHF : États-Unis / Suisse

USD/CAD : États-Unis / Canada

AUD/USD : Australie / États-Unis

Il est à noter que l'USD est impliqué dans chacune de ces paires de devises. La raison en est que le dollar est la monnaie de réserve du monde, car c'est la plus grande économie du monde avec un système politique stable. L'USD peut être considéré comme une devise de repli car c'est le dollar qui est le plus fort par rapport aux autres devises.

Bien qu'il s'agisse des paires de devises les plus couramment échangées, cela ne signifie pas qu'elles sont les seules qui peuvent être achetées et vendues.

Il existe également des paires de devises majeures, également appelées "paires mineures", et des paires de devises exotiques.

Les croisements de devises majeures sont des paires de devises qui impliquent les principales devises mais qui n'impliquent pas l'USD dans la paire. Il existe de nombreux croisements de devises car de nombreuses combinaisons différentes peuvent être faites, mais les paires mineures les plus courantes sont l'Euro, le Yen ou la Livre Sterling, la paire EUR/JPY étant la plus couramment négociée.

Les paires exotiques sont des paires de devises qui impliquent le dollar et une devise d'une économie émergente. Certaines des paires exotiques le sont :

USD/NOK : États-Unis / Norvège

USD/DKK : États-Unis / Danemark

USD/SEK : États-Unis / Suède

## 2. Les caractéristiques du marché des changes

Le marché des changes n'a pas de localisation géographique. Ce marché, contrairement aux autres marchés boursiers, est dit un marché sans frontière et ce parce qu'il existe un seul marché des changes dans le monde entier. Les différentes transactions en devise se font aussi bien et en même temps à Paris, Tokyo, Londres ou New York.

Ainsi, le marché FOREX est un marché international, permanent : le traitement des devises est possible 24h/24h. La contrepartie possible à tout moment prouve la liquidité de ce marché

Le Forex est un marché bidirectionnel, où un trader peut entrer une position d'achat ou une position de vente.

Quand un trader fait un trade profitable sur le Forex, cela signifie qu'un autre trader est perdant.

Forex est l'endroit pour négocier des devises. Les acteurs du marché utilisent de grandes quantités de devises pour faire des profits à mesure que la valeur des fluctuations monétaires.

Les fluctuations monétaires s'expliquent par deux facteurs:

- **Le marché réel** : Les investisseurs ou les visiteurs ont besoin d'argent pour acheter des marchandises d'un autre pays, et ils doivent convertir leur propre monnaie dans une autre monnaie et inversement. Au fur et à mesure que le besoin de devises augmente, sa valeur augmente.
- **Spéculation** : Les investisseurs essaient de savoir comment la devise réagira à un certain incident, comme les nouvelles économiques, par exemple les communiqués sur les taux d'intérêt.

Les traders négocient par l'intermédiaire de leurs courtiers en ligne. Par exemple, en prenant une position d'achat (longue) dans une paire de devises EUR/USD, un trader achète des euros et vend des dollars simultanément. Si l'opérateur a analysé correctement, il réalisera un bénéfice si la valeur de l'euro se renforce contre dollar. Si l'Euro s'affaiblit face au Dollar, le trader perdra de l'argent. Si le taux de change en EUR/USD était de 1,3000 avant que le trader

n'entre dans sa position longue, et qu'à la clôture de la transaction le même taux de change passait à 1,3001, il aurait gagné un PIP sur sa transaction.

PIP (point d'intérêt prix) est la dernière décimale d'un prix, et il s'agit d'un système permettant de déterminer le bénéfice ou la perte sur le FOREX. Les valeurs des PIP et la taille de la position déterminent le résultat en dollars.

### 3. Les intervenants sur le marché de change

Plusieurs acteurs interviennent sur le marché de change FOREX à savoir les institutions financières et non financières, les banques centrales et les courtiers

- **Les institutions financières :** Le marché de change est à la base un marché interbancaire. L'intervenant le plus important sur le marché c'est les banques de la place et ce à travers leurs salles des marchés.

Elles prennent en charge les opérations d'achat et de vente de devise pour le compte de leurs clients notamment les entreprises commerciales et industrielles. Les institutions financières ne participent pas au marché d'une manière permanente

- **Les institutions financières non bancaires :** Ces institutions comprennent les filiales financières ou bancaire des groupes industriels ou commerciaux et des investisseurs institutionnels (caisse de retraite, société d'assurance, fonds d'investissements, etc)

L'intervention de ces institutions est de première importance car elle n'est pas destinée simplement à se procurer des devises ou à couvrir un risque de change mais aussi à des opérations d'arbitrage et de spéculation.

- **Les banques centrales :** Les banques centrales interviennent occasionnellement sur le marché des changes. En opérant sur ce marché, une banque centrale remplit deux rôles principaux :
  - Soit d'exécuter les ordres de sa clientèle : administrations nationales, banques centrales étrangères, organismes internationaux.

- Soit d'influencer l'évolution du taux de change. Elle vend sa monnaie nationale dès lors qu'elle ne souhaite pas le voir s'apprécier davantage et inversement, elle achète sa monnaie en cédant des devises.

Il faut souligner que les interventions des banques centrales diffèrent d'un pays à un autre selon le régime de change adopté.

- **Les courtiers** : Les courtiers, appelés également Brokers, jouent le rôle d'intermédiaire moyennant des honoraires ou une commission dans le but d'exécuter des ordres d'achat ou de vente d'un investisseur.

#### 4. Notions de base

- **Pip** : C'est un acronyme pour "pourcentage en point". Un pip est le plus petit mouvement de prix qu'un taux de change peut faire sur la base de la convention du marché forex. La plupart des paires de devises sont évaluées à quatre décimales près et le changement de pip est la dernière (quatrième) décimale. Un pip équivaut donc à 1/100 de 1 % ou un point de base.

Par exemple, le plus petit mouvement que la paire de devises USD/CAD peut faire est 0,0001 \$ ou un point de base.

- **Bid/ Ask spread** : La différence entre le cours acheteur (Bid : le prix auquel le cambiste accepte d'acheter une monnaie) et le cours vendeur (Ask : le prix auquel il accepte de la vendre) s'appelle le spread.

Comme dans le Forex on n'a pas à payer de commissions, le spread est ce que les courtiers utilisent pour gagner de l'argent.

Le spread fonctionne de sorte que le courtier pourrait payer 1,3600 pour l'achat d'une devise. Il vous permet ensuite d'acheter au prix de 1,3601.

L'écart entre les cours acheteur et vendeur que le courtier obtient est de 1 pip. Au moment où un trader clôture une transaction, il aura toujours pour payer l'écart au courtier.

- **Cotation au certain et à l'incertain** : Un taux de change peut en fait être exprimé de deux manières : soit l'une, soit l'autre : En nombre d'unités de monnaie nationale



(nationale) par unité étrangère et la convention de présentation utilisée par la presse financière est la suivante : X et Y étant deux monnaies, l'entrée X/Y 1,05 signifie qu'un X est 1,05 Y, cette cotation est considérée comme une cotation de l'incertitude.

Une appréciation de la monnaie nationale = une baisse du taux de change.

Ou bien, il est exprimé en nombre d'unités étrangères par unité monétaire nationale et c'est la cotation certaine (européenne).

Une appréciation de la monnaie nationale = une augmentation du taux de change (ce sont les monnaies, et non les taux de change, qui s'apprécient ou se déprécient).

- **Taux au comptant** : il s'agit du prix auquel les contreparties s'entendent pour le change instantané des devises ; toutefois, la livraison de ces devises n'a lieu que dans les deux jours ouvrables suivant la date de négociation, ces transactions prenant la forme de devises étrangères.
- **Taux de change à terme** : il s'agit d'un taux de change fixé aujourd'hui auquel les devises seront négociées à une date ultérieure (date d'échéance du contrat), ces échéances varient, mais sont généralement inférieures à un an et en chiffres arrondis (30,90 jours).

Il y a autant de taux qu'il y a de conditions pour lesquelles des transactions peuvent être conclues.

## 5. Historique du marché de change

Pour comprendre le marché du FOREX, il est important de savoir comment le marché des changes s'est développé depuis ses débuts jusqu'au point où il en est aujourd'hui.

*"Des années 1870 jusqu'à la Première Guerre mondiale, l'or a assuré la stabilité de nombreuses monnaies du monde."*

Même si l'or a une longue histoire d'être une réserve de valeur, il avait aussi quelques inconvénients.

Au début du vingtième siècle, si un pays avait une économie forte, il pouvait se permettre d'importer plus de marchandises. Les importations à l'étranger signifiaient l'envoi d'argent à cette époque.

Le pays a dû réduire ses réserves d'or pour soutenir sa monnaie. "Avec moins d'or pour soutenir sa monnaie, les réserves monétaires ont dû être réduites, ce qui a entraîné une hausse des taux d'intérêt, ce qui a ensuite ralenti l'activité économique jusqu'à ce qu'elle provoque une récession" (**Mendelsohn 2006, 11-14**)

La récession fait baisser les prix des biens, ce qui signifie que les acheteurs étrangers s'intéresseront aux produits à bas prix, ce qui augmente encore les exportations et les flux monétaires.

Le pays peut commencer à reconstituer les réserves d'or et la masse monétaire. Cela permet de réduire les taux d'intérêt et d'assurer le bien-être économique. Ce genre de " cycles d'expansion et de ralentissement " était courant pendant la période de l'étalon-or. Le flux commercial a été perturbé par la Première Guerre mondiale, qui a rendu le marché des changes très volatile. "La dépression des années 1930 et le début de la Seconde Guerre mondiale ont perturbé davantage l'activité économique normale et l'activité sur le marché des changes. (**Mendelsohn 2006, 11-14**)

**Mendelsohn (2006, p. 11-14)** explique comment le commerce international s'est développé et comment les dollars américains ont été beaucoup déposés à l'étranger et qu'il y avait un risque que la demande d'or se transforme en dollars.

En 1971, le président Nixon a annoncé que le dollar américain ne serait plus convertible en or. C'était la fin de l'accord conclu en 1944 qui prévoyait une marge de fluctuation plus large pour les différentes monnaies. Cependant, l'accord sur les flotteurs était voué à l'échec parce que les situations économiques et politiques différaient d'un pays à l'autre. Les fonctionnaires européens voulaient s'en tenir au concept du flottant, mais ne voulaient pas que leur monnaie soit si étroitement liée aux États-Unis.

En 1978, le Système monétaire européen (SME) a été créé pour maintenir l'alignement des monnaies européennes.

Le SME a duré jusqu'en 1993, date à laquelle la Grande-Bretagne l'a abandonné. Cela a ouvert la voie à un système de taux de change flottant, car il n'y avait pas de structure en place pour contrôler les fluctuations monétaires. "*La plupart des monnaies flottent librement*

*aujourd'hui, bien que le peso argentin, le yuan chinois et d'autres monnaies aient été rattachés au dollar américain " (Mendelsohn 2006, p. 11-14).*

L'euro a été lancé le 1er janvier 1999 et est devenu l'une des monnaies les plus fortes du monde.

## SECTION 2 : GÉNÉRALITÉ SUR LE RISQUE DE CHANGE

### 1. Risque de change

Le problème du risque de change est parmi les préoccupations des entreprises ouvertes à l'internationale compte tenu qu'il présente une menace majeure pour leurs activités.

D'une façon générale, on peut définir le risque de change comme étant la possibilité de subir une perte. Le risque de change est classé parmi les risques liés à la volatilité des prix résultante de la fluctuation de la valeur des devises et plus précisément aux mouvements imprévus de celles-ci.

Plusieurs définitions sont associées à la notion de risque de change, parmi lesquelles on peut citer celle de **Sleziak (1990)** qui mentionne qu'il y'a risque de change lorsqu'une personne fait des opérations financières dans une monnaie différente de sa monnaie nationale, supposée être sa monnaie de compte, et que le règlement financier peut se réaliser à une parité différente de celle retenue, à l'engagement, lors de la fixation du prix, ou plus généralement de la détermination du montant considéré

Selon **Michel (2003)** le risque de change peut-être défini comme étant le montant des avoirs et des engagements dont la valeur en monnaie serait affectée par un changement du taux de change.

Ce risque est lié également aux variations d'une devise par rapport à la monnaie de référence utilisée par l'entreprise, selon **Barreau et Dalhaye (2006)**.

On peut déduire donc que le risque de change survient lorsqu'une société effectue des opérations financières libellées dans une monnaie autre que la monnaie dans laquelle elle est

établie. Toute variation (appréciation / dépréciation) de la devise de base ou de la devise libellée aura une incidence sur les flux de trésorerie provenant de cette transaction.

Le risque de change peut également toucher les investisseurs qui font du commerce sur les marchés internationaux et les entreprises qui importent ou exportent des produits ou des services vers plusieurs pays.

→ Pour faire simple, le risque de change peut se définir comme étant le risque de perte en capital, en cas de paiement différé, à cause des fluctuations du taux de change ou des cours de monnaies dans le temps.

Dans ce cas l'entreprise risque de décaisser un montant plus élevé ou d'encaisser un montant moindre en raison de l'utilisation d'une monnaie différente à sa monnaie locale

Afin de mieux comprendre la notion du risque de change, on va proposer l'exemple suivant :

Le 25 Janvier 2019, un importateur tunisien a passé une commande de marchandise à un fournisseur Français pour une valeur de de 200 000 €, payable fin décembre 2019.

Le 25 Janvier 2019, le cours de l'EURO est 3,4507 TND. A cette date, le cout de cette dette est de :  $200000 * 3,4507 = 690\ 140$  TND. Le 31/12/2019, trois scénarios seront possibles :

- Le cours de l'EURO contre le TND baisse : ça suppose qu'il passe à 3,1000 TND, l'importateur voit sa dette baisse puisqu'elle s'élève à 620 000 TND au lieu de 690 140 TND. Suite à cette baisse du cout, l'importateur a pu réaliser un gain de change de 70 140 TND
- Le cours de l'EURO contre le TND reste stable : L'importateur devra régler sa dette de 690 140 TND. Pas de différence entre cette somme et celle prévu lors de l'achat.
- Le cours de l'EURO contre le TND augmente : Si on suppose dans ce cas, que le cours de l'EURO passe à 3,5000 TND. La dette de l'importateur s'élève à 700 000 TND, ce qui signifie qu'il a subi une perte de change de 9 860 TND

## 2. Typologie des risques de change

On peut distinguer trois types de risque de change à savoir : Le risque de change de transaction, le risque de change comptable et le risque de change économique.

- **Exposition de transaction:** Cette exposition concerne les mouvements de trésorerie à court terme. Une fluctuation du taux de change dans cette période peut avoir un impact sur la valeur des débiteurs, des créditeurs, des placements, des emprunts ou tout autre engagement ayant une durée de vie fixe. Donc l'entreprise est exposée au risque de change tant qu'elle a des engagements financiers en devises étrangères.
- **Exposition comptable :** Une société mère qui possède une filiale dans un autre pays pourrait subir des pertes lorsque les états financiers de la filiale, qui seront libellés dans la devise de ce pays, doivent être convertis dans la devise de la société mère. Une telle exposition est due au fait que les entreprises doivent présenter les résultats de leurs filiales étrangères dans la devise domestique du siège social pour des fins de consolidation et de comparaison.
- **Exposition économique :** C'est le risque que les fluctuations du taux de change affectent d'une manière défavorable les cash-flows futurs de long terme et par conséquent la valeur de l'entreprise et donc le cours de son action.

Les différentes expositions au risque de change ainsi que leurs incidences financières sont résumées dans le tableau ci-dessous :

	<b>Exposition de transaction</b>	<b>Exposition comptable</b>	<b>Exposition économique</b>
<b>Nature</b>	Se manifeste lorsqu'une entreprise conclut une opération d'une vente ou d'un achat de biens ou services dans une monnaie étrangère	Se présente lors de la conversion des états financiers libellés en monnaie étrangère en monnaie domestique pour des fins de consolidation ou de comparaison	Se présente lorsque les fluctuations de taux de change ont un impact sur la valeur de l'entreprise et de ses flux monétaires en monnaie domestique

<b>Incidence financière</b>	Gain ou perte de change réelle pour l'entreprise	Gain ou perte de change non matérialisé	Hausse ou baisse de la valeur de l'entreprise mesurée en monnaie domestique
-----------------------------	--	---	---

Tableau 1: Différentes formes d'exposition au risque de change

### 3. Les mesures de risque de change

#### 3.1 La volatilité des cours de change

Considérée en finance comme la base de la mesure du risque, la volatilité est par définition une mesure des amplitudes des variations du cours de change. Ainsi, plus la volatilité d'un cours de change est élevée et plus l'investissement dans cette devise sera considéré comme risqué et par conséquent plus l'espérance de gain (ou risque de perte) sera important.

On distingue deux types de volatilité :

- **La volatilité historique** basée sur les variations historiques des cours de change. Elle peut être calculée sur différents horizon de temps suivant l'analyse désirée. La seule limite à cette méthode et non des moindres, repose sur le fait qu'il est difficile de se baser sur des données historiques pour prédire les variations futures. Cette volatilité est la plus simple à calculer car elle ne nécessite que très peu d'outils mathématiques. Elle est déterminée par l'écart type dont on rappelle la formule suivante :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (R_t - \bar{R})^2} \quad (1)$$

Où

$R_t$ : Le rendement du cours de change à l'instant t

$\bar{R}$  : Le rendement moyen du cours de change

$T$ : La période

- **La volatilité implicite** c'est la volatilité anticipée par le marché sur la période de l'option. Elle est déterminée par l'utilisation de la formule de **Black Scholes Merton (1973)**.

Pour les options dont le prix est fourni par le marché, la formule de Black Scholes Merton n'est pas utilisée comme une formule de pricing (pour obtenir le prix à partir d'une volatilité donnée) mais comme une formule de mapping (pour obtenir la volatilité implicite à partir du prix de marché de l'option). Il y a une relation bijective entre le prix de l'option et la volatilité de l'actif sous-jacent. La volatilité implicite varie au cours du temps et elle dépend du prix d'exercice et de la maturité de l'option (effet « smile », « skew » et « smirk »).

### 3.2 La VAR

La notion de Value-at-Risk (VaR) est apparue pour la première fois dans le secteur de l'assurance.

A la fin des années 1980, la banque Bankers Trust fut l'une des premières institutions à utiliser cette notion sur les marchés financiers aux Etats-Unis, mais c'est principalement la banque JP Morgan qui dans les années 90 a popularisé ce concept notamment grâce à son système RiskMetrics (pour un historique complet de la notion de Value-at-Risk et de sa diffusion se reporter au livre de **Dowd, 2005**).

*«La Value-at-Risk correspond au montant des pertes qui ne devraient être dépassées pour un niveau de confiance donné sur un horizon temporel donné» (Jorion, 2007).*

La Value-at-Risk n'est rien d'autre qu'un fractile de la distribution de perte et profit associée à la détention d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs sur une période donnée.

**Pour un taux de couverture (Coverage rate) de  $\alpha\%$ , la Value-at-Risk, notée  $VaR_t(\alpha)$ , correspond au fractile d'ordre  $\alpha$  de la distribution de profits et pertes (P&L).**

$$VaR(\alpha) = F^{-1}(\alpha)$$

Où  $F(.)$  la fonction de répartition associée à la distribution de perte et profit.

On distingue trois grandes classes de méthodes de calcul de la VaR :

- **Méthodes Non-paramétriques** : Le principe général des méthodes non paramétriques d'estimation / prévision de la Value-at-Risk est que l'on impose a priori aucune distribution paramétrique de pertes et profits. Il existe une grande variété de méthodes non paramétriques de calcul de la Value-at-Risk tels que la simulation historique, la simulation Monte Carlo, ...
- **Méthodes Semi-paramétriques**: Parmi les méthodes semi-paramétriques on distingue les approches basées de la théorie des extrêmes (EVT). Les extrêmes sont en effet gouvernés par des théorèmes spécifiques qui permettent d'établir sous différentes hypothèses la distribution suivie par ces extrêmes. Il existe deux principales branches de la théorie des valeurs extrêmes : La théorie des valeurs extrêmes généralisée et la loi de Pareto généralisée (ou l'approche POT - "Peaks-over-threshold"). L'approche POT permet l'étude de la distribution des pertes excessives au-dessus d'un seuil (élevé), tandis que la théorie des valeurs extrêmes généralisée permet de modéliser le maximum ou le minimum d'un très grand échantillon.
- **Méthodes Paramétriques** : C'est l'ensemble des méthodes de calcul et de prévision de la VaR fondées sur des modèles **Riskmetrics** et **GARCH** univariés ou multivariés (**Engle, 2001**). Ces modèles permettent de modéliser et de prévoir la matrice variance covariance et la variance conditionnelle de la distribution de pertes et profits, ce qui permet dans un second temps d'en déduire une modélisation ou une prévision de la Value-at-Risk sous un certain nombre d'hypothèses sur la distribution conditionnelle des rendements.

#### 4. Position de change

Selon **Fontaine (1996)**, la position de change se définit comme suit : Pour chaque devise, la position de change d'une entreprise est égale au solde des engagements reçus et des engagements donnés exprimé dans cette monnaie.

La position de change est un indicateur de gestion du risque de change. En effet, elle permet d'identifier le risque encouru par l'entreprise à un moment donné.

Elle est donnée par la formule suivante:



### *Position de change = Créances en devises – Dettes en devises*

Une société peut avoir des actifs en devises étrangères tels que des liquidités, des titres de créance ou de participation, des créances commerciales ou des participations directes dans un autre pays; de même, elle peut avoir des passifs en devises étrangères sous forme de prêts bancaires ou de dettes commerciales.

On distingue principalement trois formes de position de change à savoir la position de change par devise, par échéance ou par la position de change globale.

#### **4.1 La position de change par devise**

La position de change peut-être soit fermée soit ouverte; elle est dite fermée lorsque les créances sont égales aux dettes. Dans ce cas le risque de change est atténué. Par contre, la position de change est classée ouverte si le montant des avoirs en devise est supérieur ou égal au montant des engagements en devises.

Dans le cas de la position de change ouverte, deux cas de figures sont possible :

- **Position de change longue**: Lorsque les avoirs sont supérieurs aux engagements libellés dans la même devise. Dans ce cas, l'entreprise fait face à un risque de baisse des devises par rapport à sa monnaie de référence
- **Position de change courte**: Lorsque les créances sont inférieures aux dettes de la même devise. Dans ce cas, le risque de change est lié à une éventuelle hausse de devise par rapport à la monnaie nationale.

#### **4.2 La position de change par échéance**

Selon l'échéance, la position de change est classée soit au comptant soit à terme :

- **Position de change au comptant**: Elle mesure le solde que l'entreprise doit encaisser ou décaisser en devise au comptant (J+2).
- **Position de change à terme**: Elle mesure le solde que l'entreprise doit verser ou recevoir en de devise à terme.

### **4.3 La position de change globale**

Cette position concerne toutes les devises confondues que l'entreprise doit encaisser ou décaisser. La position de change globale relie la position de change au comptant et la position de change à terme. Ainsi, elle permet de donner une estimation générale sur le montant exposé au risque de change.

## **SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE DE CHANGE**

Dans cette section, nous allons explorer les différents instruments de couverture du risque de change. Les entreprises font appel à ces techniques afin d'atténuer ou éliminer complètement l'exposition au risque de change.

Les stratégies et les techniques de couverture sont divisées en deux grandes catégories : Les stratégies de couverture internes et les stratégies de couverture externes.

### **1. Couverture interne**

Les instruments internes de couverture concernent principalement les entreprises. Ces dernières se couvrent contre ce risque sans qu'elles fassent appel à des organismes externes.

Il existe plusieurs techniques, dans ce qui suit nous allons présenter les plus utilisées notamment l'ouverture de compte en devise, le règlement au comptant, la compensation, le choix de la monnaie de facturation et le termaillage

#### **1.1 Ouverture d'un compte en devise**

Pour que l'entreprise soit immunisée contre le risque de change, elle est appelée à ouvrir un compte en devise mais l'ouverture de ce compte exige la satisfaction d'une condition primordiale: L'entreprise qui ouvre un compte en devise réalise au quotidien des opérations d'importations et d'exportation en utilisant la devise en question, ce qui n'est pas toujours applicable.

L'utilisation régulière de cette devise est nécessaire puisque les devises obtenues grâce aux exportations vont, au lieu d'être changées en monnaie nationale (ce qui pourrait occasionner

un risque de change), servir à payer les dettes de l'entreprise portant sur les importations facturées dans cette même devise.

Dans ce cas, aucune des deux parties n'aura de mesure de protection à prendre puisque ni l'une ni l'autre n'aura à convertir sa créance ou sa dette contre une autre monnaie.

## 1.2 Règlement au comptant

C'est la solution la plus simple mais elle n'est pas adaptée à la majorité des transactions internationales. En fait, le règlement au comptant est, entre autres, la situation idéale pour faire face aux variations des taux de change. Or, la plupart des paiements internationaux sont effectués plusieurs jours voire plusieurs mois après la facturation. Ce qui rend inévitable la présence d'un risque de change.

