

Dédicaces

À mes parents Mohamed & Sabiha . . .

À mes belles sœurs Sourour, Sarra, Imen . . .

À tous ceux qui m'aiment et que j'aime . . .

Je dédie ce travail.

Ben Cheikh Haifa

Remerciements

A Dieu, le tout puissant, nous vous remercions infiniment pour nous avoir permis d'accomplir ce projet.

C'est avec plaisir que nous réservons ces quelques lignes en signe de gratitude et de profonde reconnaissance à tous ceux qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Nous remercions très vivement Monsieur MOKH'TAR KOUKI pour son encadrement, sa disponibilité et ses conseils judicieux qu'il n'a cessé de nous prodiguer tout au cours de ce mémoire.

Que Monsieur ZIED BOUDRIGUA trouve ici l'expression de notre gratitude pour nous avoir accueilli au sein de l'Arab Tunisian Bank.

Nous tenons aussi à exprimer toute notre gratitude envers nos enseignants de l'IFID pour les connaissances qu'ils nous ont communiquées tout au long de notre formation.

Nous saisissons cette occasion pour remercier les membres du jury tout en espérant qu'ils y trouvent les qualités de clarté et de motivation qu'ils attendent.

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : LES RISQUES DE MARCHE DANS L'ACTIVITE BANCAIRE.....	4
INTRODUCTION	4
SECTION 1 : CONCEPTS DE BASE LIES AUX RISQUES	5
SECTION 2 : MESURE DES RISQUES DE MARCHE ET CADRE REGLEMENTAIRE	11
SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE	20
CONCLUSION.....	27
CHAPITRE II : LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE	28
INTRODUCTION	28
SECTION 1 : QUANTIFICATION DU RISQUE DE CHNAGE DANS LE CADRE DE LA VAR	29
SECTION 2: MESURE DES PERTES EXTREMES ET APPLICATION DU BACKTESTING ..	41
CONCLUSION.....	52
CHAPITRE III : VALIDATION EMPIRIQUE SUR UN PORTEFEUILLE DE DEVISES	53
INTRODUCTION	53
SECTION 1 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE.....	54
SECTION 2 : PRESENTATION ET ANALYSE DES DONNEES	60
SECTION 3 : RESULTATS D'APPLICATION DE LA VAR.....	67
SECTION 4 : APPLICATION DE LA CVAR, LE BACKTESTING ET LES STRESS TESTS ...	78
CONCLUSION.....	84
CONCLUSION GENERALE	85
BIBLIOGRAPHIE	89
ANNEXES	92

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des opérations de change à terme	21
Tableau 2 : Avantages et inconvénients des opérations de swaps.....	23
Tableau 3 : Avantages et inconvénients de l'option de change.....	26
Tableau 4: Récapitulatif des avantages et limites des méthodes de calcul de la VaR.....	38
Tableau 5 : Statistiques descriptives des cours de change.....	60
Tableau 6 : Répartition par devise sur le marché interbancaire (EN TND) DES T	61
Tableau 7 : Résultats du test de normalité de Jarque Bera	64
Tableau 8 : Résultats du test des racines unitaires	66
Tableau 9 : Résultats de la VaR historique dans un horizon d'un jour (en%).....	67
Tableau 10 : Résultats de la VaR par simulation de Monte Carlo dans un horizon d'un jour (en%)....	70
Tableau 11 : Résultats du test du Log-Likelihood Ratio.....	74
Tableau 12 : Résultats de la VaR paramétrique dans un horizon d'un jour (en%)	75
Tableau 13 : Résultats de la CVaR historique dans un horizon d'un jour (en%).....	78
Tableau 14 : Résultats de la CVaR paramétrique dans un horizon d'un jour (en%).....	80
Tableau 15 : Résultats du test de Kupiec sur le portefeuille	82