Ainsi, dans le cas où les règlements au comptant sont pratiquement impossibles, les délais de paiement trop longs sont déconseillés au moment de la conclusion du contrat. L'investisseur est appelé à essayer de rendre les délais le plus courts possible lors de la négociation.

## 1.3 La compensation

La compensation, appelée aussi Netting, est une pratique très utilisée par les groupes internationaux principalement.

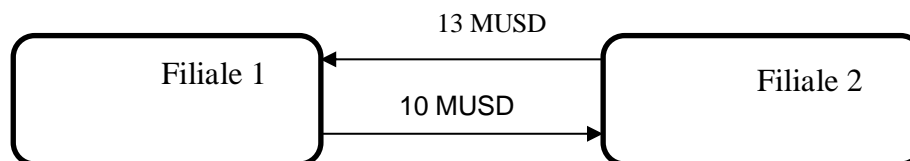
Cette méthode consiste à compenser les créances et les dettes dans une même devise entre les différentes entités du groupe.

La compensation peut être soit bilatérale, soit multilatérale

- **Compensation bilatérale :** Ce type de compensation s'applique entre deux sociétés en relation commerciale, l'une des sociétés est débitrice et l'autre est créditrice. La compensation des deux sociétés permet d'obtenir un solde net de leurs engagements.

Le schéma suivant permet de mettre l'accent sur l'impact de la compensation

Avant compensation :



Après compensation :

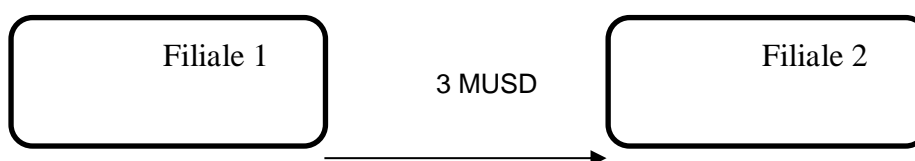


Figure 1 : Cas de compensation bilatérale

→ Suite à la compensation, la deuxième filiale possède une créance de 3 millions d'USD sur la première filiale.

- **Compensation multilatérale:** Dans ce cas, le Netting se passe entre plusieurs entreprises au lieu de deux entreprises seulement mais le principe demeure le même. La finalité de cette compensation, comme on l'a précisé précédemment, est l'obtention d'un solde net. Ce résultat prouve soit des règlements à effectuer, soit des paiements à recevoir par les filiales du groupe.

#### 1.4 Choix de la monnaie de facturation

Lors de l'établissement du contrat d'achat ou de vente international, les deux parties intéressées peuvent choisir librement la monnaie de facturation.

Deux cas de figures sont disponibles : soit de choisir la monnaie nationale pour libeller le contrat, soit la facturation par une devise

- **Facturation par la monnaie nationale :** L'entreprise peut procéder ainsi dans le but de se couvrir contre tout risque de change possible. Dans ce cas, c'est l'entreprise étrangère qui va en porter. Ainsi, cette dernière n'accepte ceci que lorsqu'elle anticipe la dépréciation de la monnaie nationale de l'acheteur (cas d'achat) ou l'appréciation de cette monnaie (en cas de vente) et du coup la transaction sera moins coûteuse pour elle par comparaison avec l'autre entreprise.
- **Facturation par une devise :** Dans certains cas, l'entreprise peut être amenée à choisir la facturation en devise, mais elle doit prendre en considération dans ce cas les critères suivants :
  - La législation de change: Dans certains pays la monnaie locale est obligatoire lors de la conclusion des contrats de vente/ achat.
  - Le marché des changes: l'entreprise doit s'assurer que dans le pays de la société partenaire il existe un marché de change pour toutes les monnaies pour ne pas confronter certains problèmes.

➔ L'entreprise est appelée à choisir la facturation en une monnaie facilement convertible et servant aux paiements internationaux. Parmi les devises les plus utilisées on peut citer : l'USD, l'EURO et le livre sterling, etc.

### 1.5 Le termaillage :

Cette méthode permet de se couvrir contre le risque de change en accélérant ou retardant les encaissements ou les décaissements des devises étrangères suite aux anticipations des cours de change. Deux cas sont possibles :

- Appliqué à une entreprise exportatrice: Si cette entreprise anticipe la dépréciation de devise par rapport à la monnaie locale, elle va faire de son mieux pour accélérer ses encaissements pour pouvoir bénéficier du cours actuel qui est plus avantageux.

- Appliqué à une entreprise importatrice : Si cette entreprise s'attend à une baisse de la devise par rapport à la monnaie domestique, elle a intérêt à retarder ses encaissements afin de bénéficier du cours futur qui est plus intéressant.

## 2. Couverture externe

Contrairement à la couverture interne qui n'a pas besoin des organismes externes, pour introduire l'un des instruments de couverture externe l'entreprise est dans l'obligation de faire appel à des organismes externes de l'entreprise.

Dans ce cadre, plusieurs instruments de couvertures sont proposés par les banques à savoir la couverture à terme, les options de change, et les swaps de devise. D'autres produits plus sophistiqués et sur mesure dits des produits structurés sont montés par les banques afin de répondre aux besoins spécifiques des entreprises en terme de couverture contre le risque de change.

### 2.1 Les contrats Forward sur devises (couverture à terme)

Un contrat forward est un actif dérivé très simple. Il s'agit d'un engagement ferme à acheter ou à vendre des devises à une date future donnée pour un prix préalablement convenu.

La différence entre ce contrat et le contrat au comptant (spot) c'est que le forward s'exerce à terme alors que le spot se réalise immédiatement (dans 48 heures).

Un contrat Forward est échangé sur un marché de gré à gré (marché OTC : over the country), le plus souvent entre deux établissements financiers ou entre un client et un établissement financier.

La partie qui s'engage à acheter les devises prend une position dite longue alors que celle qui s'engage à les vendre prend une position courte. Les contrats Forward sont très prisés sur le marché des changes.

Deux cas de figure sont possibles dans les opérations de change à terme : Soit la vente à terme pour que l'exportateur se couvre contre la dépréciation. Soit l'achat à terme pour que l'importateur se couvre contre l'appréciation.

Lorsque l'exportateur craint une éventuelle dépréciation, il a intérêt à vendre à terme à sa banque le montant de sa créance. De son côté, l'importateur qui estime une hausse de cours va acheter à terme les devises.

Le cours de change à terme, dans un cadre discret, pour une parité de devises A\B est donnée par :

$$C_T = C_S \frac{1 + \frac{T_B * N}{36000}}{1 + \frac{T_A * N}{36000}} \quad (2)$$

Où :

$C_T$  : Le cours à terme du même couple de devises.

$C_S$  : Le cours comptant d'une unité de devise A contre une autre B.

$T_B$  Et  $T_A$  : les taux d'intérêt des devises A et B respectivement pour la période N

N : Le nombre de jours de la période

**$C_t < C_s$  : situation de déport → Correspond au cas où  $T_B < T_A$ .**

**$C_t > C_s$  : situation de report → Correspond au cas où  $T_B > T_A$ .**

**$C_t = C_s$  : situation de parité → Correspond au cas où  $T_B = T_A$**

Les avantages et les inconvénients des opérations de change à terme sont présentés dans le tableau ci-dessous :

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cours garanti et connu lors de la couverture,</li> <li>• Pas de montant minimum,</li> <li>• Simple et souple d'utilisation (Échéance sur mesure, couverture possible pour nombreuses monnaies, etc.),</li> <li>• L'exportateur bénéficie du report et l'importateur du déport.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En raison du caractère irrévocable de l'engagement, la technique est peu adaptée à la couverture de risque aléatoire ou potentiel,</li> <li>• Cours garanti non négociable,</li> <li>• Ne peut être annulée que par une opération de sens inverse,</li> </ul>

**Tableau 2: Avantages et inconvénients des opérations de change à terme**

## 2.2 Les contrats Futures sur devises :

Les contrats Futures sur devises (ou contrats à terme) représentent un accord entre deux parties pour investir sur une devise à un prix défini et à une date future précise.

Ils sont hautement réglementés, et standardisés et toute contrepartie détenant encore le contrat à la date d'échéance est légalement tenue d'accepter la livraison de la devise à la date et au prix donnés.

Un contrat futur sur une parité de devises a les caractéristiques suivantes :

- Le nom de la parité de devises concernée,
- La taille de contrats de parités de devises,
- La date d'échéance du contrat futur,
- Le prix auquel vous allez acheter le contrat futur.

Les autorités de marché définissent des contrats standardisés pour assurer la liquidité. Comme dans ce cas, les deux parties prenantes d'un contrat ne se connaissent pas, il existe un mécanisme d'appels de marge, géré par la chambre de compensation qui permet d'assurer à l'acheteur et au vendeur la bonne fin des opérations.



Cette technique consiste à acheter ou à vendre une quantité de devises à une date future convenue à l'avance à un prix fixé le jour de la signature du contrat.

Les marchés des contrats futurs les plus importants sont, aux États-Unis, Chicago Mercantile Exchange (CME), et en Europe le LIFFE et l'Eurex. Sur ces marchés et sur bien d'autres à travers le monde, une très large palette de contrats est proposée.

Les autorités de marché spécifient également la quantité de devises par contrat et la façon dont le prix des futures sera coté.

Le tableau ci-dessous compare le contrat Forward et le contrat Futur :

<i>Contrat Forward</i>	<i>Contrat Futur</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Un contrat non standardisé : Il est adapté à chaque client (selon les conditions ; date de livraison, le montant),</li><li>• Négocié sur un marché de gré à gré,</li><li>• Négocié directement entre deux parties : Un client et une banque.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Un contrat standardisé : contrat identique à tous les clients,</li><li>• Un marché très liquide,</li><li>• Négocié sur un marché organisé</li><li>• Ce contrat est acheté/ vendu par la chambre de compensation de la bourse qui garantit le bon déroulement de toutes les opérations.</li></ul>

**Tableau 3: Tableau comparatif entre un contrat Forward et un contrat Futures**

Dans le tableau d'après, on va récapituler les avantages et les inconvénients du contrat futures en tant qu'instrument de couverture :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cours coté sur le marché,</li> <li>• Garantit le cours d'achat ou de vente des devises à une date donnée (échéance),</li> <li>• Possibilité de profiter d'un gain de couverture,</li> <li>• Élimine le risque de contrepartie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardisation des contrats,</li> <li>• Risque de trésorerie,</li> <li>• Nécessité d'une gestion et d'un suivi administratif.</li> </ul>

**Tableau 4: Avantages et inconvénients d'un contrat Futurs**

On pose pour simplifier  $S_0$  le prix en USD d'une unité de devise étrangère pour un investisseur américain et  $F_0$  le prix du Future correspondant pour une période  $T$ .

On notera  $R_f$  le taux sans risque du pays étranger correspondant à la devise.  $r$  désigne le taux sans risque domestique. Une devise étrangère peut être assimilée à un actif qui paie un taux de dividende. Ce taux de dividende correspond au taux sans risque étranger. Il s'ensuit que le prix Future sur devise est donné par :

$$F_0 = e^{(r-r_f)T} \quad (3)$$

### 2.3 Les options de change

Une option change est un titre financier conditionnel qui confère à son détenteur le droit d'acheter ou de vendre une certaine quantité de devises, à un prix déterminé à l'avance et pendant une période donnée. Pour exercer ce droit, l'acheteur de l'option doit verser une prime au vendeur. Cette option peut être exercée soit à l'échéance (option européenne), soit pendant la durée d'exercice (option américaine).

Les options peuvent être négociées sur un marché organisé (contrats standardisés, chambre de compensation, appels de marge) ou de gré à gré, c'est-à-dire directement entre l'émetteur et le souscripteur de l'option. à la différence des contrats à terme, une option ne constitue pas une obligation pour son détenteur. L'option peut être levée si le détenteur décide d'exercer son droit. Ce droit peut également être revendu à un tiers (option négociable).

Sur le plan national, l'autorisation des cotations des options d'achat a eu lieu en 2016 et la circulaire N°2016-01 définit l'option de change comme suit : C'est un contrat de couverture contre les risques de change qui confère à l'acheteur le droit d'acheter pour des périodes renouvelables allant de 3 à 12 mois, un montant déterminé de devise contre dinars, à un cours fixé à l'avance appelé prix d'exercice. Ce droit est acquis contre le paiement, par l'acheteur de l'option, d'une prime.

Les options sont échangées sur le marché OTC et sur les marchés organisés. Il en existe de deux types à savoir l'option d'achat (Call) et l'option de vente (Put)

- **L'option d'achat (Call) :** Cette option donne le droit et non l'obligation d'acheter une certaine quantité de devise à une date future donnée et à un prix convenu appelé prix d'exercice (strike price) moyennant le paiement d'une prime.
- **L'option de vente (Put) :** Ce contrat donne le droit à son détenteur de vendre une certaine quantité de devises à une date future et à un prix convenu appelé prix d'exercice (strike price), contre le paiement d'une prime.

Pour mieux comprendre le principe de l'option, nous allons exposer les éléments constitutifs de l'option tout en les définissant

### 2.3.1 Caractéristiques d'une option :

- **Un actif sous-jacent :** L'option va porter sur ce produit, il peut être une matière première, actions, indices, etc. L'option sur devise désigne qu'elle porte sur les devises c'est-à-dire que l'actif sous-jacent dans ce cas est la devise.
- **Le prix d'exercice :** Il désigne le prix auquel sera potentiellement vendu ou acheté l'actif sous-jacent. Dans le cas d'une option d'achat on parle du prix auquel le sous-jacent pourra être acheté et s'il s'agit d'une option de vente le prix d'exercice signifie le prix auquel le sous-jacent va être vendu.
- **La prime :** Elle désigne le prix auquel l'option est achetée ou vendue. Lors de l'achat de l'option, l'acheteur paye cette somme pour acheter le contrat option dans

l'objectif d'acheter ou de vendre la valeur sous-jacente. Par contre, le vendeur de l'option reçoit ce montant en contrepartie de l'option.

Le détenteur peut décider d'exercer ou non l'option qu'il détient en fonction de l'évolution du prix de l'actif sous-jacent par rapport au prix d'exercice (K) de l'option.

On dit que l'option est :

- **Dans la monnaie** (in the money) si la levée de l'option permet de dégager un profit pour son détenteur ;
- **À la monnaie** (at the money) si le prix d'exercice est égal au cours spot de l'actif sous-jacent ;
- **Hors de la monnaie** (out of the money) si la levée de l'option ne permet pas de dégager un profit pour son détenteur.

### 2.3.2 Les stratégies optionnelles de Base

Il existe globalement quatre profils de gain en fonction des stratégies: l'achat d'un call; la vente d'un call ; l'achat d'un put ; la vente d'un put.

- **L'achat d'un call** : L'acheteur d'un call paie la prime  $C_0$  au vendeur : il anticipe ainsi une hausse du cours de change. Si le cours (ST) est inférieur au prix d'exercice (K) de l'option, l'acheteur n'a pas intérêt à exercer son option : il perd donc ici la valeur de la prime payée au vendeur. Dès que le cours de change (ST) dépasse le prix d'exercice de l'option (K), l'acheteur a intérêt à exercer son option. Son profit sera positif lorsque le cours de change dépassera le prix d'exercice de l'option plus le montant de la prime payée.

La perte de l'acheteur du call est limitée au montant de la prime versée ; son gain est potentiellement illimité.

Le point mort de l'option est atteint dès que le gain généré par la levée de l'option est égal à la prime payée : le profit pur l'investisseur est ainsi nul.

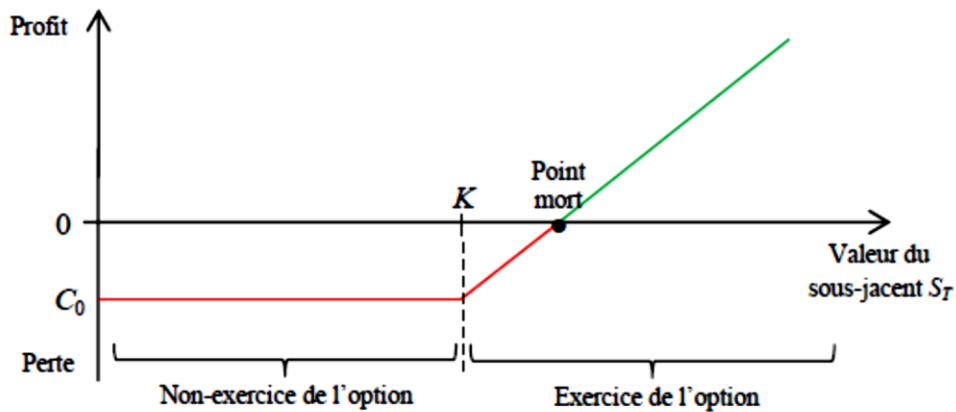


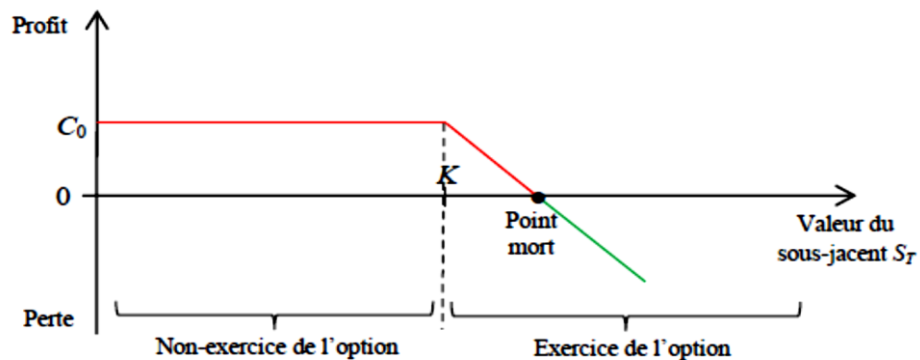
Figure 2: Représentation Graphique de l'achat d'un Call

À la date d'échéance T, la valeur du call ( $CT$ ) est donnée par la relation :

$$CT = \text{Max} [ST - K ; 0]$$

- **La vente d'un call** : Le profil de gain du vendeur du *call* est symétrique à celui de l'acheteur. Le vendeur perçoit la prime  $C_0$  versée par l'acheteur. Il anticipe de ce fait une baisse de cours de change. Si le cours ( $ST$ ) est inférieur au prix d'exercice ( $K$ ) de l'option, le vendeur n'a pas à livrer les devises à l'acheteur. Mais dès que le cours ( $ST$ ) dépasse le prix d'exercice de l'option ( $K$ ), l'acheteur a intérêt à exercer son option. Le vendeur doit donc livrer la quantité de devises définie dans le contrat.

Le gain du vendeur d'un *call* est limité au montant de la prime obtenue; sa perte est potentiellement illimitée.



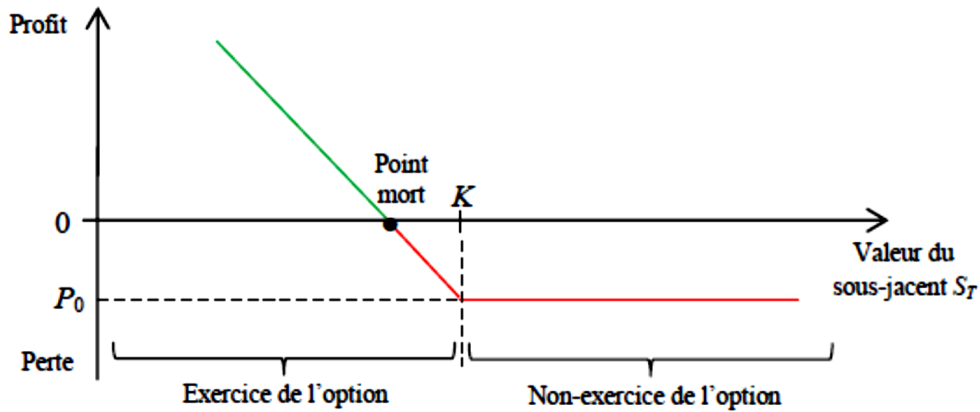


Figure 3: Représentation graphique de la vente d'un Call

- **L'achat d'un put** : L'acheteur d'un *put* paie la prime  $P_0$  au vendeur : il anticipe ainsi une baisse du cours de change. Si le cours ( $ST$ ) est inférieur au prix d'exercice ( $K$ ) de l'option, l'acheteur a intérêt à exercer son option : il achètera les devises sur le marché à un prix inférieur au prix d'exercice de l'option, pour le revendre au vendeur de l'option. Dès que le cours ( $ST$ ) dépasse le prix d'exercice de l'option ( $K$ ), l'acheteur n'a pas intérêt à exercer son option.

La perte de l'acheteur du *put* est limitée au montant de la prime versée ; son gain n'est cependant pas illimité, puisque le cours de change ne peut être négatif.

À la date d'échéance  $T$ , la valeur du *put* ( $PT$ ) est donnée par la relation :

$$PT = \text{Max} \\ ST ; 0]$$

Figure 4: Représentation graphique de l'achat d'un Put

[ $K -$

- **La vente d'un put**: À l'inverse, le vendeur du *put* anticipe une hausse du cours de change. Il perçoit de ce fait la prime  $P_0$  : son profil de gain est symétrique à celui de l'acheteur du *put*. Si le cours ( $ST$ ) est inférieur au prix d'exercice ( $K$ ) de l'option, le vendeur doit payer les devises à l'acheteur, car celui-ci a intérêt à lever son option. Mais

dès que le cours ( $S_T$ ) dépasse le prix d'exercice de l'option ( $K$ ), l'acheteur n'a plus intérêt à lever son option.

Le gain du vendeur d'un put est limité au montant de la prime obtenue ; sa perte n'est cependant pas illimitée, puisque le cours de change ne peut être négatif.

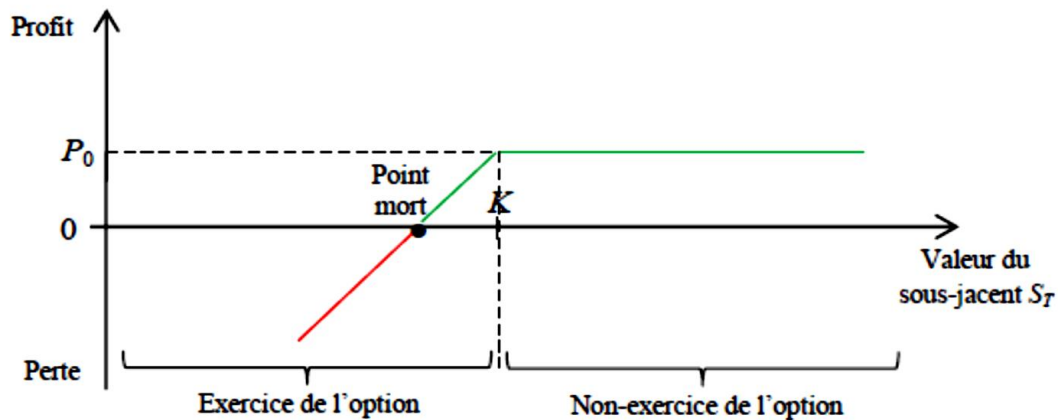


Figure 5 : Représentation graphique de la vente d'un Put

### 2.3.3 L'évaluation des options de change :

- **Le modèle de Black-Scholes**

Le **modèle Black-Scholes** ou **modèle Black-Scholes-Merton** qui est un modèle mathématique du marché pour une action, dans lequel le prix de l'action est un processus stochastique en temps continu ; par opposition au "modèle Cox Ross-Rubinstein" qui suit un processus stochastique en temps discret. (cf. les processus stochastiques sont des fonctions du temps aléatoires).

**L'équation Black-Scholes PDE (Partial Differential Equation) :** Le concept fondamental de Black et Scholes fut de mettre en rapport le prix implicite de l'option et les variations de prix de l'actif sous-jacent

Le modèle Black-Scholes repose sur un certain nombre de conditions :

- Le prix de l'actif sous-jacent  $S_t$  suit un mouvement brownien géométrique avec une volatilité  $\sigma$  constante et une moyenne  $\mu$

$$d S_t = \mu S_t d t + \sigma S_t d w_t \quad (4)$$

Tel que  $dw_t$  est un processus de weiner

- Il n'y a pas d'opportunités d'arbitrage,
- Le temps est une fonction continue,
- Il est possible d'effectuer des ventes à découvert,
- Il n'y a pas de coûts de transactions,
- Il existe un taux d'intérêt sans risque, connu à l'avance et constant,
- Tous les sous-jacents sont parfaitement divisibles (on peut par exemple acheter 1/100e d'action), dans le cas d'une action, celle-ci ne paie pas de dividendes entre le moment de l'évaluation de l'option et l'échéance de celle-ci.