Liste des figures

Figure 1. Processus de management du risque, selon ISO 31000 (2009)	8
Figure 2 : Opération de swap de change EUR contre USD.....	22
Figure 3 : Représentation graphique de la VaR.....	30
Figure 4 : Représentation graphique de la VaR Conditionnelle.....	42
Figure 5 : Représentation graphique des Stress Tests	46
Figure 6 : les Approches à la formulation des scénarios de Stress Tests	48
Figure 7 : Evolution du cours du dinars vis-à-vis de l'euro et du dollar	61
Figure 8 : Histogrammes des rendements de l'euro et du dollar	62
Figure 9 : Histogramme des rendements du portefeuille.....	63
Figure 10 : Comparaison des quantiles de la loi normale et des rendements de l'EUR et l'USD.....	63
Figure 11 : Comparaison des quantiles de la loi normale et des rendements du portefeuille.....	63
Figure 12 : Densité de la rentabilité journalière de l'euro	65
Figure 13 : Densité de la rentabilité journalière du dollar	65
Figure 14 : Densité de la rentabilité journalière du portefeuille.....	65
Figure 15 : Corrélacion entre les rendements de l'Euro et du Dollar.....	66
Figure 16 : VaR historique versus les rendements de l'EUR (en %)	68
Figure 17 : VaR historique versus les rendements de l'USD (en %)	69
Figure 18 : VaR historique versus les rendements du portefeuille (en %)	69
Figure 19 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements de l'euro (en %)	71
Figure 20 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements du dollar (en %)	71
Figure 21 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements du portefeuille (en %)	72
Figure 22 : VaR du modèle GARCH versus les rendements de l'euro (en %)	75
Figure 23 : VaR du modèle GARCH versus les rendements du dollar (en %)	76
Figure 24 : VaR du modèle VGARCH versus les rendements du portefeuille (en %)	76
Figure 25 : CVaR historique versus les rendements de l'euro (en %).....	79
Figure 26 : CVaR historique versus les rendements du dollar (en %)	79
Figure 27 : CVaR historique versus les rendements du portefeuille (en %)	79
Figure 28 : CVaR du modèle GARCH versus les rendements de l'euro (en %).....	80
Figure 29 : CVaR du modèle GARCH versus les rendements du dollar (en %).....	81
Figure 30 : CVaR du modèle VGARCH versus les rendements du portefeuille (en %).....	81
Figure 31 : Influence d'une dépréciation de la volatilité des taux de change sur la VaR.....	84
Figure 32 : Influence d'une appréciation de la volatilité des taux de change sur la VaR.....	84

INTRODUCTION GENERALE

Durant la dernière décennie, le développement des activités de marché et les pertes subies par les institutions financières ont exigé les acteurs sur le marché et notamment les gérants de portefeuille une maîtrise des risques induits par leurs activités.

Jusqu'à la fin des années 80, les outils utilisés pour la détection et la gestion des risques de marché n'étaient adaptées qu'à des produits spécifiques. Dans ce cas, il était impossible de comparer les mesures de risque entre les différentes tables d'une même salle de trading.

Suite à l'accroissement de la volatilité des marchés financiers et le développement spectaculaire des produits dérivés, des crises financière sont survenues à cause de l'inadéquation des approches classiques de mesure de risque. Rappelons à titre d'exemple le crash boursier d'octobre 1987. A ce stade, nous pouvons nous demander s'il existe vraiment une meilleure quantification des risques financiers, à partir d'outils adéquats de contrôle interne, qui sont en mesure d'assurer la qualité du processus de mesure, de suivi, et de gestion des risques.

En 1995, les représentants des banques centrales de dix grandes économies de l'Occident se sont réunis en comité à la Banque des règlements à Bâle, afin de proposer de nouvelles règles (amendant l'accord de Bâle 1988), imposant aux établissements financiers un niveau de fonds propres proportionnel aux risques résultant de leurs engagements. Officiellement adoptée en 1996, cette proposition a incité les banques à développer un nouveau système interne sophistiqué, de modélisation des risques, à savoir la Value at Risk (VaR).

Les différentes études portant sur cette technique ont permis de mettre en évidence l'importance cruciale du choix de la méthodologie VaR en matière de mesure et de gestion des risques. Néanmoins, de nombreuses questions peuvent être posées à ce sujet : La Valeur à Risque suffit-elle à calculer les exigences en matière de réserves de capital de manière efficace? Cette mesure convient-elle aux portefeuilles de change?