Sous ces hypothèses, la formule de Black-Scholes permet de calculer la valeur théorique d'une option européenne C (call) et P (put) à partir des cinq données suivantes :

- **S** : La valeur actuelle de l'action sous-jacente,
- **T** : Le temps qu'il reste à l'option avant son échéance (exprimé en années),
- **K** : Le prix d'exercice fixé par l'option,
- **t** : Le taux d'intérêt sans risque,
- **$\sigma$**  : la volatilité du prix de l'action

$$C = SN(d_1) - Ke^{-tT}N(d_2) \quad (5)$$

$$P = -SN(-d_1) + Ke^{-tT}N(-d_2) \quad (6)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{K}\right) + \left(\frac{\sigma^2 T}{2}\right)}{\sigma\sqrt{T}} \quad (7)$$



$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T} \quad (8)$$

Tel que  $N(\cdot)$  est la fonction de répartition de la loi normale centrée et réduite  $N(0,1)$  définie par :  $N(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2} du$

La **parité Put-Call** fait référence a une condition d'équilibre élémentaire entre le prix d'un call et le prix d'un put, tous deux de type européen, dotés d'une même échéance et d'un prix d'exercice égal :

$$C + Ke^{-tT} = P+S \quad (9)$$

Si cette relation n'était pas respectée, cela créerait des opportunités d'arbitrage.

### • Les Greeks

Les Greeks sont les instruments de base de la gestion financière des options. Elles découlent des principaux modèles d'évaluation d'option, notamment de celui de **Black Scholes**. Ces indicateurs calculent l'impact sur le prix de l'option d'une variation des paramètres qui le forment.

On note :

- **S** : la valeur actuelle de l'action sous-jacente,
- **T** : le temps qu'il reste à l'option avant son échéance (exprimé en années),
- **K** : le prix d'exercice fixé par l'option,
- **t** : le taux d'intérêt sans risque,
- **$\sigma$**  : la volatilité du prix de l'action.
- **T** : l'échéance de l'option
- **P** : la prime de l'option

- Le delta :

$$\delta = \frac{\partial P}{\partial S} \quad (10)$$

$$\delta_{call} = N(d_1) \quad (11)$$

$$\delta_{put} = N(d_1) - 1 \quad (12)$$

Le delta d'une option mesure la sensibilité de son prix à une variation donnée du cours du sous-jacent. La prime d'un *call* est une fonction croissante du prix du sous-jacent,  $\delta_{call} \geq 0$ , alors que celle d'un *put* en est une fonction décroissante,  $\delta_{put} \leq 0$ . En effet, plus le prix du sous-jacent est élevé, plus la probabilité que le *call* soit dans la monnaie est grande. Symétriquement, plus le prix du sous-jacent est bas, plus la probabilité que le *put* soit dans la monnaie est grande. Ainsi, lorsqu'une option a un delta égal (en valeur absolue) à ou proche de 0,5, on dit qu'elle est à la monnaie. En outre,  $\delta_{call} \leq 1$  et  $\delta_{put} \geq -1$ . On le comprend en prenant le cas extrême d'un *call* de prix d'exercice nul, sur un sous-jacent qui ne peut pas avoir un prix négatif. La prime de cette option sera toujours égale au prix du sous-jacent :  $P_{call} = S$ . Sa dérivée par rapport au prix du sous-jacent sera donc égale à 1. Un raisonnement symétrique permet de comprendre pourquoi le delta d'un *put* est supérieur à -1. Le delta d'un portefeuille d'options est la somme des deltas de chacune des options qui le composent.

- Le gamma

$$\gamma_{call} = \gamma_{put} = \frac{\partial^2 P}{\partial S^2} = \frac{N'(d_1)}{S\sigma\sqrt{T}} \quad (13)$$

Le gamma représente la convexité du prix d'une option en fonction du cours du sous-jacent. Il indique si le prix de l'option a tendance à évoluer plus ou moins vite que le prix du sous-jacent. Par analogie, on peut comparer le delta à la vitesse et le gamma à l'accélération.

Une autre lecture du gamma est le sens d'évolution du delta en fonction du prix du sous-jacent. Un gamma positif indique que le prix du sous-jacent et delta évoluent dans le même sens, alors qu'un gamma négatif montre le contraire.

Comme  $\gamma_{call} \geq 0$  et  $\gamma_{put} \geq 0$  et, on dit qu'un acheteur de *call* ou de *put* sera long de gamma, ou que son portefeuille sera gamma positif, et qu'un vendeur sera court (*short*) de gamma, ou gamma négatif. Toutes choses égales par ailleurs, le gamma est maximum lorsque l'option est à la monnaie (i.e. lorsque son delta est égal à 0.5). Un portefeuille comportant des positions acheteuses (dites *longues*) et vendeuses (dites *courtes*) d'options à différents prix d'exercice (sur un même sous-jacent) verra donc la valeur de son gamma évoluer, voire changer de signe, en fonction des évolutions du prix du sous-jacent.

Le gamma d'un portefeuille d'options est la somme des gammas de chacune des options qui le composent. Le gamma est une fonction décroissante de la maturité.

- **Le thêta**

$$\theta = -\frac{\partial P}{\partial T} \quad (14)$$

Pour un *call* européen sur une action ne versant pas de dividendes :

$$\theta_{call} = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} - rKe^{-rT}N(d_2) \quad (15)$$

Pour un *put* européen sur une action ne versant pas de dividendes :

$$\theta_{put} = -\frac{SN'(d_1)\sigma}{2\sqrt{T}} + rKe^{-rT}N(-d_2) \quad (16)$$

Le thêta est le coût (ou le gain) du temps qui passe sur un portefeuille d'options. Il évalue combien le passage du temps influe sur la valeur d'une option. Une position longue d'options (gamma positive) sera thêta négative. Le trader devra veiller tous les jours à payer son thêta journalier en profitant de sa position longue en gamma. On préférera donc être *long* d'une option qui soit suffisamment volatile, ainsi en ré-balançant la position, on pourra payer le temps qui passe.

- **Le rho**

Il est le taux de variation de la valeur de la prime en fonction du taux d'intérêt sans risque.

$$\rho = \frac{\partial P}{\partial r} \quad (17)$$

$$\rho_{\text{call}} = KT e^{-rT} N(d_2) \quad (18)$$

$$\rho_{\text{put}} = -KT e^{-rT} N(-d_2) \quad (19)$$

- **Le Véga**

$$\vartheta_{\text{call}} = \vartheta_{\text{put}} = \frac{\partial P}{\partial \sigma} = S\sqrt{T}N'(d_1) \quad (20)$$

Le Véga mesure de la sensibilité à la volatilité implicite (voir modèle Black-Scholes). Comme  $\vartheta_{\text{call}} \geq 0$  et  $\vartheta_{\text{put}} \geq 0$  et, on dit qu'un acheteur de *call* ou de *put* sera long de Véga, ou que son portefeuille sera positif, et qu'un vendeur sera court (*short*) de Véga, ou Véga négatif.

Contrairement au gamma et au thêta, le Véga est une fonction croissante de la maturité. Ainsi une augmentation parallèle de la volatilité aura plus d'impact sur les options dont la date d'échéance est éloignée que sur celles dont elle est proche. Une position généralement appréciée des *traders* et des *markets makers* est alors d'avoir une position globalement gamma positive (sensible aux grands mouvements de marché) et Véga négative, qui consiste à acheter des options courtes et à vendre des options longues.

- **Le modèle Binomial**

Le modèle binomial est un modèle très intuitif pour comprendre comment s'évalue la valeur d'une option. Le modèle binomial est un modèle discret d'évaluation d'options.

Le modèle binomial est un modèle discret par opposition aux modèles dit « continus » ou à « temps continu », c'est à dire qu'il calcule la valeur d'une option en décomposant la maturité T exprimée en année(s) de l'option en n périodes égales de maturité  $\Delta t$ . On a donc :

$$T = n \cdot \Delta t$$

Bien entendu, plus le nombre n de périodes est grand, plus la période est petite (de telle manière que la multiplication de l'un avec l'autre soit toujours égale à T), et plus on tend à avoir un modèle qui ressemble aux modèles continus.

Soient

- **S** : Le sous-jacent

- **K** : Le Strike

-  $\sigma$  : La volatilité

-  $b = r - q$  : le coût de portage

-  $r$  : le taux d'intérêt sans risque de maturité

-  $q$  : le dividende si le sous-jacent est une action, le taux d'intérêt étranger s'il s'agit d'une devise par exemple.

Le modèle binomial stipule que si on fractionne la durée de vie de l'option T en « n » petites durées «  $\Delta t$  » qui valent chacune  $\Delta t = T/n$  et qu'on pose u (up) le coefficient de hausse, d (down) le coefficient de baisse tels que :

$$u = e^{\sigma \times \sqrt{\Delta t}} \quad (21)$$

$$d = e^{(-\sigma \times \sqrt{\Delta t})} \quad (22)$$

On pose p est la probabilité « risque-neutre » de hausse du sous-jacent qui est égale à  $p = ((\exp(b \cdot \Delta t) - d) / (u - d))$  et on note  $m = n - i$ , alors on a pour un call et un put de type européen sont donnés par les formules suivantes :

$$C = e^{(-rT)} \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} p^i (1 - p)^m \max(S_U^i d^m - K; 0) \quad (23)$$

$$P = e^{(-rT)} \sum_{i=0}^n \binom{n}{i} p^i (1-p)^{n-i} \max(K - S_U^i d^m; 0) \quad (24)$$

## 2.4 Les swaps

C'est une opération d'échange de flux futurs portant sur une valeur, et une durée préalablement définie. Les swaps peuvent être répartis en deux catégories : des swaps de change (swaps cambistes), et des swaps de devises.

### 2.4.1 Swap de change :

Un **swap de change** est une transaction par laquelle deux contreparties s'échangent des flux financiers (des dettes) de même nature libellés dans deux **devises différentes**. C'est une **double opération de change dont l'une est faite au comptant** (ou **spot**), et l'autre **à terme**. Elle consiste en une vente et un achat simultanés, avec une seule contrepartie, d'une même devise. Ces deux opérations sont négociées simultanément **avec la même contrepartie** pour éviter le risque de contrepartie, et sur **le même cours de change comptant de référence**. Le swap de change est également appelé **swap cambiste** car il était utilisé à l'origine par les cambistes de banques pour réaliser des opérations de trésorerie sans que celles-ci ne soient inscrites au bilan.

#### Exemple:

Selon la position de l'opérateur, un swap EUR/USD (3 mois) correspond :

- Soit à l'achat au comptant et la vente à terme du USD contre EUR,
- Soit à la vente au comptant et l'achat à terme du USD contre EUR.

**Mécanisme de fonctionnement :** Tout se passe comme si les 2 contreparties échangeaient leur dette.

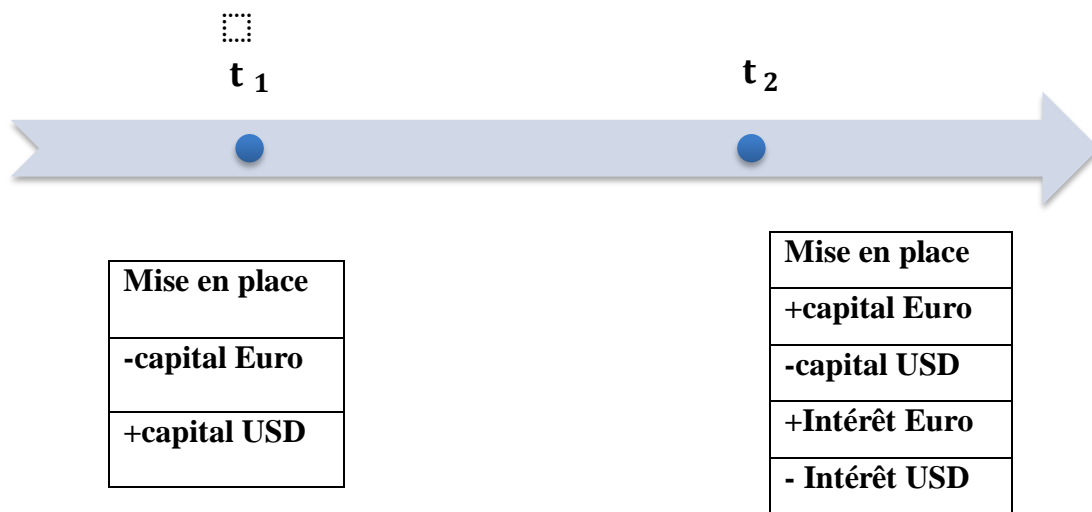


Figure 6: Mécanisme de fonctionnement du Swap

- Première étape : **échange du capital** : Les 2 contreparties échangent les montants nominaux de leur dette respective. Cette opération est généralement réalisée au cours spot du moment. **Il s'agit d'une opération de change au comptant.**
- Deuxième étape : **Remboursement du capital** : à l'échéance, chacun remboursera à l'autre le montant du capital, intérêts inclus, par le jeu de la différence entre le cours à terme et le cours comptant. Ceci équivaut également à une opération de change dont le cours induit est le cours à terme de l'opération. Les flux montrent bien qu'il s'agit en réalité d'une opération de trésorerie avec versement du capital en date spot et remboursement du capital et des intérêts à l'échéance.

#### 2.4.2 La valeur de marché d'un swap de change:

##### Principe de cotation d'un swap de change :

Les swaps de change sont cotés en points de swap, avec un cours acheteur et un cours vendeur.

Les points de swap (ou cout d'un swap de change) proviennent du différentiel de taux d'intérêt existant entre les deux devises concernées, de la même manière que le cours à terme d'une devise par rapport à une autre se détermine en fonction du report ou du déport existant entre les deux monnaies.

La différence entre le cours à terme et le cours comptant de l'une des devises par rapport à l'autre, est appelée report si elle positive ou, déport si elle négative.

$$\text{Point de swap de change (Ps)} = \text{cours à terme (CT)} - \text{cours au comptant (CC)} \quad (25)$$

$$PS = \frac{S \cdot N \cdot (T2 - T1)}{36000 + (N \cdot T1)} \quad (26)$$

- **PS : points swaps**
- **S : spot**
- **T2 : taux d'intérêt de la devise Incertain(en %)**
- **T1 : taux d'intérêt de la monnaie certain (en %)**
- **N : nombre des jours du swap de change**

Selon que la devise empruntée est en report (en déport) par rapport à l'autre, l'opérateur encaissera (paiera) le cout du swap, pour compenser le fait qu'il se dessaisisse d'une monnaie servant un taux d'intérêt plus élevé (moins élevé) que le taux d'intérêt servi par l'autre devise.

Une devise A est en « report » par rapport à une devise B, si le taux d'intérêt servi par A est inférieur au taux d'intérêt servi par B. Dans ce cas, le cours à terme de A est supérieur à son cours au comptant, pour compenser le fait que la contrepartie détentrice de B se dessaisit d'une monnaie à fort taux d'intérêt.

A l'inverse, la devise B est dite en déport par rapport à la devise A, le cours à terme de B est alors inférieur à son cours au comptant.

### 2.4.3 Swap de devise :

Le swap de devise est une opération dans laquelle deux contreparties contractent simultanément un prêt et un emprunt dans deux devises différentes, pour une même contre-valeur de nominale. Un swap de devise donne lieu à un échange initial de capital au départ du swap, à des échanges d'intérêt et à un échange final de capital à l'échéance du swap. L'échange de capital permet de compenser le coût (gain) de portage en procurant un gain (perte) latent sur le change.



Du fait de l'échange de capital, le cours de change utiliser est important : c'est le cours spot constaté sur les marchés au moment de la transaction.

Il existe trois sortes de swap de devises (cross currency swap) :

- **Les swaps de devises taux fixe - taux fixe** (cross currency fixed-to-fixed swap) dans lesquels une contrepartie emprunte à taux fixe dans une monnaie et prête à taux fixe dans une autre monnaie.
- **Les swaps de devises taux fixe - taux variable** (cross currency interest rate swap) dans lesquels une contrepartie emprunte à taux fixe dans une monnaie et prête à taux variable dans une autre monnaie. C'est le type de swap le plus traité sur les marchés. On le nomme "swap de devises" tout simplement.
- **Les swaps de devises taux flottant contre taux flottant (basis swaps)** dans lesquels une contrepartie emprunte à taux variable dans une monnaie et prête selon une autre référence flottante dans une autre monnaie.

Le principal souci d'une contrepartie négociant un tel swap est de couvrir son risque de change. Leur utilisation s'est sans cesse accrue en particulier à cause de la forte volatilité des taux de change constatée depuis quelques années.

Tout swap se caractérise par :

- **Son nominal,**
- **Sa date de négociation,**
- **Sa date de valeur, sa date d'échéance (ou de maturité),**
- **Ses dates de paiement (dates de roll) et de fixation des taux variables ou révisables,**
- **Son taux prêteur et emprunteur, les modalités de calcul des intérêts et le spread appliqué à l'une ou l'autre des deux branches,**
- **Ses conventions de jour ouvré qui précisent les méthodes à adopter au cas où les dates prévues de paiement ne seraient pas des jours ouvrés,**
- **La contrepartie,**
- **La devise.**
-

→ Le tableau ci-dessous résume les avantages et les inconvénients d'un contrat swap

<b>Avantages</b>	<b>Inconvénients</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grande souplesse du contrat qui répond aux besoins spécifiques des contractants,</li> <li>- Couverture à la fois du risque de change et du risque de taux (swaps en devise),</li> <li>- Permet de contourner la réglementation (accès à certains marchés, avantages fiscaux),</li> <li>- Gérer le risque de change à court, moyen et long terme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Le risque de contrepartie reste toujours présent (pour les intérêts),</li> <li>- Nécessité d'un suivi d'une gestion dynamique cumulant des swaps en devise,</li> <li>- Le cout implicite (spread de taux et de change),</li> <li>- Présence du risque de change sur les intérêts.</li> </ul>

**Tableau 5: Avantages et inconvénients des Swaps**

## **SECTION 4 : LES MODELES DE DETERMINATION DU PRIX DE CHANGE**

Dans cette partie, nous proposons de passer en revue les modèles de des taux de change et de dresser un bilan des connaissances actuelles concernant ses déterminants. Nous soulignerons notamment les récentes percées dans ce domaine et dégagent les nouveaux axes de recherche prometteurs.

La littérature relative à cette problématique se subdivise en trois grands courants :

- **Modèles macroéconomiques ou fondamentaux**
- **Modèles Micro-structurels**
- **Modèles empiriques**
-

## 1. Modèles macroéconomiques ou fondamentaux

Ces modèles reposent sur les données fondamentales de l'économie. Toutefois le rôle de ces fondamentaux est remis en cause par les travaux de **Flood et Rose [1995]**, **Frankel et Rose [1995]**, **Engel et West [2006]**, **Bacchetta et Wincoop [2009]** parmi tant d'autres qui ont apporté les explications aux perpétuelles effondrements de ces théories en terme de tests empiriques.

Parmi ces modèles fondamentaux on cite principalement la théorie de la parité du pouvoir, la théorie du resserrement de la politique monétaire et la théorie d'achat de la parité des monnaies.

- **La parité du pouvoir d'achat**

La parité de pouvoir d'achat (PPA) a d'abord été élaborée par l'économiste suédois Gustav Cassel dans les années 1920 pour examiner la relation entre les taux de change des différents pays. La PPA se maintient si et quand les taux de change évoluent pour compenser les écarts de taux d'inflation entre deux pays. La PPA est également définie comme la base de la "loi du prix unique" qui affirme que le taux de change entre deux monnaies doit être égal au rapport du niveau de prix de biens et services identiques dans les deux pays. Le théorème de la parité des pouvoirs d'achat (PPA) explique la relation entre les prix relatifs des biens et les taux de change. Selon le théorème de la PPA, dans un régime de changes flottants, une variation relative de la parité du pouvoir d'achat d'une paire de monnaies, calculée sous la forme d'un rapport des prix des biens échangés, aurait tendance à être approchée par une variation du taux de change d'équilibre entre ces deux monnaies (**Shapiro et Rutenberg, 1976**).

- **La théorie du resserrement de la politique monétaire (TMPT)**

La TMPT stipule qu'une hausse du taux d'intérêt réel attribuable à un resserrement de la politique monétaire fait en sorte que la monnaie s'apprécie davantage à court terme qu'elle ne le fera à long terme. Etant donné que le taux de rendement des actifs nationaux peut être plus élevé en raison du resserrement monétaire, les investisseurs internationaux peuvent être disposés à détenir des actifs étrangers, surtout s'ils anticipent une baisse de la valeur de la monnaie nationale dans l'avenir. **Oleka et al. (2014)** soutiennent que l'un des avantages de la

TMPT par rapport au QTM international est qu'il peut tenir compte des fluctuations du taux de change réel.

- **La théorie quantitative de la monnaie (QTM)**

Dans le contexte de l'économie internationale, ou simplement de la version dite internationale du QTM, l'augmentation de la masse monétaire se manifeste également par une augmentation proportionnelle du taux de change. Comme l'ont noté **Oleka et al. (2014)**, le taux de change peut être considéré comme déterminé par la demande de monnaie, qui est à son tour influencée positivement par le taux de croissance de l'économie réelle et négativement par l'inflation. Par conséquent, nous ne pouvons exclure le fait que la croissance de l'économie réelle ait un impact significatif sur la position monétaire d'un pays. Selon **Ude (1999)**, l'un des défauts du QTM international est qu'il ne peut rendre compte des fluctuations du taux de change réel par opposition au taux de change nominal.

- **La Théorie de la Parité de la Monnaie**

La TMP est associé au fonctionnement de l'étalon-or international (**Brown, 2008**). Dans le cadre de ce système, compte tenu de la période 1955-1970, pendant laquelle les taux de change étaient rattachés à l'or dans le cadre du système de Bretton Woods, la monnaie utilisée était l'or ou était convertible en or à un taux fixe.

Dans ce cas, la valeur de l'unité monétaire était définie en fonction d'un certain poids d'or et la banque centrale du pays concerné était toujours prête à acheter et à vendre de l'or au prix spécifié. Le taux auquel cette monnaie pourrait être convertie en or s'appelle le prix de l'or à la Monnaie (**Oleka et al, 2014**).

## **2. Modèles Micro-structurels :**

Les modèles micro structurels permettent d'analyser des contextes plus complexes et plus réalistes où l'information est dispersée, les investisseurs sont hétérogènes et les institutions et les règles de décision sur les marchés influencent le comportement. Ils rendent mieux compte de la dynamique de court terme des taux de

change et produisent de meilleures prévisions à des horizons allant de un jour à un mois (**Frankel et Rose, 1995; Flood et Taylor, 1996**).

Contrairement aux modèles macroéconomiques, où seule l'information publique est prise en considération, les modèles micro structurels n'excluent pas que certains agents puissent avoir accès à des informations privées au sujet des facteurs fondamentaux ou de la liquidité dont ils peuvent tirer parti à court terme. Par conséquent, il se peut que les transactions des agents bien informés aient une plus forte incidence sur les taux de change que celles des acteurs non informés.

Les modèles de taux de change micro structurels mettent l'accent sur le contenu informatif du flux d'ordres dans un contexte d'hétérogénéité des agents. Dans un tel cadre d'asymétrie d'information, le flux d'ordres permet d'appréhender la réaction du marché à la publication de données macroéconomiques et d'autres nouvelles préfigurant une modification de la conjoncture économique. À mesure que se modifient les déterminants macroéconomiques des taux de change, les opérateurs ajustent leurs attentes et rééquilibrent leurs portefeuilles en conséquence, ce qui se répercute sur les taux de change. Autrement dit, le flux d'ordres sert de courroie de transmission tant pour l'information publique concernant les variables macroéconomiques que pour l'information privée qui influe sur les taux de change. Cette conception du flux d'ordres comme véhicule de l'information fondamentale à la disposition des autres agents est soutenue par une enquête menée auprès des acteurs du marché des changes (**Gehrig et Menkhoff, 2004**).

### **3. Modèles empiriques :**

Les modèles empiriques sont orientés essentiellement vers les modèles économétriques et les séries temporelles. Ces modèles proposent des modélisations des phénomènes non appréhendés par les modèles économiques classiques et permettent d'avoir des prévisions en utilisant seulement les informations passées.

Vu la simplicité et la robustesse de ces modèles, nous nous proposons d'explorer les travaux empiriques de modélisation et de prévisions les plus connus à savoir l'approche de Box et Jenkins et ARIMA.

Ce modèle va servir de base pour la modélisation des cours de change USD/TND dans notre partie empirique:

- Les travaux **d'Akincilar et Al. (2011)** porte sur la prévision du taux de change dans l'objectif de prévoir les parités USD/TL (\$/TL), EURO/TL (€/TL) et POUND/TL (£/TL) et ce en utilisant les données journalières qui ont été publié par le journal officiel de la banque centrale de la République de Turquie allant du 1 Janvier 2005 au 8 Aout 2010.

Pour ce faire, Akincilar et Al ont utilisé pour chaque parité la méthode des moyennes mobiles (MA), méthode du lissage exponentiel simple, méthode de Holt, La méthode d'hiver et les modèles ARIMA.

Selon les critères MAPE, RMSE et MAE, les meilleurs résultats sont obtenus par la méthode de Winter, ce qui signifie que la méthode de Winter est la méthode la plus appropriée pour prédire le taux de change pour l'intervalle de temps donné en Turquie

- Les travaux **d'Ayekyle et Al. (2015)** ont porté sur la modélisation et la prévision du taux de change du Cédi Ghanéen par rapport au dollar américain sur une période de 10 ans, soit de janvier 2004 à février 2015, à partir de données de taux moyens.

Les modèles chronologiques pris en compte pour cet objectif sont la moyenne mobile intégrée autorégressive (ARIMA) et le modèle de marche aléatoire.

Ces travaux ont montré des légères différences entre ces deux modèles. Il est intéressant de noter aussi que les deux modèles fonctionnent de façon similaire en fonction des valeurs prévues. Les valeurs prévisionnelles montrent que le taux de change du Cedi ghanéen par rapport au dollar américain augmentera continuellement au cours des trois années qui suivent cette étude.

- En utilisant les données sur le taux de change réel du premier jour de 2013 au dernier jour de 2015, **Ngan (2016)** a présenté le modèle Arima en quatre étapes pour prévoir le taux de change entre le VND/USD au cours des douze mois qui suivent cette étude. Après avoir prévu les données de change, il les a comparées avec les données de taux de change réel pour vérifier le niveau approprié du modèle Arima pour prévoir le taux de change en Vietnam. Les résultats montrent que le modèle Arima est adapté à l'estimation du taux de change au Vietnam dans les pays de 1 à court terme.

- Les travaux de **Nyoni (2018)** s'intéressent principalement à la modélisation et la prévision de la parité Naira / USD en utilisant les taux de change allant de 1960 jusqu'au 2017. Sur la base de la valeur minimale de l'AIC, l'étude présente les résultats de ses travaux et qualifie ARIMA (1, 1, 1) comme modèle optimal pour la prévision du taux de change. Il est également important de noter que les statistiques d'évaluation des prévisions, à savoir ME, RMSE, MAE, MPE et MAPE montrent absolument que la précision des prévisions est assez bonne

## Conclusion

Ce chapitre nous a permis de valoriser la gestion du risque de change et ce en passant en vertu d'une analyse du marché de change. Nous avons également exposé les différents instruments de couverture qui concerne le risque de change ou le risque sur les matières premières.

## CHAPITRE 2 : MODÉLISATION ET PRÉVISION DU TAUX DE CHANGE

### Introduction

La prévision du taux de change est cruciale dans l'étude du risque de change vu l'impact significatif qu'elle a sur les fondamentaux macroéconomiques à titre d'exemple les taux d'intérêt, les salaires, le chômage et le prix du pétrole. Les marchés des changes sont considérés parmi les plus importants marchés financiers du monde.

Une prévision précise du taux de change est primordiale pour les entreprises, les investisseurs et les banques centrales. L'importance de la prévision découle du fait que les décisions prises par ces agents seront nécessairement impactées par le taux de change durant la période à venir.

Le contexte tunisien ne fait pas l'exception à ce propos, au contraire, la dépréciation du dinar ces derniers temps met l'accent sur l'importance de la gestion du risque de change et l'instauration des instruments de couverture. Pour ce faire, nous allons prévoir la parité USD/TND dans les mois à venir et essayer d'exploiter les différents instruments de couverture.

Dans la première partie du présent chapitre on va s'intéresser au marché de change en Tunisie tout en illustrant l'évolution du régime de change ainsi que la réglementation du marché de change Tunisien.

La deuxième partie sera consacrée à la modélisation de la parité USD/TND en Tunisie tout en s'appuyons sur l'approche Box & Jenkins et la prévision du taux de change.

Dans la troisième partie, nous allons exposer une étude de cas qui porte sur la couverture contre la fluctuation du prix du Brent en Tunisie.

On va finir ce chapitre par la proposition de la mise en place d'une stratégie de couverture contre le risque de change au sein de la société STIR.



## **SECTION 1 : CONTEXTE TUNISIEN**

Dans cette section, on va s'intéresser au marché de change tunisien. Dans la première partie, on va mettre l'accent sur le régime de change en Tunisie. La deuxième partie sera consacrée à l'exposition des différents instruments de couverture utilisés sur le marché tunisien tout en mettant l'accent sur la réglementation de change en Tunisie

### **1. Régime de change**

Le régime de change désigne l'ensemble des règles par lesquelles un pays ou un ensemble de pays organise la détermination des taux de change. Il existe une grande variété de taux de change correspondant à deux grands types de régimes : Le régime de changes fixes et le régime de change flottant (ou flexible).

Dans un régime de change fixe, le cours d'une devise par rapport à une autre monnaie ou un panier de monnaies est fixé par la banque centrale. Ce cours est appelé cours pivot (ou parité fixe) et constitue le taux de change de référence autour duquel une certaine marge de fluctuation peut être autorisée.

Dans le régime de change flottant, et par opposition au régime de change fixe, nul engagement n'est pris au sujet du taux de change. En effet, le taux de change peut évoluer librement en fonction de l'offre et de la demande sur le marché de change.

Le choix entre ces deux régimes de change extrêmes, dépend principalement de l'utilité de conserver une politique monétaire indépendante. Pour les pays émergents, qui sont ouverts sur l'extérieur par les échanges de biens et par leur intégration dans les marchés internationaux de capitaux (ou les pays qui se préparent à intégrer ce marché : Cas de la Tunisie) sont appelés à se déclarer en flottement et de continuer à gérer leur taux de change. Ainsi, il existe des régimes de change intermédiaires permettant d'introduire deux types de gestion à savoir la gestion formelle et la gestion discrétionnaire.

Autrement dit, les pays vont obéir à une règle de gestion formelle ou à une gestion discrétionnaire sous forme d'un régime de flottement géré où la banque centrale n'annonce pas de règle d'intervention ni d'objectifs à atteindre.

→ Il est à noter que le FMI classe le régime de change en Tunisie comme un régime de « flottement dirigé », où la banque centrale de Tunisie (BCT) intervient d'une manière discrétionnaire à chaque fois qu'elle juge nécessaire.

## 2. Évolution du régime de change en Tunisie :

Le suivi du taux de change réel et nominal du Dinar, durant les cinq dernières décennies, fait apparaître une évolution du régime de change en quatre grandes périodes.

- **La première période de 1960 à 1978 : Régime de change fixe**

De 1960 à 1964, la parité du Dinar/Or était fixée à 2.38025 g. L'année 1964 est marquée par une dévaluation qui s'élève à 20%. Ainsi, la parité s'est dépréciée pour atteindre 1.69271 jusqu'à 1971.

En 1971, les États-Unis se sont décidés de rompre, d'une manière unilatérale, avec le système de Bretton Woods.

Suite à la non-convertibilité de la monnaie américaine, la majorité des pays européens ont laissé flotter leurs monnaies.

Durant cette période le Dinar Tunisien a été rattaché au Franc français, et compte tenue de l'instabilité du Franc français sur les marchés de change internationaux, la Tunisie a décidé en 1978 d'adopter un nouveau système permettant la cotation du Dinar contre plusieurs devises.

- **La deuxième période de 1978 à 1986 : Régime de flottement administré**

La Tunisie a adopté un régime de flottement administré à partir de 1978, par référence à un panier qui est composé au début de trois devises à savoir, le Franc français, le Dollar et le Deutsche mark.

En Mai 1984, et pour des raisons liées à la conjoncture économique nationale et internationale, le panier a été modifié en intégrant Franc Belge, le Florin Hollandais et la Peseta Espagnole.

- **La troisième période allant de 1986 à 2002 : Ajustement et libéralisation**

Le redressement économique et les fluctuations du Dollar principalement ont entraîné en 1986 à une dévaluation du Dinar qui s'élève à 10%.

Et depuis, l'objectif recherché est devenu de stabiliser le taux de change réel. Ainsi, une certaine stabilité du taux de change réel a été observée même si le taux de change nominal a continué à s'apprécier.

En Mars 1994, un marché de change interbancaire a été créé permettant de libéraliser la politique de change qui a été sous l'autorité de la banque centrale. Cette mesure a été renforcée davantage, en Juin 1997, et ce, par la création d'un marché de change à terme.

- **La quatrième période allant de 2002 jusqu'au aujourd'hui : Régime de flottement administré**

Le régime de change de la Tunisie est un régime de rattachement à parité glissante du taux de change. Ce régime suppose que le taux de change est fixé périodiquement avec des ajustements qui peuvent répondre aux changements des indicateurs qualitatifs.

L'année 2005 marque la transition graduelle de ce régime vers le régime de flottement géré sans trajectoire prédéterminée du taux de change.

En 2008, le régime de change de facto est passé d'un flottement dirigé, qui consiste à avoir un taux de change flottant où les banques centrales informant les marchés sur la parité considérée comme souhaitable, à un rattachement classique à un groupe de monnaies.

Il faut spécifier qu'actuellement les cours de changes par rapport au Dinar sont déterminés par les forces du marché et où les teneurs de marché sont censés y jouer un grand rôle. En effet, depuis 2012, la Banque Centrale de Tunisie a changé le cadre opérationnel de la politique de change pour le rendre plus souple et plus flexible. *« Depuis avril 2012, la BCT calcule le taux de change de référence sur la base d'un taux de change moyen sur le marché interbancaire au lieu d'une fixité par rapport à un panier de devises ».*

Bref, le taux de change est devenu plus flexible et donc le dinar se déprécie davantage, dans l'objectif de préserver les réserves de change.

### 3. Les instruments de couverture en Tunisie

Pour la Tunisie, la réglementation de change en vigueur prévoit seulement les techniques suivantes :

- **La facturation en monnaie nationale.**
- **Les contrats de change à terme.**
- **L'option d'achat de devises.**
- **Les swaps de change.**

#### 3.1 La facturation en monnaie nationale :

Depuis 1993, et à la lumière de l'autorisation de la convertibilité de Dinar, les opérations du commerce extérieur sont devenues facturées en Dinar ce qui a allégé la gestion des transactions avec l'étranger et assuré une sécurité des marges à l'achat comme à la vente.

#### 3.2 Les contrats de change à termes :

Les marchés de change à terme sont par définition les marchés là où s'échangent les devises à cours déterminé immédiatement mais dont la livraison se fait à une date future.

Le système de couverture a été institué en Tunisie en 1978. Des principaux textes régissant les opérations d'achat et de vente à terme sont les avis de change n°4 du 5/10/1982 tel que modifié par l'avis du 04/07/1989 et la circulaire de la Banque Centrale de Tunisie n°87/08 du 05/02/1987 tel que modifié par la circulaire BCT n° 89/24 du 7/08/89 et la circulaire BCT n° 2001/11 de 04/05/01.

D'après l'article 11 de la circulaire de la BCT n° 2001/11 qui porte sur les marchés des changes et les instruments de couverture des risques de changes :

« Les intermédiaires agréés résidents et non-résidents sont autorisés à se constituer contreparties dans les opérations de changes à terme pour le compte de leurs clients résidents au titre de leurs opérations d'importation et d'exportation de produits et de services. Ou de prêts

et d'emprunts en devises réalisées conformément à la réglementation des changes et de commerce extérieur en vigueur »

### 3.3 Swaps et options de change

D'après la circulaire 2016-01 du 08 février 2016, la Tunisie et la Banque mondiale ont signé un accord cadre pour utiliser des produits dérivés tels que les « Swaps » et les « Options » (accord cadre ISDA-International Swap Dealers Association). Cet accord cadre simplifie la documentation d'une transaction entre la Tunisie et la Banque pour des opérations de gestion de risque. Le signataire de cet accord est le Ministère du Développement et de la Coopération Internationale.

Cet accord ISDA fournit un cadre pour les deux parties pour gérer les risques de contrepartie avec les dérivés et la documentation nécessaire dans un souci d'augmenter l'efficacité des transactions.

## SECTION 2 : METHODOLOGIE

La méthodologie d'estimation et de sélection des modèles ARIMA est un sujet classique qui a été traité dans la majorité des manuels sur l'analyse des séries chronologiques, à titre d'exemple Box et Jenkins (1976).

Les modèles ARIMA (Auto Regressive Integrated Moving Average) décrivent le comportement actuel des variables en termes de relations linéaires avec leurs valeurs passées. Ces modèles sont également appelés modèles de Box & Jenkins (1976), sur la base des travaux pionniers de ces auteurs concernant les techniques de prévision des séries chronologiques. Un modèle ARIMA peut être décomposée en deux parties Box & Tiao (n.d). Tout d'abord, il comporte une composante intégrée (d), qui représente la quantité de différenciation à effectuer sur la série pour la rendre stationnaire. La deuxième composante d'un ARIMA consiste en un modèle ARMA pour la série rendue stationnaire par différenciation.

La composante Régressive autorégressive (AR) saisit la corrélation entre la valeur actuelle de la série chronologique et certaines de ses valeurs passées. Par exemple, AR (1) signifie que l'observation actuelle est corrélée à sa valeur passée immédiate au moment t-1. La

composante Moyenne mobile (MA) représente la durée de l'influence d'un choc aléatoire (inexpliqué). Par exemple, MA (1) signifie qu'un choc sur la valeur de la série au temps t est

Processus	FAC	FACP
<b>AR (p)</b>	Se caractérise par une forme exponentielle ou sinusoidale décroissante	S'annule à partir du rang p+1
<b>MA (q)</b>	S'annule à partir du rang q+1	Se caractérise par une forme exponentielle ou sinusoidale décroissante
<b>ARIMA (p,d,q)</b>	S'annule à partir du rang p-q	S'annule à partir du rang p-q

corrélé avec le choc à t-1.

Les fonctions d'autocorrélation (ACF) et d'autocorrélation partielle (PCF) sont utilisées pour estimer les valeurs de p et q, en utilisant les règles indiquées dans le tableau ci-dessus :

**Tableau 6 : Propriétés des fonctions d'autocorrélation et d'autocorrélation partielle**

Le modèle général s'écrit comme suit :

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 y_{t-1} + \beta_2 y_{t-2} + \dots + \beta_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \rho_1 \varepsilon_{t-1} + \rho_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \rho_q \varepsilon_{t-q} \quad (27)$$

Avec  $y_{t-1}$  est la valeur actuelle de la variable,  $\varepsilon_t$  est l'erreur aléatoire à l'instant t, p et q sont les nombres qui désignent les termes AR (autorégressifs) et MA (moyenne mobile), respectivement

Selon Box et Jenkins, la détermination du processus ARIMA adéquat nécessite une procédure de quatre étapes :

- ✓ **Identification du modèle**
- ✓ **Estimation des paramètres**
- ✓ **Validation du modèle (test de diagnostic)**
- ✓ **Prévision à l'aide du modèle validé**

## 1. Identification du modèle :

L'étape première dans l'étude des séries temporelles consiste à étudier la stationnarité. Un processus est dit stationnaire si le mécanisme générateur de la série ne comporte ni tendance ni saisonnalité et les moments d'ordre un et deux n'évoluent pas avec le temps. Autrement dit, le processus est stationnaire si les caractéristiques aléatoires restent invariantes (son espérance mathématique et sa variance sont finies et indépendantes du temps)

La non-stationnarité peut être détectée par différentes méthodes qui correspondent aux techniques graphiques d'analyse de la série temporelle. La série est dite stationnaire si la courbe n'a pas de tendance et elle coupe l'axe du temps.

Cette première intuition peut être suivie par l'étude du corrélogramme (Test de Bartlett) : Les différentes valeurs de la fonction d'autocorrélation sortant de l'intervalle de confiance ainsi que la forme de sa décroissance indique la non stationnarité de la série en question. Cependant, ces constats doivent être confirmés à l'aide des tests de racine unitaire à savoir celui de **Dickey & Fuller (1979)**

### 1.1 Analyse du graphique :

La figure (6) montre la fluctuation de la parité Dollar/Dinar sur une période qui s'étale de 2010 à 2019. La série temporelle exhibe une tendance globale haussière avec des faibles fluctuations et elle ne présente aucune variation saisonnière.

La constatation qu'on peut dégager à partir de ce graphique est la détérioration pertinente du dinar due à la faible compétitivité de l'économie tunisienne d'un côté, et aux retombés négatifs de la Révolution tunisienne de 2011 d'un autre côté.

En effet, la révolution tunisienne a engendré différentes perturbations sociales, chose qui a conduit à une baisse de la production du phosphate qui est passée de 706 459 Tonnes en Décembre 2010 à 369 921 Tonnes en Juin 2017, soit une baisse à la moitié.

Mis à part ça, les attentats terroristes ont réduit considérablement le nombre de visiteurs européens, ce qui a entraîné une dégradation de la rentabilité du secteur touristique tunisien.

Pour étudier l'évolution de la parité USD/TND depuis 2010, nous avons eu recours aux moyennes des cours du marché interbancaire (mensuel) qui ont été collectées à partir du site officiel du FMI.

Les cours en question varient entre 1,3255 le 31 janvier 2010 et 3,0542 le 31 Mars 2019

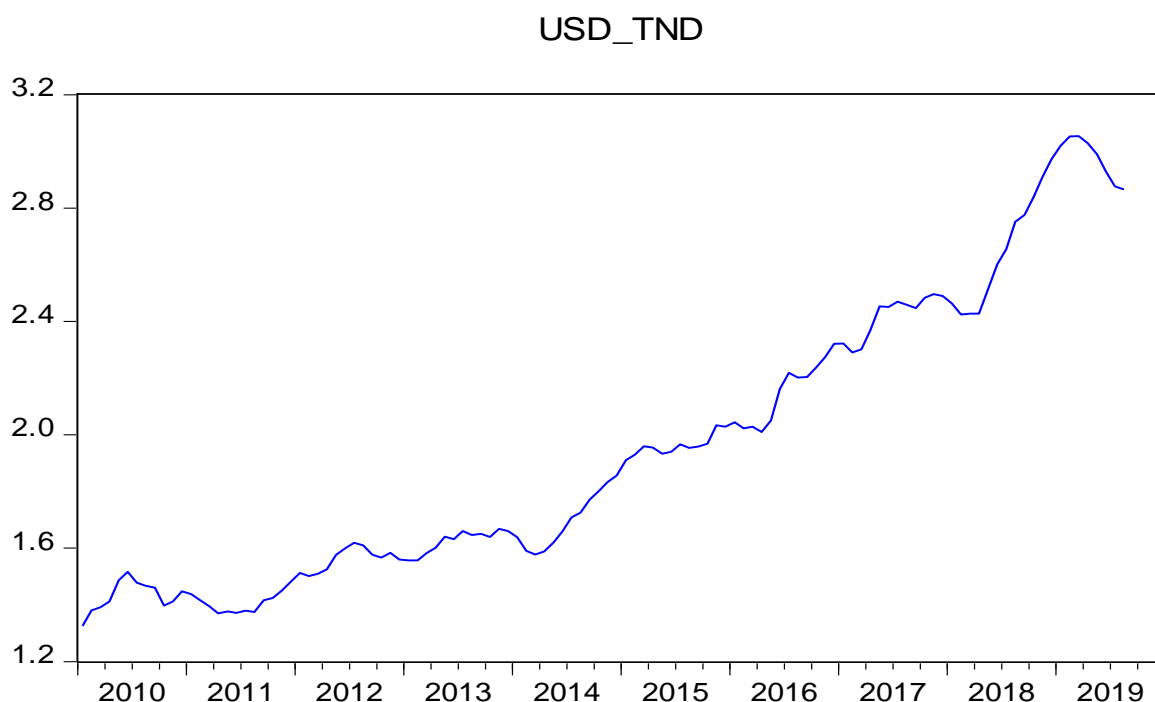


Figure 7 : Évolution de la parité USD/TND entre 2010 et 2019

→ Le graphique de la figure (6) montre que les données ne sont pas stationnaires.

### 1.2 Étude du corrélogramme :

Le corrélogramme ci-dessous présenté dans la figure (7) prouve que toutes les autocorrélations sont significativement différentes de zéro et diminuent très lentement.

La première autocorrélation partielle est significativement différente de zéro. Certes, ceci indique que la série temporelle est non stationnaire, mais ce résultat doit-être confirmé par différents tests statistiques.



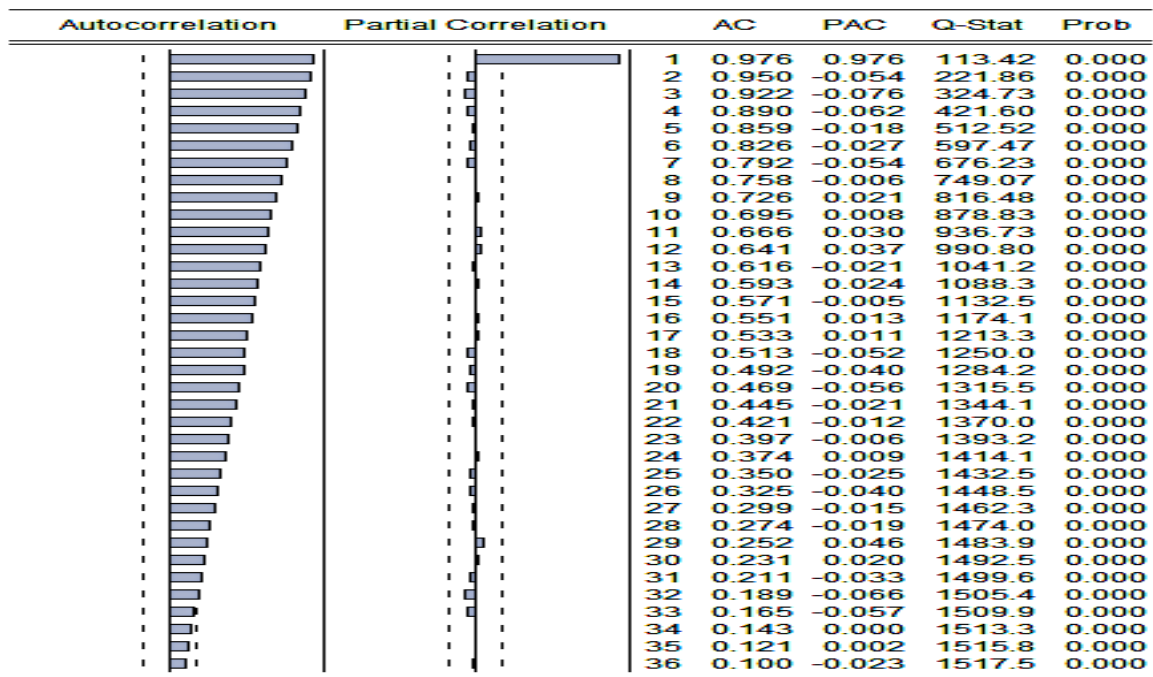


Figure 8 : Autocorrélations et autocorrélations partielle de la série USD/TND

### 1.3 Tests de racine unitaire :

Dans notre étude, on va appliquer le test de Dickey Fuller augmenté (1979). Ce test existe en trois versions différentes :

- Le premier modèle (Sans constante, ni tendance déterministe) peut être présenté par l'équation suivante :

$$\Delta Y_t = \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (28)$$

- Le deuxième modèle (Avec constante mais sans tendance déterministe) se présente comme suit :

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (29)$$

- La dernière version (Avec constante et avec tendance déterministe) est traduite par l'équation suivante :

$$\Delta Y_t = \alpha_0 + \phi Y_{t-1} + \alpha_1 t + \varepsilon_t \quad (30)$$

Avec  $\Delta Y_t$  la variation entre les périodes  $t$  et  $t+1$ . L'hypothèse nulle  $H_0$  de non stationnarité est évaluée en testant l'hypothèse  $\varphi=0$

Nous avons choisi la méthodologie suivante en trois étapes :

- Faire la régression à partir du troisième modèle. Puis déterminer si le coefficient de la tendance est significativement différent de zéro. Si oui, on teste l'hypothèse nulle de racine unitaire  $\varphi$  à l'aide de la table de Dickey Fuller afin de voir si les séries sont stationnaires ou pas. Dans le cas contraire, il faut reprendre la régression avec le deuxième modèle sans la tendance.
- Faire la régression du deuxième modèle et déterminer si le coefficient de la constante est significativement différent de zéro. Si oui on teste l'hypothèse nulle de racine unitaire et voir si les séries sont stationnaires ou non. Sinon, il faut reprendre la régression avec le premier modèle sans la constante, ni la tendance déterministe.
- Dans le premier modèle, on teste l'hypothèse nulle de racine unitaire. Pour identifier si les séries sont stationnaires ou non.

Soit:

**$H_0$ : la série comporte une racine unitaire donc la série n'est pas stationnaire**

**$H_1$ : la série ne comporte pas une racine unitaire donc la série est stationnaire**

La détermination de l'ordre d'intégration des variables nécessite de refaire les tests de Dickey Fuller sur les variables en différence jusqu'à ce que l'hypothèse nulle de non stationnarité soit rejetée en faveur de l'hypothèse alternative de stationnarité.

L'ordre d'intégration d'une variable étant déterminé par le nombre de différences requises pour engendrer la stationnarité.

Les résultats sont présentés par le tableau ci-dessous :

	<b>T-statistic</b>	<b>Valeurs critiques</b>	<b>Observation</b>
<b>USD/TND</b>	0.234529	1% → -3.488585 5% → -2.886959 10% → -2.580402	<b>Non Stationnaire</b>

**Tableau 7 : Test de racine unitaire en niveau**

→ La valeur estimée de la statistique ADF est supérieure à la valeur critique au seuil de 5%. Par conséquent, on accepte l'hypothèse nulle de racine unitaire, ainsi la parité USD/TND n'est pas stationnaire ce qui est cohérent avec le premier graphique et avec l'étude du corrélogramme.

La différenciation et la transformation logarithmique permettent de stationnariser les séries chronologiques.

Selon Lasheras et Al. (2015), la différenciation et la transformation logarithmique permettent de stationnariser les séries temporelles.

Nous avons élaboré les tests après la transformation logarithmique des variables en utilisant la formule suivante :

$$R_t = 100 \times \text{Log} \frac{S_t}{S_{(t-1)}} \quad (31)$$

Sachant que :

- $R_t$  : Le rendement d'un cours de change
- $S_t$  : Le cours observé à l'instant t
- $S_{(t-1)}$  : Le cours de change observé à l'instant t-1

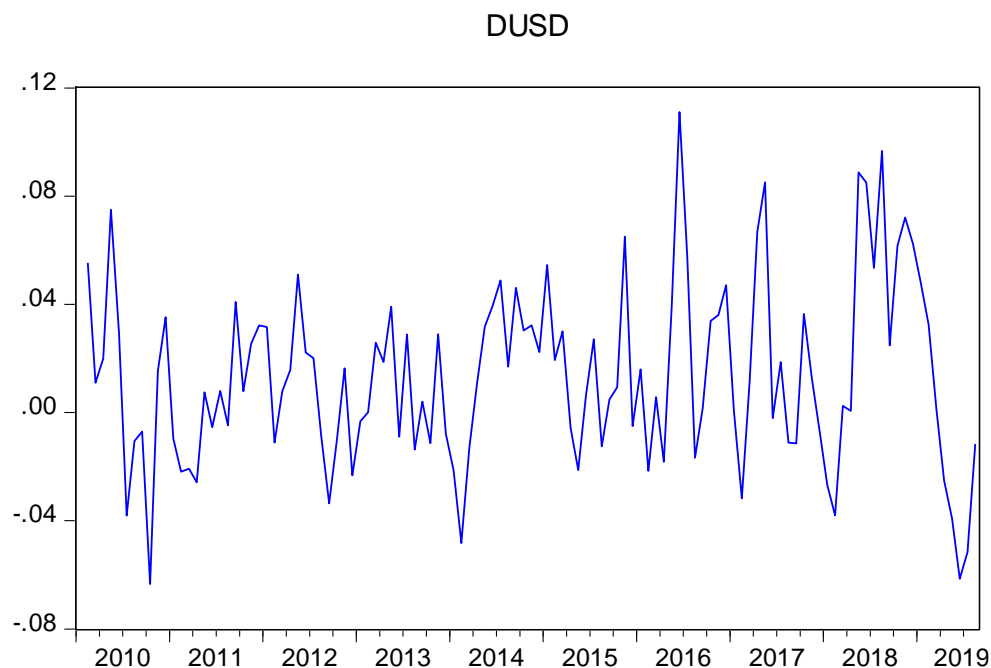


Figure 9: Évolution du rendement de la parité USD/TND

Nous avons élaboré les tests après la transformation logarithmique des variables et les résultats des tests sont présentés dans le tableau suivant :

	<b>T-statistic</b>	<b>Valeurs critiques</b>	<b>Observation</b>
<b>d(USD/TND)</b>	-6.378695	1% → -3.488585 5% → -2.886959 10% → -2.580402	<b>Stationnaire</b>

Tableau 8 : Test de racine unitaire à la première différence

→ La valeur estimée de la statistique ADF est inférieure à la valeur critique de 5%. Par conséquent, on rejette l'hypothèse nulle de racine unitaire : La série des rendements  $d(\text{USD/TND})$  est stationnaire. C'est-à-dire elle est intégrée d'ordre 1, ( $d=1$ ).

Passons maintenant à l'identification des processus générateurs de la série des rendements  $d(\text{USD/TND})$ . Cette étape s'effectue par le biais des fonctions d'autocorrélations et d'autocorrélations partielles. Ci-dessous les résultats de ces études.

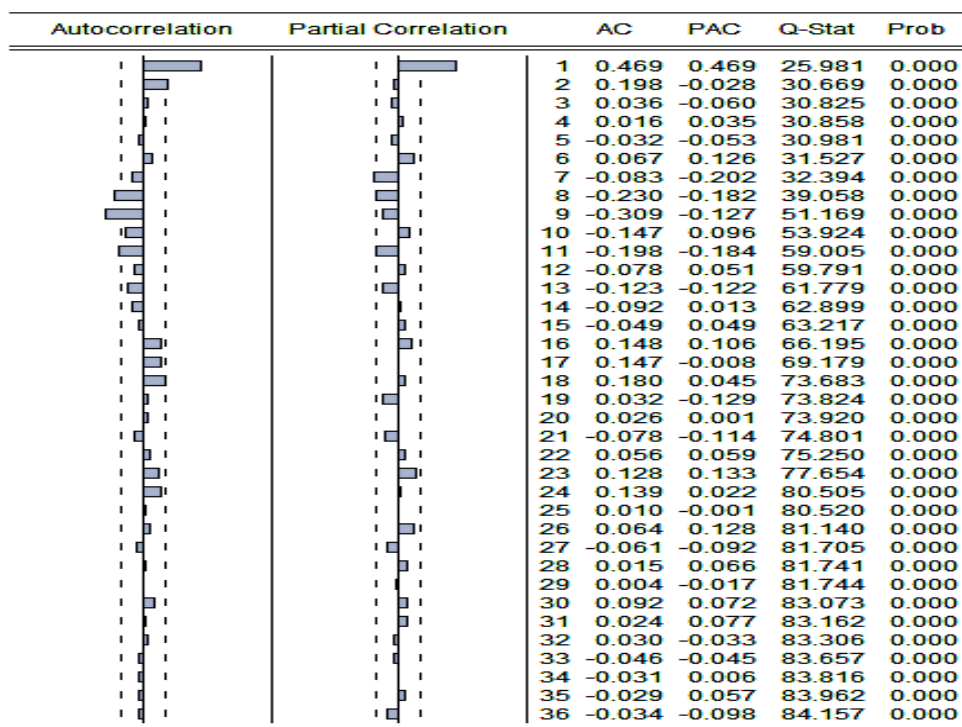


Figure 10: Étude du corrélogramme de d (USD/TND)

La figure ci-dessus montre que :

- Seules la première et la deuxième autocorrélation de la parité USD/TND sont significatives : d'où  $q=2$  ;
- Tandis que l'autocorrélation partielle seule la première est significative.

On vient donc d'identifier cinq processus: ARIMA (1,1,0), ARIMA (1,1,1), ARIMA (1,1,2), ARIMA (0,1,1) et ARIMA (0,1,2).

## 2. Estimation du modèle

### ARIMA (1 1 1)

Dependent Variable: DUSD\_TND

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 10/09/19 Time: 12:29

Sample: 2010M02 2019M08

Included observations: 115

Convergence achieved after 8 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013536	0.005244	2.581223	0.0111
AR(1)	0.438531	0.169637	2.585116	0.0110
MA(1)	0.045525	0.190728	0.238692	0.8118
SIGMASQ	0.000875	0.000127	6.901146	0.0000
R-squared	0.224689	Mean dependent var		0.013389
Adjusted R-squared	0.203735	S.D. dependent var		0.033747
S.E. of regression	0.030114	Akaike info criterion		-4.131269
Sum squared resid	0.100661	Schwarz criterion		-4.035793
Log likelihood	241.5480	Hannan-Quinn criter.		-4.092516
F-statistic	10.72278	Durbin-Watson stat		1.990645
Prob(F-statistic)	0.000003			
Inverted AR Roots	.44			
Inverted MA Roots	-.05			

### ARIMA (1 1 2)

Dependent Variable: DUSD\_TND

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 10/09/19 Time: 12:41

Sample: 2010M02 2019M08

Included observations: 115

Convergence achieved after 7 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013520	0.005377	2.514503	0.0134
AR(1)	0.471978	0.095778	4.927831	0.0000
MA(2)	0.005479	0.100676	0.054426	0.9567
SIGMASQ	0.000876	0.000127	6.906500	0.0000
R-squared	0.224265	Mean dependent var		0.013389
Adjusted R-squared	0.203300	S.D. dependent var		0.033747
S.E. of regression	0.030122	Akaike info criterion		-4.130729
Sum squared resid	0.100716	Schwarz criterion		-4.035253
Log likelihood	241.5169	Hannan-Quinn criter.		-4.091976
F-statistic	10.69673	Durbin-Watson stat		1.963772
Prob(F-statistic)	0.000003			
Inverted AR Roots	.47			
Inverted MA Roots	-.00+.07i	-.00-.07i		

### ARIMA (1 1 0)

Dependent Variable: DUSD\_TND

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 10/09/19 Time: 12:45

Sample: 2010M02 2019M08

Included observations: 115

Convergence achieved after 5 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013520	0.005344	2.530082	0.0128
AR(1)	0.473785	0.086649	5.467885	0.0000
SIGMASQ	0.000876	0.000122	7.194001	0.0000
R-squared	0.224242	Mean dependent var		0.013389
Adjusted R-squared	0.210389	S.D. dependent var		0.033747
S.E. of regression	0.029988	Akaike info criterion		-4.148092
Sum squared resid	0.100719	Schwarz criterion		-4.076486

Log likelihood	241.5153	Hannan-Quinn criter.	-4.119028
F-statistic	16.18746	Durbin-Watson stat	1.967905
Prob(F-statistic)	0.000001		
<hr/>			
Inverted AR Roots	.47		
<hr/>			

### ARIMA (0 1 1)

Dependent Variable: DUSD\_TND

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 10/09/19 Time: 12:47

Sample: 2010M02 2019M08

Included observations: 115

Convergence achieved after 20 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013499	0.004039	3.341962	0.0011
MA(1)	0.392525	0.087306	4.495951	0.0000
SIGMASQ	0.000919	0.000138	6.639152	0.0000
<hr/>				
R-squared	0.186300	Mean dependent var		0.013389
Adjusted R-squared	0.171769	S.D. dependent var		0.033747
S.E. of regression	0.030713	Akaike info criterion		-4.101097
Sum squared resid	0.105645	Schwarz criterion		-4.029490
Log likelihood	238.8131	Hannan-Quinn criter.		-4.072032
F-statistic	12.82141	Durbin-Watson stat		1.799621
Prob(F-statistic)	0.000010			
<hr/>				
Inverted MA Roots	-0.39			
<hr/>				



## ARIMA (0 1 2)

Dependent Variable: DUSD\_TND

Method: ARMA Maximum Likelihood (OPG - BHHH)

Date: 10/09/19 Time: 12:50

Sample: 2010M02 2019M08

Included observations: 115

Convergence achieved after 12 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.013309	0.003881	3.429275	0.0008
MA(2)	0.223985	0.084952	2.636622	0.0096
SIGMASQ	0.001080	0.000141	7.670988	0.0000
R-squared	0.043727	Mean dependent var		0.013389
Adjusted R-squared	0.026651	S.D. dependent var		0.033747
S.E. of regression	0.033295	Akaike info criterion		-3.940205
Sum squared resid	0.124156	Schwarz criterion		-3.868598
Log likelihood	229.5618	Hannan-Quinn criter.		-3.911141
F-statistic	2.560704	Durbin-Watson stat		1.197892
Prob(F-statistic)	0.081767			
Inverted MA Roots	-.00+.47i	-.00-.47i		

Le modèle ad hoc doit avoir :

- Un maximum de coefficients significatifs
- La plus faible volatilité (SIGMAQ)
- R-squared la plus élevée

- AIC et BIC les plus faibles

	ARIMA (1 1 0)	ARIMA (1 1 1)	ARIMA (1 1 2)	ARIMA (0 1 1)	ARIMA (0 1 2)
<b>Coeff non sign</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>SIGMAQ</b>	<b>0.000876</b>	<b>0.000875</b>	<b>0.000876</b>	<b>0.000919</b>	<b>0.001080</b>
<b>R<sup>2</sup></b>	<b>0.224242</b>	<b>0.224689</b>	<b>0.224265</b>	<b>0.186300</b>	<b>0.043727</b>
<b>AIC</b>	<b>-4.148092</b>	<b>-4.131269</b>	<b>-4.130729</b>	<b>-4.101097</b>	<b>-3.940205</b>
<b>BIC</b>	<b>-4.076486</b>	<b>-4.035793</b>	<b>-4.035253</b>	<b>-4.029490</b>	<b>-3.868598</b>

### 3. Validation du modèle

Les paramètres étant estimés, nous examinons au cours de cette phase les résultats d'estimation. Nous distinguons des tests sur les paramètres et les tests sur les résidus. En premier lieu, les coefficients des modèles doivent être significativement différents de zéro. Pour ceci le test t de student s'applique de manière classique. En second lieu, nous effectuons des tests sur les résidus afin de s'assurer que ces derniers ne sont pas auto-corrélés et sont homoscedastique.

Pour vérifier la robustesse du modèle choisi, il faut s'assurer que le terme d'erreur du modèle ARIMA sélectionné est un bruit blanc. Cela est le cas notamment lorsque nous utilisons le test de Ljung & Box (1978) des résidus.

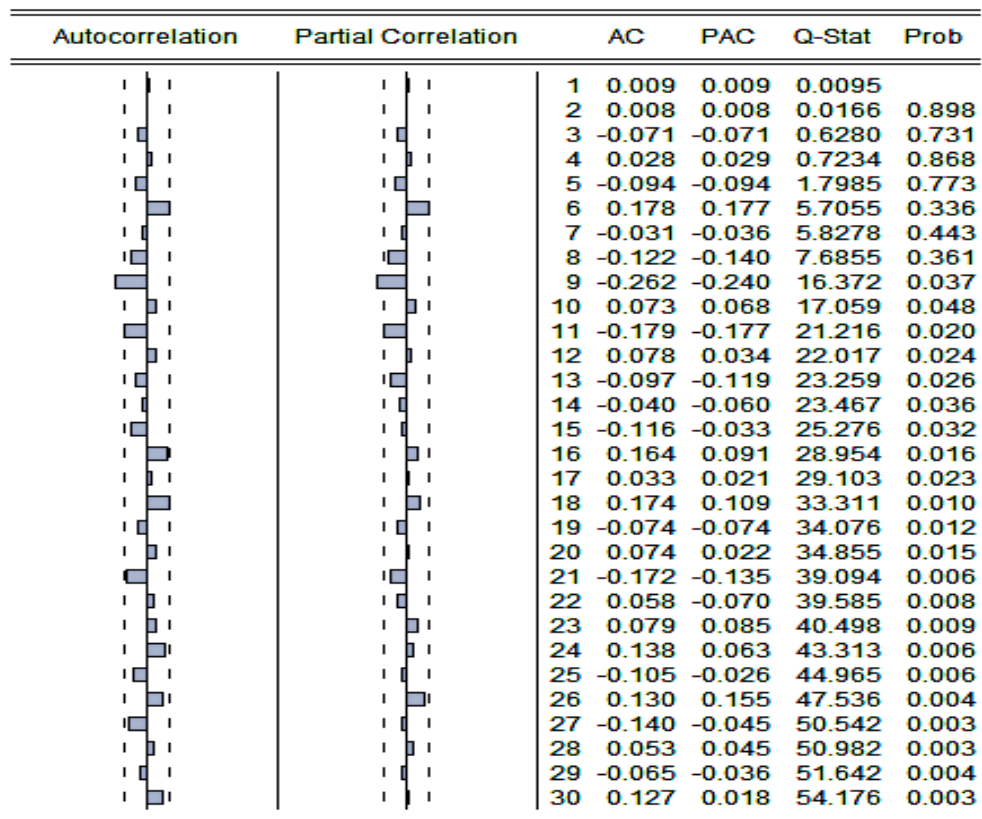


Figure 11 : La statistique Q de Box et Ljung des résidus

Nous effectuons le test de Ljung-Box d'absence d'autocorrélation des résidus reporté sur la Figure (6). On peut déjà remarquer que graphiquement, les autocorrélations des résidus des processus estimés de la série temporelle des rendements se situent à l'intérieur de l'intervalle de confiance, ce qui semble indiquer que les résidus ne sont pas auto-corrélés.

Passant maintenant à la dernière étape de la méthodologie de Box et Jenkins. Cette étape a pour objet la prévision de la série DUSD/TND sur la base d'un ARIMA (1,1,0)

#### 4. Prévision

L'objectif du présent chapitre est d'essayer de déterminer des prévisions des cours de change de la parité USD/TND pour les mois qui suivent cette étude à savoir les mois Septembre, Octobre, Novembre et Décembre 2019.

Le graphique ci-dessous montre que les valeurs prédites de la série DUSD/TND fluctuent toujours dans l'intervalle de confiance ce qui confirme la performance du modèle ARIMA (1,1,0).

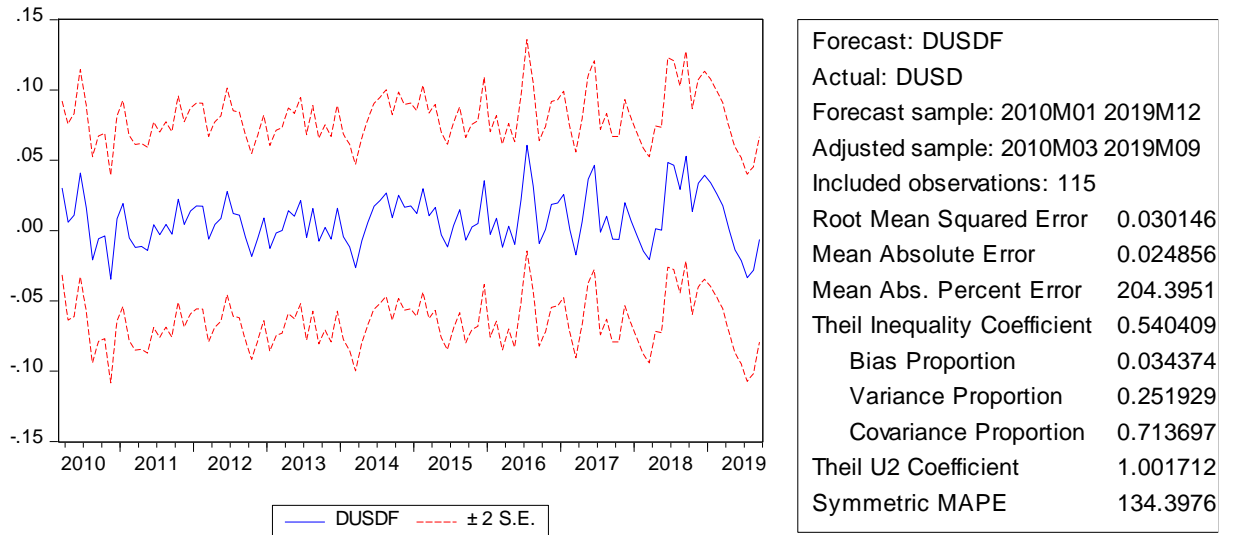


Figure 12: Les valeurs prédites de la série DUSD/TND

Cette constatation est approuvée par d'autres tests à savoir l'erreur quadratique moyenne (RMSE), l'erreur absolue moyenne (MAE), (MAPE) et le critère U de Theil. Ci-dessous les formules relatives à ces critères :

➤ *Racine de l'erreur quadratique moyenne (Root Mean Squared Error)*

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_t \widehat{\varepsilon}_t^2} \quad (32)$$

➤ *Erreur absolue moyenne (Mean Absolute Error)*

$$MAE = \frac{1}{T} \sum_t |\widehat{\varepsilon}_t| \quad (33)$$

➤ *U de Theil*

$$U = \frac{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_t \widehat{\varepsilon}_t^2}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_t y_t^2 + \frac{1}{n} \sum_t \widehat{y}_t^2}} \quad (34)$$

➔ Le tableau ci-dessous récapitule les résultats des tests précédemment cités. Ainsi, on peut confirmer qu'il s'agit d'un bon modèle de prévision vu que les statistiques d'erreur sont très petites

	<i>DUSD/TND</i>
<i>RMSE : Root Mean Square Error</i>	0,0301
<i>MAE : Mean Absolute Error</i>	0,0249
<i>U de Theil :Theil inéquality coefficient</i>	0,5404
<i>MAPE : Mean Absolute Percentage Error</i>	204,4

**Tableau 9 : Résultats des tests de prévision**

La fiabilité du modèle ARIMA (1,1,0) est maintenant assurée. Dès lors, on peut utiliser le logiciel Eviews 10 pour déterminer les prévisions avec le modèle ARIMA (1,1,0).

➔ La première constatation qu'on peut tirer est que le dinar tunisien va poursuivre son appréciation allant de Septembre 2019 jusqu'au Décembre 2019. Ci-dessous un tableau récapitulatif des prévisions obtenues

<i>Mois</i>	<i>Cours prévu de la parité (USD/TND)</i>
<i>Septembre</i>	2,8588
<i>Octobre</i>	2,8554
<i>Novembre</i>	2,8535
<i>Décembre</i>	2,8524

Tableau 10 : Les prévisions USD/TND

Les prévisions de la parité USD/TND ne sont pas surprenantes vu l'allure de la courbe du taux de change USD/TND, durant ces derniers temps

Il convient de préciser que dans n'importe quel pays, la monnaie nationale présente le miroir qui reflète la situation financière et économique. Ainsi, on ne peut pas trouver un pays là où la situation économique est dégradée et que sa monnaie nationale demeure forte.

Depuis Mars 2019, le dinar tunisien commence à s'apprécier ce qui reflète une amélioration de la situation économique et financière dans le pays. Ceci peut être expliqué par différents évènements survenus dernièrement qu'ils soient internes ou externes :

- L'une des causes externes on cite l'évolution de la parité EUR/USD sur le marché international, comme présenté dans la figure8. L'Euro et le Dollar constituent les principales devises utilisées dans les transactions. En Tunisie, ces devises couvrent 90% des règlements extérieurs de l'économie tunisienne. Ainsi, la parité EUR/TND et la parité USD/TND seront forcément impactées par cette évolution.

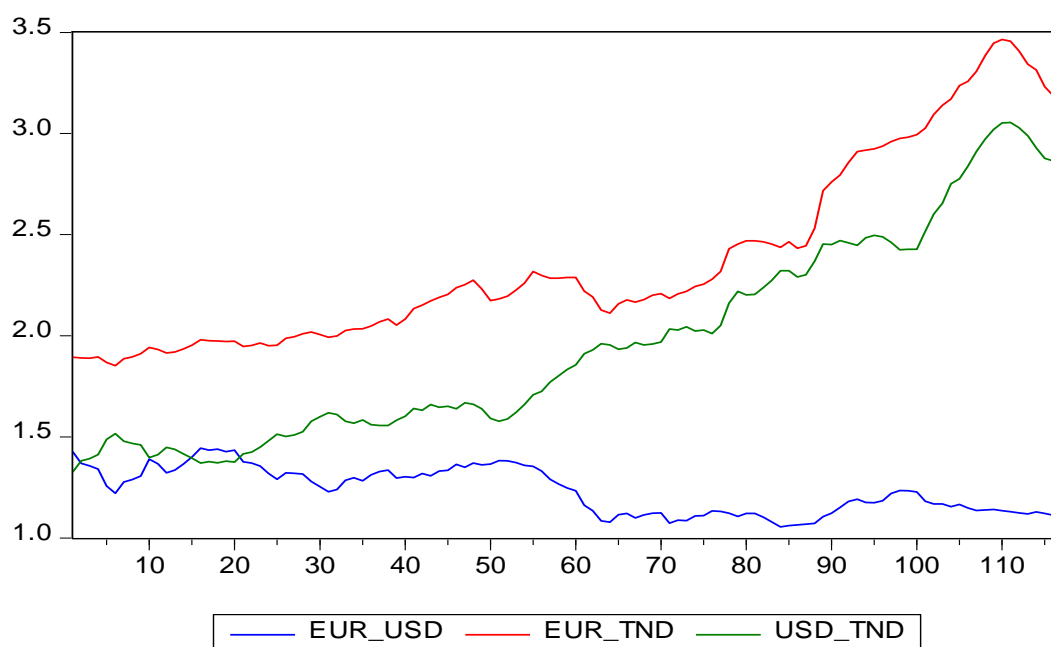


Figure 13 : Évolution des parités EUR/USD, EUR/TND et USD/TND

- L'augmentation des avoirs en devise est aussi une source d'appréciation de dinar tunisien. Il est à savoir que le 20 Septembre 2019, les réserves nettes en devise s'élevaient à 18,085 millions de dinars permettant de couvrir 102 jours d'importation, selon les dernières mises à jour de la Banque Centrale de la Tunisie, contre 80 jours le 13 Juillet 2019. Selon le gouverneur de la BCT, Marouane Abassi, cette amélioration est expliquée par l'augmentation des recettes touristiques. Entre le premier Janvier 2019 et le 31 Aout 2019, la Tunisie a accueilli plus de six millions 300 mille touristes. Ainsi, les recettes touristiques ont enregistré une hausse de 45% par comparaison à la même période de 2018.
- La cession de la Zitouna Takful et la banque Zitouna à des investisseurs étrangers peut également expliquer la hausse des avoirs en devise. En plus, plusieurs crédits ont été contractés (la dette extérieure a augmenté de plus de 70% en deux ans passant de 62 milliards de dinars en 2016 à 105 milliards de dinars fin 2018. Cette tendance à l'endettement s'est poursuivie en 2019 et ce par l'émission de 700 milliards d'Euro sur le marché international au début de l'année) ce qui a généré des entrées de devises.

Le graphique ci-dessous montre la relation entre l'évolution des avoirs en devises et la fluctuation de la parité USD/TND ainsi que la parité EUR/TND. Une hausse des avoirs en devise est remarquable. En contrepartie, le dinar tunisien s'est apprécié que ce soit par rapport au dollar américain ou par rapport à l'Euro.

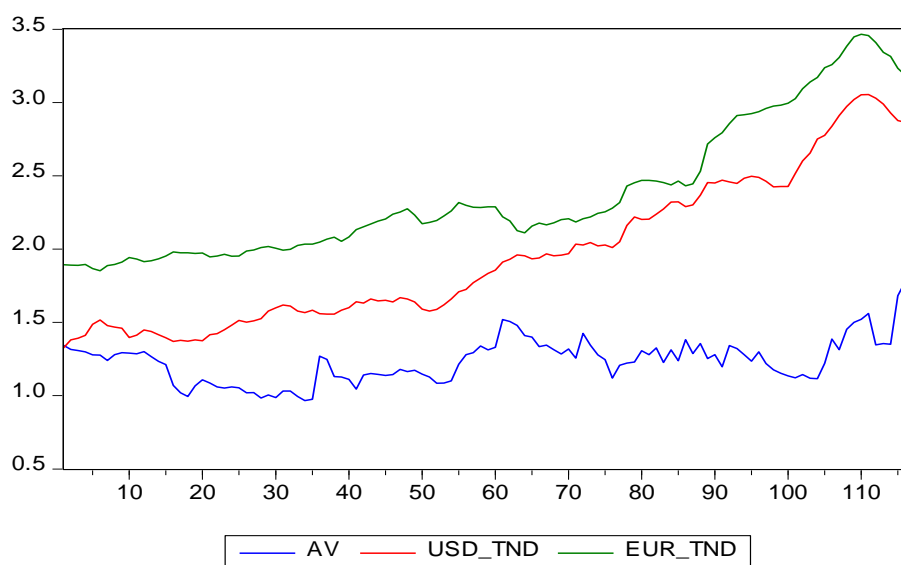


Figure 14: Évolution des avoirs, la parité USD/TND et la parité EUR/TND

Avant de clôturer cette section, nous tenons à rappeler que son objectif principal est de prévoir l'évolution de la parité de change USD/TND afin de proposer une stratégie de couverture contre ce risque mais avant ceci nous allons mettre l'accent sur la couverture contre la fluctuation du prix du Brent pratiquée par la société Tunisienne des Industries de Raffinage

### **SECTION 3 : CAS PRATIQUE**

L'activité principale de la société Tunisienne des industries de Raffinage (STIR) est l'importation et le raffinage du pétrole brut. Et en tant qu'entreprise importatrice, la STIR fait face à deux types de risques principalement à savoir le risque lié à la fluctuation probable de prix du Brent et le risque relatif à l'évolution du taux de change USD/TND.

Depuis 2018, la STIR a décidé de pratiquer la couverture sur le prix du Brent, avec la garantie du ministère des finances. Par contre, le risque de change demeure permanent pour cette entreprise étant donné que nulle stratégie n'est encore appliquée.

Dans la présente section, nous allons présenter la STIR et exposer, à titre d'exemple, la stratégie qu'elle exerce dans l'objectif de se couvrir contre une éventuelle variation défavorable du prix de Brent.

#### **1. Présentation de l'entreprise**

La Société Tunisienne des Industries de Raffinage STIR, a été créée en 1961 suite à une convention entre l'État Tunisien et le groupe Italien ENI. Son objet social est le raffinage du pétrole brut en vue de satisfaire les besoins du marché national en produits pétroliers.

Depuis sa tunisification en 1975, la STIR est devenue une entreprise publique ayant la charge de couvrir tous les besoins du pays en produits pétroliers.

Dans ce cadre, l'activité d'importation de l'ensemble des carburants et des combustibles a été confiée à la STIR en 1999.

La STIR est implantée sur une superficie totale de 180 ha située à Zarzouna au sud de la ville de Bizerte, à 62 Km de Tunis.

La position de la STIR dans une région touristique à Bizerte, lui offre la possibilité d'accueillir beaucoup de stagiaires et de visiteurs qui trouvent toutes les commodités de séjour.



Il est à noter également que les grandes zones touristiques de Hammamet, Sousse et Monastir sont à moins de 200 km et desservies totalement par des autoroutes.



Figure 15: Organisation du secteur d'hydrocarbures

Passons maintenant aux locomotives qui ont poussé le ministère des finances à réfléchir sur l'instauration de la couverture contre le prix de la matière première.

## 2. État des lieux

Les gouvernements ayant des revenus et des coûts qui sont liés fortement aux prix des matières premières, peuvent atténuer la volatilité du budget en établissant un programme souverain récurrent de couverture des marchandises.

En effet, l'objectif principal de tout programme souverain de couverture est de protéger les finances publiques du pays, et par finances publique on entend tous les actes visant à établir des budgets prévisionnels, les moyens pour percevoir les impôts, l'optimisation des dépenses et les contrôles. En bref, elles se définissent comme la gestion des ressources mises à la disposition de l'État, des collectivités publiques, des collectivités territoriales, des organismes de Sécurité sociale et des établissements publics pour payer les charges et la gestion des impôts perçus.

Le programme souverain de couverture doit être conçu pour stabiliser avec certitude le budget de l'État pour l'exercice à venir et doit donc être mis en œuvre conjointement avec la procédure budgétaire annuelle et ce pour éviter le recours aux lois de finance complémentaire.

Autrement dit, la locomotive ultime de la mise en place de la couverture est la réduction du gap entre le scénario prévu dans la loi des finances et celui qui se réalise. Ce gap est la raison principale de l'instauration des lois de finance complémentaires pour qu'il soit une certaine concordance entre les deux scénarii.

Dans le cas échéant, on va s'intéresser à la couverture appliquée sur le produit pétrolier permettant de maîtriser la subvention énergétique et le budget, maîtriser le déficit commercial et éviter la dépréciation de la monnaie locale

→ Le Hedging est la solution proposée de par le ministère des Finances en collaboration avec la banque mondiale (Discutée au sein d'un workshop à Washington du 12 au 14 novembre 2018) afin d'assurer la stabilisation des subventions allouées aux carburants pour protéger le budget de l'État contre la hausse des prix à l'échelle internationale.

➤ **Les subventions :**

La fluctuation du prix du baril de Brent perturbe l'équilibre budgétaire et nécessite à chaque fois le recours à une loi de finances complémentaire pour assurer l'équilibre du budget de l'État comme ça a été le cas durant l'année 2018 (budget établi sur la base d'une estimation du prix du baril à **54,00 \$/bbl** alors que la moyenne du prix jusqu'au mois de Novembre est de l'ordre de **72,00 \$/bbl** environ.

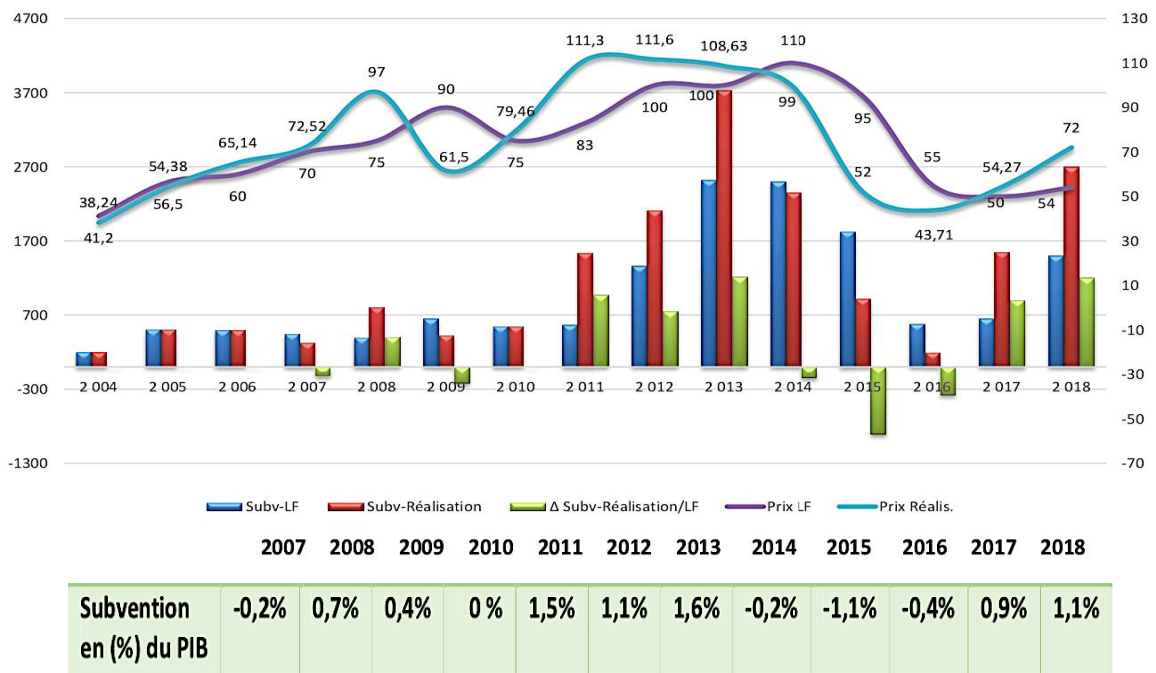


Figure 16 : Évolution de la subvention entre 2004 et 2018

➤ **Prix du baril**

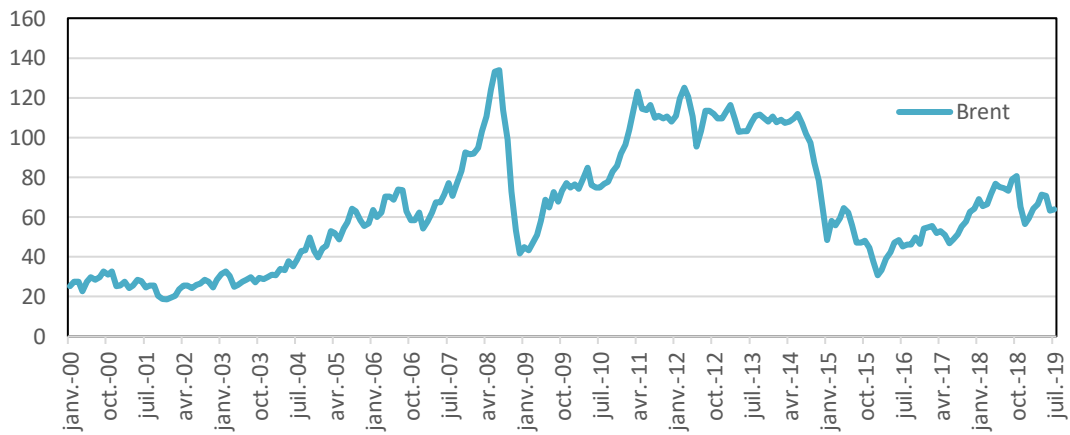


Figure 17 : Évolution du prix du baril en USD

L'augmentation du prix international du baril impacte négativement la balance commerciale qui fait pression sur le dinar et augmente le prix du baril en dinars.

Hypothèses sur le prix du baril	+ 1 USD	+ 2 USD	+ 3 USD	+ 4 USD	+ 5 USD	+ 10 USD
Prix éventuel	76 USD	77 USD	78 USD	79 USD	80 USD	85 USD
cout supplémentaire en subventions en MDT	128	256	384	512	640	1280

Figure 18 : Cout en subvention en fonction de l'évolution éventuelle du prix du baril

Il est à noter que l'augmentation du prix du baril d'une unité (1,00 \$/bbl) se répercute en 128 MD environ supplémentaire sur la subvention budgétaire nécessaire en 2019 qui est de l'ordre de 2100 MD.

Chaque augmentation de 0,1 DT du taux de change augmentera les subventions d'environ 370 MDT.

### 3. Cadre réglementaire de la couverture contre la fluctuation du prix du baril

En 2009, la Tunisie et la banque mondiale ont signé un accord cadre pour utiliser des produits dérivés tels que les « Swaps » et les « Options » (accord cadre ISDA- International Swap Dealers Association).

Cet accord cadre simplifie la documentation d'une transaction entre la Tunisie et la Banque pour des opérations de gestion de risque. Ce document a besoin d'être mis à jour au niveau des annexes pour y ajouter le Hedging sur les matières premières en plus de la couverture sur le risque de change et celui du taux d'intérêt. Le signataire de cet accord est le Ministère du Développement et de la Coopération Internationale.

Mis à part cet accord, la BCT a déjà la possibilité d'accorder des autorisations ponctuelles sur demande d'un opérateur économique à l'instar de plusieurs entreprises privées qui ont demandé des couvertures sur la variation des prix de l'aluminium et le jet.

## SECTION 4 : COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE

Avant d'attaquer cette section, il est primordial de rappeler que l'objectif principal de cette étude est l'élaboration d'une stratégie de couverture optimale et la proposition des instruments de couverture contre le risque de change à la lumière de différentes simulations. Ainsi, on va maintenant s'intéresser, au cours de cette section, à la méthodologie de la mise en place d'une stratégie de couverture contre le risque de change au sein de la société STIR et essayer de s'en sortir par un ensemble de recommandations.

En effet, STIR, comme toutes les entreprises importatrices, se trouve dans l'obligation d'élaborer une stratégie de couverture afin de limiter les conséquences néfastes du glissement du Dinar Tunisien et afin de gérer d'une manière « optimale » le risque de change qu'elle court à chaque règlement étranger. C'est l'un des moyens qui lui permettra d'améliorer sa rentabilité.

Certes, le choix d'une stratégie de couverture dépendra de plusieurs paramètres :

- Le degré d'aversion au risque ;
- La maîtrise des produits dérivés ;
- Les anticipations des cours de change

On distingue trois stratégies de gestion du risque de change :

- **La non couverture :** Cette stratégie consiste à laisser la position de change de l'entreprise ouverte sans couverture. Cette alternative peut être adoptée dans l'hypothèse où l'entreprise traite avec des devises stables, ou si elle arrive à reporter la totalité du risque sur son partenaire par une clause dans le contrat. A l'inverse, certaines entreprises y recourent même si la devise est instable, dans le but de réaliser un gain de change. Elle correspond dans ce cas à une attitude spéculative.

Dans certains cas aussi, se protéger contre le risque de change peut coûter tellement cher que la protection n'en vaut pas la peine. Cette attitude peut également naître d'une méconnaissance du risque encouru.

- **La couverture systématique ou naïve :** Elle consiste à se couvrir automatiquement dès qu'apparaît un engagement ou un avoir en devises, elle permet donc d'éliminer

totallement le risque de change dès sa naissance. Cette stratégie est conseillée dans le cas où l'entreprise a des engagements libellés en devises volatiles.

- **La couverture sélective ou partielle :** Dans ce cas, le trésorier décide d'une méthodologie qui déterminera quand il couvrira ou pas le risque de change. Cette politique suppose l'application de critères de sélection qui correspondent à un niveau d'acceptation du risque ainsi qu'à une anticipation sur l'évolution des cours de change.

La mise en place de stratégies de gestion de ce risque est adossée aux différents instruments de couverture tels que les options ou les contrats à terme.

L'objectif de cette partie empirique est de proposer à STIR des scénarios de couverture contre le risque de change, en se basant sur les prévisions de la cotation USD/TND et en recourant à deux produits dérivés : les contrats à terme, et les options d'achat.

Ces scénarios appliqués à ces produits dérivés vont d'une stratégie naïve, qui consiste à couvrir 100% de la position jusqu'à une stratégie de non couverture on se propose donc de faire des simulations en se basant sur un ratio de couverture allant de 0% à 100% avec un pas de 10%.

Dans le cas échéant, l'étude de l'instauration d'une stratégie de couverture au sein de la société STIR s'articule autour de la parité USD/TND, comme indiqué dans la partie modélisation et prévision. Ceci est expliqué par l'utilisation de la devise dollar dans la totalité de ses transactions.

Bien que les prévisions préconisent une éventuelle baisse du cours USD/TND à moyen et long terme, la société STIR est appelée, à gérer son risque de change avec une extrême prudence et ce en se basant sur des modèles de prévision et en étudiant l'impact de plusieurs scénarios possibles de couverture.

Pour ce faire, on a choisi principalement deux instruments de couverture à savoir l'achat à terme et l'achat d'une option d'achat (Call).

Dans un premier temps, nous allons développer deux pricers pour l'évaluation de l'option de change et du contrat à terme. Ensuite nous allons étudier des différents scénarios

possibles de taux de couverture, nous analyserons chaque cas de figure selon les résultats obtenus.

## 1. Couverture par le contrat Forward

### 1.1 Description de produit

Rappelons tout d'abord que le contrat Forward est un accord de vente (position courte) ou d'achat (position longue) conclu entre deux parties permettant de fixer la transaction d'un actif sous-jacent à une date ultérieure et à un montant préalablement défini.

C'est un produit dérivé qui porte sur un actif sous-jacent pouvant être une action, une matière première ou une devise dans l'objectif de se couvrir contre une éventuelle fluctuation de prix néfaste.

Dans le cas présent, vu qu'il s'agit bien d'une entreprise importatrice on va s'intéresser au contrat d'achat à terme.

### 1.2 Hypothèses de base

- **Devise concernée : Dollar américain**
- **Montant de transaction : 20 000 000 USD**
- **Date de couverture : le 15 Aout 2019**
- **Date d'échéance: 13 Novembre 2019 (Couverture faite sur un horizon de 90 J)**
- **Cours Spot à la date de couverture : 2,8600**
- **Cours Spot prévu à l'échéance : 2,8503**
- **Taux de placement USD sur 90J : 1,25 %**
- **Taux d'emprunt TND sur 90J : 9 %**

### 1.3 Calcul du cours à terme

Le calcul du cours à terme (Forward) se fait sur la base des taux d'intérêt pratiqués sur les monnaies échangées. Ainsi, deux cas de figure sont possibles :

- Si le taux de placement de la devise est inférieur au taux d'emprunt du dinar pour la durée du contrat, le cours à terme sera supérieur au cours au comptant et la courbe à terme est dite en **report**.
- Si par contre, le taux de placement de devise excède le taux d'emprunt du dinar pour la durée du contrat, le cours à terme sera inférieur au cours au comptant et la courbe à terme est en **déport**.

$$\text{Cours à terme acheteur} = \text{spot} \times \frac{(1 + \text{Taux de placement TND} \times \frac{N}{360})}{(1 + \text{Taux d'emprunt USD} \times \frac{N}{360})} \quad (35)$$

Où N est la durée du terme en jours.

On peut également calculer le cours à terme à partir des points Swap :

$$S = \text{Spot} \times N \times \frac{\text{Taux de placement TND} - \text{Taux d'emprunt USD}}{36000 + (\text{Taux d'emprunt USD} \times N)} \quad (36)$$

$$\text{Cours à terme} = \text{Cours spot} \pm \text{Point Swap} \quad (37)$$

→ À l'aide d'un pricer du Forward, nous avons déterminé les points swap (Swap = 0,0349) et par la suite le cours à terme (Forward = 2,890).

La détermination du cours à terme est une étape préliminaire pour l'analyse des différentes stratégies possibles.

Les décaissements en Dinar, noté DC, à l'échéance sont déterminés par l'expression suivante :



$$DC = \text{Montant Couvert} \times \text{Cours à terme} + \text{Montant non couvert} \times \text{Cours Sport à l'échéance} \quad (38)$$

	Taux de couverture	Montant couvert	Décaissement en TND
<b>Scénario 1</b>	100%	20 000 000	57 800 000
<b>Scénario 2</b>	90%	18 000 000	57 826 000
<b>Scénario 3</b>	80%	16 000 000	57 852 000
<b>Scénario 4</b>	70%	14 000 000	57 878 000
<b>Scénario 5</b>	60%	12 000 000	57 904 000
<b>Scénario 6</b>	50%	10 000 000	57 930 000
<b>Scénario 7</b>	40%	8 000 000	57 956 000
<b>Scénario 8</b>	30%	6 000 000	57 982 000
<b>Scénario 9</b>	20%	4 000 000	58 008 000
<b>Scénario 10</b>	10%	2 000 000	58 034 000
<b>Scénario 11</b>	0%	0	58 060 000

**Tableau 11: Récapitulatif du Pricer du Forward**

Le tableau ci-dessus résume les différents scénarios possibles de couvertures par un contrat d'achat. Il est à noter que la couverture peut-être soit partielle soit totale. On constate qu'en comparant les deux scénarios extrêmes : Ne pas se couvrir Vs se couvrir à 100%, que la couverture naïve permet de gagner 260 000 TND ce qui prouve l'importance de l'adoption d'une stratégie de couverture.

Il faut noter également qu'une stratégie de couverture partielle avec des taux de couverture allant de 50% à 90% permettent à STIR de gagner au moins 130 000 TND.

Dans le graphique suivant nous présentons la courbe du gain en fonction du taux de couverture :

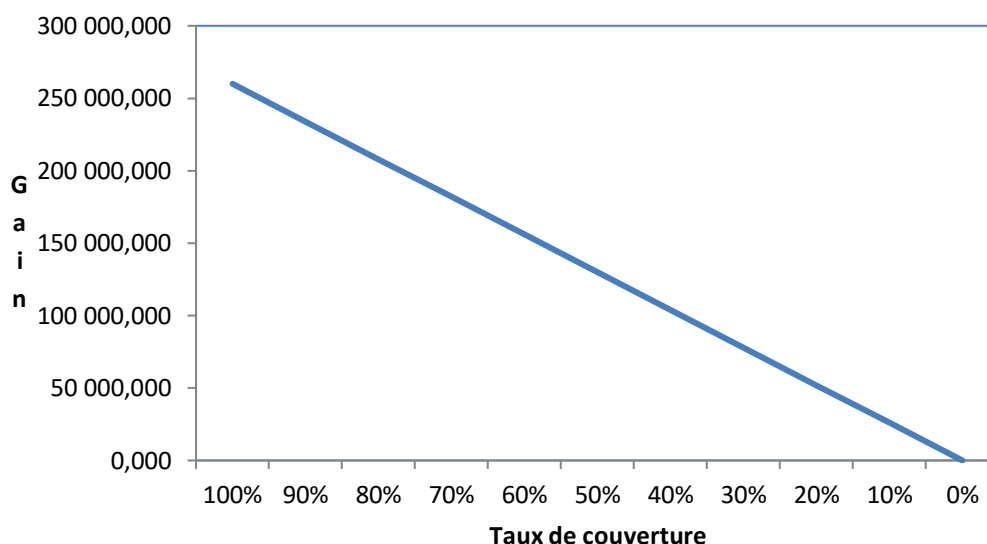


Figure 19: Gain en fonction du taux de couverture

## 2. Couverture par une option

### 2.1 Description de produit :

Comme nous avons l'avons mentionné dans le chapitre premier, il y a deux types basiques d'options. Une option d'achat (un call) donne à son détenteur le droit d'acheter une certaine quantité d'un actif sous-jacent à une date future donnée et à prix convenu. Une option de vente (un put) donne le droit à son détenteur de vendre une certaine quantité d'un actif sous-jacent à une date future et à un prix convenu. La date maximale à laquelle le droit peut être exercé est la date d'échéance. Le prix spécifié est appelé prix d'exercice (Strike price)

Les options peuvent être qualifiées d'américaines ou d'européennes, sans qu'il y ait aucun lien avec une quelconque situation géographique. Si l'exercice peut survenir à tout moment jusqu'à la date d'échéance, l'option est dite américaine. Si l'option ne peut être exercée qu'à la date d'échéance, elle est dite européenne. La plupart des options négociées sur les

marchés organisés sont de type américain. Les options européennes sont plus faciles à analyser et, dans un certain nombre de cas, les propriétés des options américaines sont déduites de celles des options européennes.

## 2.2 Hypothèses de base

- **Sous-jacent : USD/TND**
- **Montant : 20 000 000 USD**
- **Date de couverture : le 15 Aout 2019**
- **Maturité : 3 mois**
- **Cours Spot à la date de couverture : 2,8600**
- **Cours Spot prévu à l'échéance : 2,8503**
- **Prix d'exercice : 2,8550**
- **Volatilité : 5%**
- **Taux d'intérêt USD : 1,25%**
- **Taux d'intérêt TND : 9%**

## 2.3 Calcul de l'option achat

À l'aide d'un pricer d'une option call, nous allons déterminer le prix du call en utilisant la méthode de Black and Scholes. Par la suite, nous allons adopter les mêmes scénarios proposés dans le cas de l'achat à terme (Forward) et finir par l'illustration des différents résultats.

Le modèle Black-Scholes, appelé aussi Black-Scholes-Merton, est un modèle d'évaluation utilisé pour déterminer le juste prix ou la valeur théorique d'une option d'achat ou de vente en fonction de six variables telles que la volatilité, le type d'option, le cours de l'action sous-jacente, le temps, le prix de levée et le taux sans risque.

Il existe deux modèles importants pour l'évaluation des options : le modèle binomial et le modèle Black-Scholes.

Le modèle est utilisé pour déterminer le prix d'une option d'achat européenne, ce qui signifie simplement que l'option ne peut être exercée qu'à la date d'échéance.

Le modèle suppose que le prix des actifs fortement négociés suit un mouvement brownien géométrique avec une dérive et une volatilité constante. Lorsqu'il est appliqué à une option d'achat d'actions, le modèle incorpore la variation constante du prix de l'action, la valeur temporelle de l'argent, le prix de levée de l'option et le délai avant l'échéance de l'option.

Il s'agit du premier modèle d'évaluation d'options largement utilisé. Il sert à calculer la valeur théorique des options à l'aide du cours actuel des actions, des dividendes prévus, du prix d'exercice de l'option, des taux d'intérêt prévus, du délai d'expiration et de la volatilité prévue.

Ce modèle a été présenté dans leur article de 1973, "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", publié dans le Journal of Political Economy. Black est décédé deux ans avant que Scholes et Merton ne reçoivent le prix Nobel d'économie en 1997 pour leurs travaux visant à trouver une nouvelle méthode de détermination de la valeur des dérivés (le prix Nobel n'est pas décerné à titre posthume ; cependant, le comité Nobel a reconnu le rôle de Black dans le modèle Black et Scholes).

Le modèle de Black et Scholes repose sur certaines hypothèses :

- **L'option est européenne et ne peut être exercée qu'à son échéance.**
- **Aucun dividende n'est versé pendant la durée de vie de l'option.**
- **Les marchés sont efficients (c.-à-d. qu'il est impossible de prévoir les mouvements du marché).**
- **Il n'y a pas de frais de transaction à l'achat de l'option.**
- **Le taux sans risque et la volatilité du sous-jacent sont connus et constants.**
- **Les rendements du sous-jacent sont normalement distribués.**

Les négociateurs d'options ont accès à une variété de calculateurs d'options en ligne, et bon nombre des plateformes de négociation d'aujourd'hui sont dotées d'outils d'analyse d'options robustes, y compris des indicateurs et des feuilles de calcul qui effectuent les calculs et affichent les valeurs de prix des options.

La formule d'option d'achat Black-Scholes est calculée en multipliant le cours de l'action par la fonction de distribution de probabilité normale standard cumulative. Par la suite, la valeur actualisée nette (VAN) du prix d'exercice multipliée par la distribution normale standard cumulative est soustraite de la valeur résultant du calcul précédent.

$$C = S_t N(d_1) - E e^{-r_f T} N(d_2) \quad (39)$$

Avec :

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S_t}{E} + \left( r_f + \frac{\sigma^2}{2} \right) T}{\sigma \sqrt{T}} \quad (40)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{T} \quad (41)$$

Et:

- **C : Prix de l'option Call**
- **S : Cours spot**
- **E : Prix d'exercice**
- **$r_f$  : Taux sans risque**
- **T : Maturité**

→ Après avoir remplacé les formules ci-dessus par les données actuelles, nous avons trouvé que la valeur du call d'élève à 0,0019 (Elle vaut 0,07% du cours spot)

Comme on a fait dans le cas du contrat à terme, on a proposé plusieurs cas de figure de taux de couverture. Pour ce faire, on propose les étapes suivantes :

- i) **Pour chaque scénario, on calcule le décaissement à la date de transaction autrement dit la prime de l'option versé en TND tout en ayant sa valeur en USD : Il s'agit d'une simple conversion au taux spot de la prime du dollar au dinar.**
- ii) **On capitalise le montant trouvé, à savoir le décaissement à la date de transaction, sur une durée de 90 Jours et ce au taux  $r = 9\%$**

iii) Le dernier décaissement se fait à la date d'échéance selon l'évolution de cours.

Ainsi, deux cas de figure sont possibles :

- Soit que le cours spot dépasse le prix d'exercice : Dans ce cas, la STIR va exercer et acheter les USD au prix d'exercice.
- Soit que le cours spot devienne égal ou inférieur au prix d'exercice : Dans ce cas, la STIR n'a pas intérêt à exercer l'option et donc elle va acheter les USD au cours spot à l'échéance.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents scénarios et illustre les différents résultats.

	Niveau de couverture	Montant couvert	Montant décaissé (STIR n'exerce pas l'option)
<b>Scénario 1</b>	100%	20 000 000	<b>57 016 642,10</b>
<b>Scénario 2</b>	90%	18 000 000	<b>51 314 977,90</b>
<b>Scénario 3</b>	80%	16 000 000	<b>45 613 313,68</b>
<b>Scénario 4</b>	70%	14 000 000	<b>39 911 649,48</b>
<b>Scénario 5</b>	60%	12 000 000	<b>34 209 985,26</b>
<b>Scénario 6</b>	50%	10 000 000	<b>28 508 321,06</b>
<b>Scénario 7</b>	40%	8 000 000	<b>22 806 656,84</b>
<b>Scénario 8</b>	30%	6 000 000	<b>17 104 992,64</b>
<b>Scénario 9</b>	20%	4 000 000	<b>11 403 328,42</b>
<b>Scénario 10</b>	10%	2 000 000	<b>5 701 664,22</b>
<b>Scénario 11</b>	0%	0	<b>57 006 000,00</b>

**Tableau 12: Récapitulatif du Pricer d'une option achat**

→ On constate qu'un taux de couverture de 100% n'est pas une stratégie optimale. Ce résultat met en question l'efficacité des stratégies de couverture naïves. On constate également qu'une position d'indifférence face au risque de change s'avère plus coûteuse que des stratégies de

couverture partielles. Il est recommandé, que STIR fasse un choix entre un taux de couverture allant de 10% à 50%. Un scénario qui va lui garantir un gain minimum de 29 000,000 TND.

On constate également que l'adoption d'une stratégie de couverture par les options est plus avantageuse pour STIR.

Les différents scénarios de couverture présentés précédemment montrent qu'un choix irréfléchi d'un ratio de couverture risque d'affecter la performance d'une entreprise et de détériorer sa performance. Ce qui nécessite de la détermination d'un ratio de couverture optimal.

Pour ce faire, on va se baser sur le modèle d'Ederington (1979) qui propose une stratégie de couverture optimale statique. En effet, il propose un ratio de couverture conventionnel qui minimise la variance du portefeuille et qui maximise également l'utilité de l'investisseur.

Il propose le modèle de régression suivant :

$$\ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) = \alpha + b * \ln\left(\frac{F_t}{F_{t-1}}\right) + \varepsilon \quad (42)$$

Où :

- **St : le cours spot à l'instant t**
- **Ft: le cours de change Futur à l'instant t**

Il en découle que si l'entreprise souhaite minimiser la variance de son portefeuille, elle prendra en plus de sa position sur le marché spot, une deuxième position b sur le marché à terme .Ce ratio est déterminé par régression linéaire donnée par l'équation (41).

En effet, si un investisseur détient une position fixe sur le marché au comptant et une position b sur le marché à terme, le rendement X sur son portefeuille sera :

$$X = R^s - bR^f \quad (43)$$

$R^s$  et  $R^f$  constituent respectivement les rendements sur le marché spot et le marché Forward.

On suppose que l'investisseur présente une fonction d'utilité moyenne-variance où l'espérance de l'utilité dépend à la fois du rendement espéré et de la variance du rendement tel que décrit par l'équation suivante :

$$\mathbf{E}[\mathbf{U}(\mathbf{X})] = \mathbf{E}(\mathbf{X}) - \gamma \mathbf{Var}(\mathbf{X}) \quad (44)$$

Où :  $\gamma$  est le degré d'aversion au risque ( $\gamma > 0$ ).

L'investisseur doit choisir le  $b$  qui permet la maximisation de sa fonction d'utilité.

$$\begin{aligned} \mathbf{Max}_b (\mathbf{E}[\mathbf{U}(\mathbf{X})] = \mathbf{E}(\mathbf{X}) - \gamma \mathbf{Var}(\mathbf{X})) = \mathbf{Max}_b \{ & \mathbf{E}(\mathbf{R}^s) - b \mathbf{E}(\mathbf{R}^f) - \gamma [\mathbf{Var}(\mathbf{R}^s) + \\ & b^2 \mathbf{Var}(\mathbf{R}^f) - 2 \mathbf{cov}(\mathbf{R}^s, \mathbf{R}^f)] \} \end{aligned} \quad (45)$$

Donc

$$\mathbf{b}^* = \frac{\mathbf{E}(\mathbf{R}^f) + 2\gamma \mathbf{cov}(\mathbf{R}^s, \mathbf{R}^f)}{2\gamma \mathbf{Var}(\mathbf{R}^f)} \quad (46)$$

Sous l'hypothèse que les logarithmes des cours suivent des processus de martingales (Koutmos et al (1998)), nous pouvons écrire le ratio de couverture optimal sous cette forme:

$$\mathbf{b}^* = \frac{\mathbf{cov}(\mathbf{R}^s, \mathbf{R}^f)}{\mathbf{Var}(\mathbf{R}^f)} \quad (47)$$

Si nous travaillons dans le cadre multivarié (c'est-à-dire dans un cadre d'utilisation de plusieurs contrats Forward), le vecteur de ratio de couverture optimal sera :

$$\mathbf{b}^* = [(\mathbf{R}^f)' (\mathbf{R}^f)]^{-1} [(\mathbf{R}^f)' (\mathbf{R}^s)] \quad (48)$$

Nous proposons de reprendre l'exemple précédent de la société STIR, en se limitant au cas de la couverture sur le marché à terme.



En se basant sur les mêmes hypothèses nous proposons de déterminer un ratio de couverture optimal statique conformément au modèle d'Ederington (1979).

Les résultats de la régression linéaire sont comme suivis:

**Dependent Variable: LNS**

**Method: Least Squares**

**Date: 11/23/19 Time: 02:13**

**Sample (adjusted): 1/02/2009 11/22/2019**

**Included observations: 2841 after adjustments**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNF	<b>1.0002796</b>	<b>0.002365</b>	<b>424.0013</b>	<b>0.0000</b>
C	<b>8.72E-06</b>	<b>1.42E-05</b>	<b>0.614527</b>	<b>0.5389</b>
<b>R-squared</b>	<b>0.984454</b>	<b>Mean dependent var</b>		<b>0.000272</b>
<b>Adjusted R-squared</b>	<b>0.984448</b>	<b>S.D. dependent var</b>		<b>0.006056</b>
<b>S.E. of regression</b>	<b>0.000755</b>	<b>Akaike info criterion</b>		<b>-11.53828</b>
<b>Sum squared resid</b>	<b>0.001619</b>	<b>Schwarz criterion</b>		<b>-11.53409</b>
<b>Log likelihood</b>	<b>16392.13</b>	<b>Hannan-Quinn criter.</b>		<b>-11.53677</b>
<b>F-statistic</b>	<b>179777.1</b>	<b>Durbin-Watson stat</b>		<b>2.008495</b>
<b>Prob (F-statistic)</b>	<b>0.000000</b>			

On constate qu'à la date du 15/11/2019, le ratio de couverture optimal calculé par le modèle proposé est de l'ordre de 100%. Ce ratio confirme les résultats qui ont été présentés précédemment où une stratégie de couverture de 100% engendre moins de décaissements en Dinars.

Le modèle d'Ederington (1979) suppose que la variance des cours spots et futurs est constante dans le temps. Cette Hypothèse ne reflète pas la réalité et il serait plus intéressant de proposer une deuxième approche dynamique qui permet le réajustement du ratio de couverture en fonction du temps.

Cette approche suppose que la matrice variance-covariance est fonction du temps (non constante dans le temps), il s'agit donc de déterminer un ratio de couverture conditionnel par rapport au temps donné par :

$$\mathbf{b}^* = \frac{\text{cov}(\mathbf{R}_t^S, \mathbf{R}_t^f / \varphi_{t-1})}{\text{Var}(\mathbf{R}_t^f / \varphi_{t-1})} \quad (49)$$

Pour déterminer le ratio de couverture, il faut déterminer la variance conditionnelle des rendements des cours Forward et de la covariance conditionnelle des rendements spots et Forward.

**Engle et al (1995)** propose un modèle **GARCH-BEKK** pour la détermination d'une matrice variance covariance définie positive et facile à estimer donnée par l'expression suivante :

$$\mathbf{H}_t = \mathbf{C}'\mathbf{C} + \mathbf{A}'\mathbf{H}_{t-1}\mathbf{A} + \mathbf{B}'\boldsymbol{\varepsilon}_t\boldsymbol{\varepsilon}_t'\mathbf{B} \quad (50)$$

Où **A** et **B** sont deux matrice  $(h+1) \times (h+1)$  et **C** une matrice  $(h+1)$  triangulaire.

Nous nous proposons dans cette partie de calculer les coefficients mensuels de couverture dynamiques pour la période allant de 13/12/2018 jusqu' à 13/11/2019 pour la parité USD/TND. Pour des raisons de simplicité, ces coefficients sont déterminés par le modèle GARCH BEEK.

Cette stratégie de couverture dynamique sera par la suite comparée à la couverture statique en se basant sur un ratio de réduction de la variance :

Ce ratio n'est rien d'autre que la différence entre la variance de la position non couverte et celle de la position couverte divisée par la variance de la position non couverte Lien's (2005a, 2005b, 2009).

Plus explicitement ce ratio s'écrit sous cette forme :

$$\mathbf{VR} = \frac{\text{var}(\Delta S) - \text{var}(\Delta S - \mathbf{h}^* \Delta F)}{\text{var}(\Delta S)} \quad (51)$$

Où :

$h^*$ : Le taux de couverture optimal dynamique

$\Delta S$  et  $\Delta F$ : Les changements des prix spot et forward Et  $\text{var}(\Delta S)$  et  $\text{var}(\Delta S - h^* \Delta F)$  sont les variances respectives des portefeuilles non couverts et couverts.

Le tableau suivant résume le rapport de la réduction de la variation, en d'autre terme la réduction du risque pour les deux stratégies dynamique et statique. On a supposé que les stratégies de couverture s'élaborent mensuellement pour la période allant de 13/12/2018 jusqu'au 13/11/2019.

Mois	Ratio Dynamique mensuel	VR dynamique	Ratio de couverture statique	VR statique
13/11/2019	100%	96,257%	100,000%	96,147%
13/10/2019	100%	96,255%	100,000%	95,876%
13/09/2019	99%	96,253%	100,000%	89,152%
13/08/2019	100%	96,244%	100,000%	99,171%
13/07/2019	98%	96,239%	100,000%	95,785%
13/06/2019	99%	96,231%	100,000%	94,155%
13/05/2019	97%	96,228%	100,000%	95,715%
13/04/2019	97%	96,222%	100,000%	94,687%
13/03/2019	79%	96,221%	100,000%	95,711%
13/02/2019	69%	95,821%	100,000%	96,752%
13/01/2019	77%	96,224%	100,000%	96,155%
13/12/2018	97%	96,226%	100,000%	95,151%

Il en sort que les deux stratégies de couverture réduisent significativement le risque de change. Il faut signaler également qu'il y a une légère suprématie de la stratégie dynamique dans le sens où elle est plus performante dans la plupart des cas en termes de réduction de la variance. Ce résultat est expliqué par le fait que l'investisseur ne fige pas sa position et il la réajuste en fonction de l'évolution du marché au cours du temps.

## Conclusion

Dans le présent chapitre, on a commencé par l'étape de la modélisation, à la lumière des études empiriques antérieures. Et après avoir vérifié que le modèle ARIMA (1,1,0) est un bon choix en utilisant plusieurs tests notamment l'erreur absolue moyenne, le critère U de Theil et l'erreur quadratique moyenne, on a prévu le cours USD/TND durant la période qui s'étale de Septembre 2019 au Décembre 2019. Ce qui a mené à une éventuelle poursuite de baisse du cours liée principalement à l'augmentation des réserves en devise.

La deuxième partie de ce chapitre a été consacrée à la mise en place d'une stratégie optimale de couverture en se basant sur des techniques usuelles parmi lesquelles figurent l'utilisation des produits dérivés tels que les contrats à terme et les options de change. Un cas pratique a été présenté. Dans ce cas, nous avons exhibé différentes stratégies de couverture qui pourraient être adoptées par STIR et ce en se basant sur les contrats à terme et les options de change.

Notre étude a mis l'accent sur l'importance de choix d'un ratio de couverture optimal et ce dans deux contextes : un contexte statique et un contexte dynamique

Les résultats obtenus confirment qu'une stratégie de couverture dynamique s'avère plus efficace qu'une stratégie naïve (couverture ou une attitude passive vis-à-vis du risque qui %) correspond à un niveau de couverture nul. D'une manière générale, une stratégie dynamique semble être plus efficace dans la gestion du risque dans le sens où l'investisseur réajuste ses positions pour se couvrir mais également pour profiter de l'évolution favorable des marchés

## CONCLUSION GÉNÉRALE

Tout au long de ces dernières années, l'ampleur du risque de change en Tunisie est devenue d'une grande importance. Ceci est lié à la conjoncture économique et financière du pays et surtout à la dévalorisation du dinar face aux devises étrangères.

Dans ce contexte, les entreprises Tunisiennes cherchent des moyens efficaces pour se prémunir contre le risque de change afin de réduire les éventuelles pertes engendrés par une évolution défavorable des cours de change, et afin de préserver leurs avantages compétitifs à l'échelle national et international.

Les sociétés tunisiennes sont donc dans l'obligation de mettre en place des stratégies de couverture efficace qui intègrent l'utilisation d'un certain nombre de produits dérivés tels que les options, les contrats à terme et les options de change.

Le recours à ces produits dérivés ne doit pas être fait d'une manière aléatoire ou naïve mais suivant des critères d'optimalité. En effet le choix d'un ratio de couverture optimal permet de réduire le risque de change à un cout réduit.

Notre travail s'intéresse à la gestion du risque de change et à la détermination d'une stratégie optimale de couverture.

Pour ce faire, nous avons commencé par une longue revue de littérature où on a présenté le marché de change, le risque de change et ses mesures, et les produits dérivés à l'instar des contrats à terme, les contrats futurs, les options et les swaps.

Dans un deuxième temps nous avons présenté un modèle empirique de type ARIMA (1, 1,0) pour la prévision des cours de change USD/TND.

Une dernière partie a été consacrée à l'étude d'un cas pratique, celui de la société STIR.

Dans cet exemple, nous avons présentés plusieurs stratégies de couverture possibles en se basant sur la couverture à terme et les options de change. Nous nous sommes par la suite intéressés à la détermination d'un ratio de couverture optimal. En effet, on a constaté qu'une couverture de change statique est conçue pour réduire l'impact de la volatilité d'une devise mais

sans aucune distinction, à la hausse comme à la baisse, ce qui constitue l'une de ses principales limites. Cependant, la plupart des investisseurs souhaiteraient idéalement pouvoir réduire le volume et la fréquence de leurs pertes de change sans pour autant renoncer aux gains potentiels. C'est ce que permettent les stratégies dynamiques de couverture du risque de change. Une stratégie de couverture passive appliquera un ratio de couverture statique, par exemple 50 %, sur toutes les expositions au risque de change d'un portefeuille. En revanche, une stratégie dynamique ajustera de façon dynamique dans le temps le ratio de couverture appliqué à chaque paire de devises dans un portefeuille. Chacun de ces ratios de couverture a été présenté et évalué en utilisant les modèles **d'Ederington (1979) et Engle et al (1995)**.

Il en sort que, la STIR a intérêt à adopter des stratégies de couverture dynamiques qui assurent à la fois la réduction de risque et de tirer profit d'une éventuelle évolution favorable du marché et ce grâce aux réajustements du ratio de couverture au cours du temps.

Ce travail n'est qu'une ébauche de stratégie qui pourrait être amélioré en proposant d'autres modèles d'évaluation des matrices variance-covariances conditionnelles tel que le modèle VECH-JGR. Il serait également judicieux de déterminer des ratios de couvertures optimaux dans le cas de combinaison de plusieurs produits dérivés à la fois telle qu'une stratégie qui combine les contrats Forward et les options de change.

## BIBLIOGRAPHIE

Akaike, H. 1998. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle, in 'Selected papers of hirotugu akaike', Springer, pp.

Ayekple, Y. E., Harris, E., Frempong, N. K. & Amevialor, J. (2015). s.d. 'Time series analysis of the exchange rate of the ghanaian cedi to the american dollar', Journal of Mathematics Research 7(3).

Box, G. E. & Pierce, D. A. (1970), 'Distribution of residual autocorrelations in autoregressive-integrated moving average time series models', Journal of the American statistical Association 65(332), 1509–1526. s.d.

Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1979), 'Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root', Journal of the American statistical association 74(366a), 427–431. s.d.

Engle, R. F. (1982), 'Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of united kingdom inflation', Econometrica : Journal of the Econometric Society pp. 987–1007. s.d.

s.d. «Ezzeddine Saidane : Le dinar risque de se déprécier d'une manière plus accélérée après les élections.» La presse.

Gritli, M. I. (2018), 'Quel avenir du dinar tunisien face à l'euro? prévision avec le modèle arima'. s.d.

Hull, John. s.d. Futures options and other derivative assets.

Ljung, G. M. & Box, G. E. (1978), 'On a measure of lack of fit in time series models', Biometrika 65(2), 297–303. s.d.

Ngan, T. (2016), 'U (2016). forecasting foreign exchange rate by using arima model : a case of vnd/usd exchange rate', Research Journal of Finance and Accounting 7(12), 38–44. s.d.

Nyoni, T. (2018), 'Modeling and forecasting naira/usd exchange rate in nigeria : a box-jenkins arima approach'. s.d.

Perron, P. & Vogelsang, T. J. (1992), 'Nonstationarity and level shifts with an application to purchasing power parity', *Journal of Business & Economic Statistics* 10(3), 301–320. s.d.

Perron, P. (1989), Testing for a random walk : A simulation experiment of power when the sampling interval is varied, in 'Advances in econometrics and modelling', Springer, pp. 47–68. s.d.

Prissert, P. (1973), 'La gestion du risque de change', *Revue Banque*, Octobre. s.d.

Schwarz, G. et al. (1978), 'Estimating the dimension of a model', *The annals of statistics* 6(2), 461–464. s.d.

T Appiah, S. & Adetunde, I. (2011), 'Forecasting exchange rate between the ghana cedi and the us dollar using time series analysis', *Current Research Journal of Economic Theory* 3. s.d.

TAP, Webmanagercenter avec. s.d. «Baisse des échanges commerciaux de la Tunisie .»

F. Black and M. Scholes. (1973), « The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, » 3 :637\_654.

Jorion, P. (2007), *Value-at-Risk*, Third edition, McGraw-Hill. C. Hurlin.

Engle, F et al. (2001), "value at risk models in finance". *European Central Bank Working Paper Series*, 75, 1-40.

Gehrig, T., et L. Menkhoff (2004). « The Use of Flow Analysis in Foreign Exchange: Exploratory Evidence », *Journal of International Money and Finance*,

vol. 23, no 4, p. 553-699.

Flood, R., et M. Taylor (1996). « Exchange Rate Economics: What's Wrong with the Conventional Macro Approach? ». In : *The Microstructure of Foreign*



Exchange Markets, sous la direction de A. Frankel, G. Galli et A. Giovannini, Chicago, Chicago University Press.

Flood, R., et A. Rose (1995). « Fixing Exchange Rates: A Virtual Quest for Fundamentals », *Journal of Monetary Economics*, vol. 36, no 1, p. 3-37.

Lien, D. (2005a). A note on the superiority of the OLS hedge ratio. *Journal of Futures Market*, 25(11), 1121-1126.

Lien, D. (2005b). The use and abuse of the hedging effectiveness measure. *International Review of Financial Analysis*, 14(2), 277-282.

Lien, D. (2009). A note on the hedging effectiveness of GARCH models. *International Review of Economics & Finance*, 18(1), 110-112.

## WEBOGRAPHIE

<https://www.bct.gov.tn/>

<http://www.finances.gov.tn/fr>

<http://www.stir.com.tn/fr/index.php>

<http://www.energymines.gov.tn/web/>

## Annexes

System: UNTITLED

Estimation Method: ARCH Maximum Likelihood (BFGS / Marquardt steps)

Covariance specification: Diagonal BEKK

Date: 11/23/19 Time: 04:19

Sample: 12/11/2009 11/22/2019

Included observations: 2596

Total system (balanced) observations 31152

Disturbance assumption: Student's t distribution

Presample covariance: backcast (parameter =0.7)

Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 493 iterations

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(1)	-2.74E-06	9.96E-06	-0.275434	0.7830
C(2)	1.022995	0.000539	1899.549	0.0000
C(3)	-2.76E-06	8.48E-06	-0.325238	0.7450
C(4)	1.023016	0.000621	1647.827	0.0000
C(5)	-2.78E-06	8.45E-06	-0.329342	0.7419
C(6)	0.98751	0.000562	1820.518	0.0000
C(7)	-2.80E-06	8.63E-06	-0.324936	0.7452
C(8)	0.993178	0.000648	1578.328	0.0000
C(9)	0.000323	5.51E-05	5.860067	0.0000
C(10)	0.977584	6.31E-06	-0.467790	0.6399
C(11)	1.023164	0.000580	1764.478	0.0000
C(12)	0.987561	7.10E-06	-0.417263	0.6765
C(13)	1.023236	0.000728	1404.807	0.0000
C(14)	0.974847	6.43E-06	-0.474408	0.6352
C(15)	1.023247	0.000785	1303.998	0.0000
C(16)	0.967582	5.70E-06	-0.544513	0.5861
C(17)	0.974873	0.000657	1558.129	0.0000
C(18)	0.789146	3.61E-06	-0.875804	0.3811
C(19)	1.023336	0.000402	2545.293	0.0000
C(20)	0.68946	2.24E-06	-1.344937	0.1786
C(21)	1.025517	0.000479	2136.794	0.0000
C(22)	0.769914	1.79E-07	-8.148898	0.0000
C(23)	1.964787	2.76E-06	372368.0	0.0000
C(24)	0.974787	2.76E-06	372368.0	0.0000

Variance Equation Coefficients

C(25)	1.08E-10	3.46E-11	3.119982	0.0018
C(26)	-1.80E-13	5.19E-11	-0.003471	0.9972
C(27)	2.30E-14	4.79E-11	0.000479	0.9996
C(28)	5.29E-14	4.86E-11	0.001089	0.9991
C(29)	-3.07E-11	3.59E-09	-0.008543	0.9932
C(30)	7.77E-13	4.22E-11	0.018385	0.9853
C(31)	5.63E-14	4.20E-11	0.001338	0.9989
C(32)	1.79E-13	4.12E-11	0.004336	0.9965
C(33)	1.42E-13	4.37E-11	0.003256	0.9974
C(34)	1.21E-13	3.14E-11	0.003845	0.9969
C(35)	1.63E-13	1.21E-11	0.013513	0.9892
C(36)	-1.44E-13	4.72E-13	-0.306209	0.7594
C(37)	9.90E-11	2.72E-11	3.639748	0.0003
C(38)	-3.78E-13	4.25E-11	-0.008894	0.9929
C(39)	8.72E-14	3.86E-11	0.002257	0.9982
C(40)	-4.14E-10	3.28E-09	-0.126412	0.8994
C(41)	-1.46E-12	3.51E-11	-0.041730	0.9667
C(42)	9.51E-14	4.08E-11	0.002332	0.9981
C(43)	-5.96E-13	3.00E-11	-0.019875	0.9841
C(44)	-1.04E-13	2.71E-11	-0.003826	0.9969
C(45)	2.10E-14	2.32E-11	0.000902	0.9993
C(46)	5.40E-14	1.17E-11	0.004634	0.9963
C(47)	-5.25E-14	4.35E-13	-0.120701	0.9039
C(48)	9.11E-11	2.33E-11	3.907114	0.0001
C(49)	-1.76E-13	4.45E-11	-0.003962	0.9968
C(50)	-1.81E-10	3.34E-09	-0.054156	0.9568
C(51)	1.46E-14	3.39E-11	0.000430	0.9997
C(52)	-4.57E-13	3.35E-11	-0.013649	0.9891
C(53)	6.31E-14	3.15E-11	0.002005	0.9984
C(54)	1.12E-13	2.42E-11	0.004626	0.9963
C(55)	-7.97E-14	2.54E-11	-0.003139	0.9975
C(56)	1.99E-14	9.44E-12	0.002105	0.9983
C(57)	-2.84E-14	4.36E-13	-0.065272	0.9480
C(58)	8.19E-11	1.94E-11	4.215114	0.0000
C(59)	8.69E-11	2.74E-09	0.031747	0.9747
C(60)	1.45E-15	3.07E-11	4.71E-05	1.0000
C(61)	6.49E-14	3.38E-11	0.001918	0.9985
C(62)	-1.20E-12	2.87E-11	-0.041632	0.9668
C(63)	-4.25E-13	2.62E-11	-0.016188	0.9871
C(64)	6.72E-14	2.10E-11	0.003197	0.9974
C(65)	-4.86E-14	9.91E-12	-0.004906	0.9961
C(66)	-2.78E-14	3.76E-13	-0.073860	0.9411

C(67)	8.40E-07	9.91E-08	8.474662	0.0000
C(68)	5.04E-11	2.39E-09	0.021137	0.9831
C(69)	-2.93E-11	2.72E-09	-0.010756	0.9914
C(70)	-3.23E-11	2.15E-09	-0.015047	0.9880
C(71)	-2.57E-11	1.83E-09	-0.014051	0.9888
C(72)	6.20E-12	1.66E-09	0.003737	0.9970
C(73)	-1.08E-13	6.69E-10	-0.000162	0.9999
C(74)	-1.10E-11	7.11E-11	-0.155432	0.8765
C(75)	6.56E-11	1.63E-11	4.029658	0.0001
C(76)	-2.76E-13	2.98E-11	-0.009275	0.9926
C(77)	-3.54E-12	2.13E-11	-0.166046	0.8681
C(78)	5.82E-13	2.15E-11	0.027060	0.9784
C(79)	-3.02E-13	1.53E-11	-0.019671	0.9843
C(80)	1.02E-12	7.42E-12	0.138102	0.8902
C(81)	5.56E-13	2.32E-13	2.393587	0.0167
C(82)	5.56E-11	1.06E-11	5.227298	0.0000
C(83)	1.26E-13	2.30E-11	0.005457	0.9956
C(84)	2.95E-15	1.71E-11	0.000172	0.9999
C(85)	6.04E-14	1.60E-11	0.003773	0.9970
C(86)	2.95E-14	6.74E-12	0.004372	0.9965
C(87)	5.85E-14	3.04E-13	0.192534	0.8473
C(88)	4.81E-11	8.77E-12	5.492241	0.0000
C(89)	3.36E-13	1.48E-11	0.022730	0.9819
C(90)	6.06E-14	1.24E-11	0.004884	0.9961
C(91)	2.43E-14	5.29E-12	0.004590	0.9963
C(92)	3.37E-14	2.31E-13	0.145786	0.8841
C(93)	3.84E-11	6.64E-12	5.781334	0.0000
C(94)	-4.47E-14	1.35E-11	-0.003323	0.9973
C(95)	-5.45E-14	5.19E-12	-0.010511	0.9916
C(96)	2.02E-14	1.97E-13	0.102423	0.9184
C(97)	3.02E-11	4.98E-12	6.059904	0.0000
C(98)	-7.87E-14	3.69E-12	-0.021342	0.9830
C(99)	-2.57E-14	1.66E-13	-0.155487	0.8764
C(100)	5.72E-12	1.10E-12	5.196165	0.0000
C(101)	2.21E-14	7.57E-14	0.291495	0.7707
C(102)	-3.13E-13	2.40E-15	-130.4870	0.0000
C(103)	0.016664	0.006030	2.763481	0.0057
C(104)	0.017977	0.005621	3.198117	0.0014
C(105)	0.018805	0.005310	3.541725	0.0004
C(106)	0.018735	0.004785	3.915480	0.0001
C(107)	0.277819	0.008702	31.92511	0.0000
C(108)	0.018032	0.003974	4.537008	0.0000
C(109)	0.017804	0.004237	4.201852	0.0000

C(110)	0.017520	0.004122	4.250846	0.0000
C(111)	0.016806	0.004104	4.095127	0.0000
C(112)	0.014369	0.004042	3.554659	0.0004
C(113)	-4.82E-08	0.203607	-2.37E-07	1.0000
C(114)	1.12E-05	0.001680	0.006687	0.9947
C(115)	0.998493	0.000552	1810.051	0.0000
C(116)	0.998665	0.000433	2305.495	0.0000
C(117)	0.998816	0.000372	2687.342	0.0000
C(118)	0.998998	0.000304	3284.821	0.0000
C(119)	0.958581	0.002465	388.8445	0.0000
C(120)	0.999337	0.000258	3873.804	0.0000
C(121)	0.999553	0.000183	5473.380	0.0000
C(122)	0.999732	0.000165	6058.627	0.0000
C(123)	0.999979	0.000159	6281.885	0.0000
C(124)	1.000214	0.000130	7681.572	0.0000
C(125)	1.001698	9.72E-05	10307.85	0.0000
C(126)	1.001783	3.96E-05	25299.08	0.0000

t-Distribution (Degree of Freedom)

C(127)	6.763560	0.102152	66.21073	0.0000
Log likelihood	239007.9	Schwarz criterion		-183.7539
Avg. log likelihood	7.672313	Hannan-Quinn criter.		-183.9353
Akaike info criterion	-184.0384			

Equation: LS11=C(1)+C(2)\*LF11

R-squared	0.999101	Mean dependent var	0.000310
Adjusted R-squared	0.999100	S.D. dependent var	0.006067
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019744		

Equation: LS10=C(3)+C(4)\*LF10

R-squared	0.999104	Mean dependent var	0.000302
Adjusted R-squared	0.999103	S.D. dependent var	0.006077
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019843		

Equation: LS9=C(5)+C(6)\*LF9

R-squared	0.999106	Mean dependent var	0.000302
Adjusted R-squared	0.999105	S.D. dependent var	0.006084
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019944		

Equation:  $LS8=C(7)+C(8)*LF8$

R-squared	0.999103	Mean dependent var	0.000295
Adjusted R-squared	0.999102	S.D. dependent var	0.006074
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019778		

Equation:  $LS7=C(9)+C(10)*LF7$

R-squared	0.000613	Mean dependent var	0.000297
Adjusted R-squared	0.000613	S.D. dependent var	0.006082
S.E. of regression	0.006080	Sum squared resid	0.095943
Durbin-Watson stat	2.546557		

Equation:  $LS6=C(11)+C(12)*LF6$

R-squared	0.999104	Mean dependent var	0.000305
Adjusted R-squared	0.999103	S.D. dependent var	0.006077
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.020042		

Equation:  $LS5=C(13)+C(14)*LF5$

R-squared	0.999110	Mean dependent var	0.000307
Adjusted R-squared	0.999109	S.D. dependent var	0.006097
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.020144		

Equation:  $LS4=C(15)+C(16)*LF4$

R-squared	0.999113	Mean dependent var	0.000293
Adjusted R-squared	0.999113	S.D. dependent var	0.006109
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.020076		

Equation:  $LS3=C(17)+C(18)*LF3$

R-squared	0.999117	Mean dependent var	0.000295
Adjusted R-squared	0.999116	S.D. dependent var	0.006121
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019964		

Equation:  $LS2=C(19)+C(20)*LF2$

R-squared	0.999128	Mean dependent var	0.000286
Adjusted R-squared	0.999128	S.D. dependent var	0.006161
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.019984		

Equation:  $LS1=C(21)+C(22)*LF1$

R-squared	0.999138	Mean dependent var	0.000289
Adjusted R-squared	0.999138	S.D. dependent var	0.006195
S.E. of regression	0.000182	Sum squared resid	8.59E-05
Durbin-Watson stat	2.020100		

Equation:  $LS2018=C(23)+C(24)*LF2018$

R-squared	0.999140	Mean dependent var	0.000317
Adjusted R-squared	0.999140	S.D. dependent var	0.006230
S.E. of regression	0.000183	Sum squared resid	8.66E-05
Durbin-Watson stat	2.025372		

Covariance specification: Diagonal BEKK

$GARCH = M + A1*RESID(-1)*RESID(-1)*A1 + B1*GARCH(-1)*B1$

M is an indefinite matrix\*

A1 is a diagonal matrix

B1 is a diagonal matrix

Transformed Variance Coefficients

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
M(1,1)	1.08E-10	3.46E-11	3.119982	0.0018
M(1,2)	-1.80E-13	5.19E-11	-0.003471	0.9972
M(1,3)	2.30E-14	4.79E-11	0.000479	0.9996
M(1,4)	5.29E-14	4.86E-11	0.001089	0.9991
M(1,5)	-3.07E-11	3.59E-09	-0.008543	0.9932
M(1,6)	7.77E-13	4.22E-11	0.018385	0.9853
M(1,7)	5.63E-14	4.20E-11	0.001338	0.9989
M(1,8)	1.79E-13	4.12E-11	0.004336	0.9965
M(1,9)	1.42E-13	4.37E-11	0.003256	0.9974
M(1,10)	1.21E-13	3.14E-11	0.003845	0.9969
M(1,11)	1.63E-13	1.21E-11	0.013513	0.9892
M(1,12)	-1.44E-13	4.72E-13	-0.306209	0.7594
M(2,2)	9.90E-11	2.72E-11	3.639748	0.0003
M(2,3)	-3.78E-13	4.25E-11	-0.008894	0.9929
M(2,4)	8.72E-14	3.86E-11	0.002257	0.9982
M(2,5)	-4.14E-10	3.28E-09	-0.126412	0.8994
M(2,6)	-1.46E-12	3.51E-11	-0.041730	0.9667
M(2,7)	9.51E-14	4.08E-11	0.002332	0.9981
M(2,8)	-5.96E-13	3.00E-11	-0.019875	0.9841
M(2,9)	-1.04E-13	2.71E-11	-0.003826	0.9969



M(2,10)	2.10E-14	2.32E-11	0.000902	0.9993
M(2,11)	5.40E-14	1.17E-11	0.004634	0.9963
M(2,12)	-5.25E-14	4.35E-13	-0.120701	0.9039
M(3,3)	9.11E-11	2.33E-11	3.907114	0.0001
M(3,4)	-1.76E-13	4.45E-11	-0.003962	0.9968
M(3,5)	-1.81E-10	3.34E-09	-0.054156	0.9568
M(3,6)	1.46E-14	3.39E-11	0.000430	0.9997
M(3,7)	-4.57E-13	3.35E-11	-0.013649	0.9891
M(3,8)	6.31E-14	3.15E-11	0.002005	0.9984
M(3,9)	1.12E-13	2.42E-11	0.004626	0.9963
M(3,10)	-7.97E-14	2.54E-11	-0.003139	0.9975
M(3,11)	1.99E-14	9.44E-12	0.002105	0.9983
M(3,12)	-2.84E-14	4.36E-13	-0.065272	0.9480
M(4,4)	8.19E-11	1.94E-11	4.215114	0.0000
M(4,5)	8.69E-11	2.74E-09	0.031747	0.9747
M(4,6)	1.45E-15	3.07E-11	4.71E-05	1.0000
M(4,7)	6.49E-14	3.38E-11	0.001918	0.9985
M(4,8)	-1.20E-12	2.87E-11	-0.041632	0.9668
M(4,9)	-4.25E-13	2.62E-11	-0.016188	0.9871
M(4,10)	6.72E-14	2.10E-11	0.003197	0.9974
M(4,11)	-4.86E-14	9.91E-12	-0.004906	0.9961
M(4,12)	-2.78E-14	3.76E-13	-0.073860	0.9411
M(5,5)	8.40E-07	9.91E-08	8.474662	0.0000
M(5,6)	5.04E-11	2.39E-09	0.021137	0.9831
M(5,7)	-2.93E-11	2.72E-09	-0.010756	0.9914
M(5,8)	-3.23E-11	2.15E-09	-0.015047	0.9880
M(5,9)	-2.57E-11	1.83E-09	-0.014051	0.9888
M(5,10)	6.20E-12	1.66E-09	0.003737	0.9970
M(5,11)	-1.08E-13	6.69E-10	-0.000162	0.9999
M(5,12)	-1.10E-11	7.11E-11	-0.155432	0.8765
M(6,6)	6.56E-11	1.63E-11	4.029658	0.0001
M(6,7)	-2.76E-13	2.98E-11	-0.009275	0.9926
M(6,8)	-3.54E-12	2.13E-11	-0.166046	0.8681
M(6,9)	5.82E-13	2.15E-11	0.027060	0.9784
M(6,10)	-3.02E-13	1.53E-11	-0.019671	0.9843
M(6,11)	1.02E-12	7.42E-12	0.138102	0.8902
M(6,12)	5.56E-13	2.32E-13	2.393587	0.0167
M(7,7)	5.56E-11	1.06E-11	5.227298	0.0000
M(7,8)	1.26E-13	2.30E-11	0.005457	0.9956
M(7,9)	2.95E-15	1.71E-11	0.000172	0.9999
M(7,10)	6.04E-14	1.60E-11	0.003773	0.9970
M(7,11)	2.95E-14	6.74E-12	0.004372	0.9965
M(7,12)	5.85E-14	3.04E-13	0.192534	0.8473

M(8,8)	4.81E-11	8.77E-12	5.492241	0.0000
M(8,9)	3.36E-13	1.48E-11	0.022730	0.9819
M(8,10)	6.06E-14	1.24E-11	0.004884	0.9961
M(8,11)	2.43E-14	5.29E-12	0.004590	0.9963
M(8,12)	3.37E-14	2.31E-13	0.145786	0.8841
M(9,9)	3.84E-11	6.64E-12	5.781334	0.0000
M(9,10)	-4.47E-14	1.35E-11	-0.003323	0.9973
M(9,11)	-5.45E-14	5.19E-12	-0.010511	0.9916
M(9,12)	2.02E-14	1.97E-13	0.102423	0.9184
M(10,10)	3.02E-11	4.98E-12	6.059904	0.0000
M(10,11)	-7.87E-14	3.69E-12	-0.021342	0.9830
M(10,12)	-2.57E-14	1.66E-13	-0.155487	0.8764
M(11,11)	5.72E-12	1.10E-12	5.196165	0.0000
M(11,12)	2.21E-14	7.57E-14	0.291495	0.7707
M(12,12)	-3.13E-13	2.40E-15	-130.4870	0.0000
A1(1,1)	0.016664	0.006030	2.763481	0.0057
A1(2,2)	0.017977	0.005621	3.198117	0.0014
A1(3,3)	0.018805	0.005310	3.541725	0.0004
A1(4,4)	0.018735	0.004785	3.915480	0.0001
A1(5,5)	0.277819	0.008702	31.92511	0.0000
A1(6,6)	0.018032	0.003974	4.537008	0.0000
A1(7,7)	0.017804	0.004237	4.201852	0.0000
A1(8,8)	0.017520	0.004122	4.250846	0.0000
A1(9,9)	0.016806	0.004104	4.095127	0.0000
A1(10,10)	0.014369	0.004042	3.554659	0.0004
A1(11,11)	-4.82E-08	0.203607	-2.37E-07	1.0000
A1(12,12)	1.12E-05	0.001680	0.006687	0.9947
B1(1,1)	0.998493	0.000552	1810.051	0.0000
B1(2,2)	0.998665	0.000433	2305.495	0.0000
B1(3,3)	0.998816	0.000372	2687.342	0.0000
B1(4,4)	0.998998	0.000304	3284.821	0.0000
B1(5,5)	0.958581	0.002465	388.8445	0.0000
B1(6,6)	0.999337	0.000258	3873.804	0.0000
B1(7,7)	0.999553	0.000183	5473.380	0.0000
B1(8,8)	0.999732	0.000165	6058.627	0.0000
B1(9,9)	0.999979	0.000159	6281.885	0.0000
B1(10,10)	1.000214	0.000130	7681.572	0.0000
B1(11,11)	1.001698	9.72E-05	10307.85	0.0000
B1(12,12)	1.001783	3.96E-05	25299.08	0.0000

---

\* Coefficient matrix is not PSD.

## Table des matières

<b>Sommaire .....</b>	<b>i</b>
<b>TABLE DES FIGURES .....</b>	<b>ii</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTRODUCTION GÉNÉRALE.....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1: LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE-----</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>SECTION 1 : LE MARCHÉ DE CHANGE.....</b>	<b>4</b>
<b>1. Le marché de change-----</b>	<b>4</b>
<b>2. Les caractéristiques du marché des changes -----</b>	<b>7</b>
<b>3. Les intervenants sur le marché de change -----</b>	<b>8</b>
<b>4. Notions de base-----</b>	<b>9</b>
<b>5. Historique du marché de change-----</b>	<b>10</b>
<b>SECTION 2 : GÉNÉRALITÉ SUR LE RISQUE DE CHANGE .....</b>	<b>12</b>
<b>1. Risque de change -----</b>	<b>12</b>
<b>2. Typologie des risques de change -----</b>	<b>14</b>
<b>3. Les mesures de risque de change -----</b>	<b>15</b>
<b>3.1 La volatilité des cours de change.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 La VAR .....</b>	<b>16</b>
<b>4. Position de change -----</b>	<b>17</b>
<b>4.1 La position de change par devise.....</b>	<b>18</b>

4.2	La position de change par échéance .....	18
4.3	La position de change globale.....	19
<b>SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE DE CHANGE .....</b>		<b>19</b>
<i>1.</i>	<i>Couverture interne</i> .....	<i>19</i>
1.1	Ouverture d'un compte en devise .....	19
1.2	Règlement au comptant .....	20
1.3	La compensation .....	20
1.4	Choix de la monnaie de facturation .....	21
1.5	Le termaillage : .....	22
<i>2.</i>	<i>Couverture externe</i> .....	<i>23</i>
2.1	Les contrats Forward sur devises (couverture à terme).....	23
2.2	Les contrats Futures sur devises : .....	25
2.3	Les options de change .....	27
2.3.1	Caractéristiques d'une option : .....	28
2.3.2	Les stratégies optionnelles de Base .....	29
2.3.3	L'évaluation des options de change : .....	32
2.4	Les swaps.....	39
2.4.1	Swap de change : .....	39
2.4.2	La valeur de marché d'un swap de change: .....	40
2.4.3	Swap de devise :.....	41
<b>SECTION 4 : LES MODELES DE DETERMINATION DU PRIX DE CHANGE .....</b>		<b>43</b>
<i>1.</i>	<i>Modèles macroéconomiques ou fondamentaux</i> .....	<i>44</i>

2.	<i>Modèles Micro-structurels</i> : .....	45
3.	<i>Modèles empiriques</i> : .....	46
	Conclusion.....	48
	<b>CHAPITRE 2 : MODÉLISATION ET PRÉVISION DU TAUX DE CHANGE</b> ----	49
	Introduction .....	49
	<b>SECTION 1 : CONTEXTE TUNISIEN</b> .....	50
1.	<i>Régime de change</i> .....	50
2.	<i>Évolution du régime de change en Tunisie</i> : .....	51
3.	<i>Les instruments de couverture en Tunisie</i> .....	53
3.1	La facturation en monnaie nationale : .....	53
3.2	Les contrats de change à termes : .....	53
3.3	Swaps et options de change .....	54
	<b>SECTION 2 : METHODOLOGIE</b> .....	54
1.	<i>Identification du modèle</i> : .....	56
1.1	Analyse du graphique : .....	56
1.2	Étude du corrélogramme : .....	57
1.3	Tests de racine unitaire : .....	58
2.	<i>Estimation du modèle</i> .....	63
3.	<i>Validation du modèle</i> .....	67
4.	<i>Prévision</i> .....	68
	<b>SECTION 3 : CAS PRATIQUE</b> .....	73
1.	<i>Présentation de l'entreprise</i> .....	73

2.	<i>État des lieux</i>	74
3.	<i>Cadre réglementaire de la couverture contre la fluctuation du prix du baril</i>	77
	<b>SECTION 4 : COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE</b>	<b>78</b>
1.	<i>Couverture par le contrat Forward</i>	80
1.1	Description de produit	80
1.2	Hypothèses de base	80
1.3	Calcul du cours à terme	81
2.	<i>Couverture par une option</i>	83
2.1	Description de produit :	83
2.2	Hypothèses de base	84
2.3	Calcul de l'option achat	84
	<i>Conclusion</i>	93
	<b>CONCLUSION GÉNÉRALE</b>	<b>94</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>96</b>
	<b>WEBOGRAPHIE</b>	<b>99</b>
	<i>Annexes</i>	<b>100</b>
	<i>Table des matières</i>	<b>108</b>

## ***Résumé***

---

Dans ce mémoire, nous considérons le problème de la gestion du risque de change aux seins des entreprises tunisiennes. A titre d'exemple, on a pris le cas de la société tunisienne des industries de raffinage (STIR).

Pour ce faire, on a prédit le cours de change USD/TND en utilisant le modèle ARIMA (1, 1,0). Par la suite, on a élaboré un Pricer pour le Forward et pour l'option vanille de type européen. Par conséquent, on illustre la méthodologie nécessaire à la mise en place d'une stratégie de couverture adéquate au sein de la société STIR en se basant sur le ratio de couverture optimal.

Les résultats montrent qu'indépendamment des fluctuations de la parité USD/TND, la société STIR a toujours intérêt à adopter des stratégies de couverture dynamiques qui permettent de réduire le risque et de tirer profit d'une éventuelle évolution favorable du marché.

---

**Mots-clés:** *Risque de change; prévision; Pricer; Forward; option vanille; couverture; instrument, le ratio de couverture optimal*

## ***Abstract***

---

In this thesis, we consider the problem of managing exchange rate risk within Tunisian companies. As an example, the case of the Tunisian company of refining industries (STIR) was taken.

For this purpose, the USD/TND exchange rate was predicted using the ARIMA model (1, 1.0). Subsequently, a Pricer was developed for Forward and for the European vanilla option. Therefore, the methodology required to implement an appropriate hedging strategy within STIR is illustrated based on the optimal hedging ratio.

The results show that regardless of fluctuations in the USD/TND exchange rate, STIR always has an interest in adopting dynamic hedging strategies that reduce risk and take advantage of any favourable market developments.

---

**key-words:** *Currency risk; forecast; Pricer; Forward; vanilla option; hedge; instrument, the optimal hedging ratio.*