Dans la littérature, les recherches antérieures ne semblent pas s'entendre unanimement sur des réponses à ces questions. Dans ce contexte, les principaux opposants à cette mesure de risque ont présenté différentes alternatives. Ainsi, la moyenne des pertes excédant la VaR, souvent nommée la valeur à risque conditionnelle (CVaR), est celle qui prend de plus en plus d'importance. A ce sujet, la réglementation Bâloise introduit la notion des Stress Tests et la VaR stressée (Stressed VaR) afin de quantifier les pertes extrêmes au-delà de la VaR. Ces mesures de risque ont-elles davantage d'avenir au sein des marchés financiers de plus en plus complexes et volatils ?

Afin de participer à un domaine auquel nous donnons de plus en plus d'importance dans le monde financier, soit la gestion des risques, notamment le risque de change, le présent mémoire prend le temps de s'attarder sur la performance de certaines méthodologies utilisées afin d'évaluer le concept de la VaR, la CVaR et les Stress Tests.

Pour atteindre cet objectif, nous commençons dans un premier chapitre par un rappel sur les concepts de bases liés aux risques. Nous présentons ensuite quelques approches classiques de mesure de risque ainsi que le cadre réglementaire accordé aux risques de marché. Afin de se prémunir contre le risque de change, qui représente un facteur déterminant des risques de marché, nous présentons les différents instruments de couverture nécessaires.

Dans le deuxième chapitre, nous définissons le concept de la VaR. Nous exposons, par la suite, ses différentes méthodes de calcul. Enfin, nous déterminons ces portées et ces limites.

Le troisième chapitre est consacré à définir le concept de la valeur à risque conditionnelle (CVaR), les Stress Tests et les valeurs à risques stressées (Stressed VaR) afin de quantifier les pertes extrêmes qui ne sont pas mesurées par la VaR.

Dans le dernier chapitre, nous présentons une étude empirique qui sert à modéliser le risque de change sur les rendements de portefeuille du marché interbancaire tunisien.

Pour ce faire, nous allons effectuer dans une première section une étude exploratoire qui sert à présenter le portefeuille composé des deux devises à savoir l'euro et le dollar en vue d'étudier la distribution des rendements.

Nous allons dans une deuxième section procéder au calcul de la VaR selon la méthode historique, par simulation de Monte Carlo ainsi que la méthode de variances-covariances par l'estimation de la VaR dynamique, par le biais du modèle GARCH et VGARCH, sous la loi

normale. En outre, nous procédons au calcul d'une mesure de risque extrême qui prend en compte l'étendu des pertes au-delà de la VaR, à savoir la VaR conditionnelle.

En vue de tester la performance du modèle VaR et de vérifier ses résultats avec les faits réels, nous présenterons le programme du Backtesting. Finalement, nous aborderons la dernière partie par une présentation des scénarii de Stress Tests afin de mesurer les pertes extrêmes qui dépassent la VaR.

CHAPITRE I : LES RISQUES DE MARCHE

DANS L'ACTIVITE BANCAIRE

INTRODUCTION

L'activité de la banque la confronte à une variété de risques qui nécessitent une gestion régulière. En effet, l'évolution des marchés financiers au cours de ces dernières années, ainsi que les crises économiques qui se sont déclenchées tout au long de l'histoire ont engendré une exposition plus importante aux risques, pouvant mettre en péril la stabilité et la solvabilité du système bancaire.

Ces facteurs ont engendré une évolution considérable au profil des risques. Ces derniers ont poussé les autorités en charge de la régulation bancaire internationale à étudier et analyser ces risques afin d'obtenir des outils de mesure, de contrôle, et de gestion qui leur permettront de faire face aux différents risques auxquels les établissements bancaires sont exposés, notamment les risques de marché.

Dans ce premier chapitre, nous nous intéressons à définir en première section les concepts de bases liés aux risques. En deuxième section, nous déterminerons les définitions et les composantes concernant les risques des marchés. En outre, nous présenterons l'évolution des techniques en matière de gestion des risques de marché ainsi que l'évolution des règles prudentielles, aussi bien au niveau international qu'au niveau national. Et en troisième section, nous présenterons les différents instruments de couverture contre le risque de change, afin d'y faire face.

SECTION 1 : CONCEPTS DE BASE LIES AUX RISQUES

Suite à la libéralisation de la sphère financière et des innovations entamées dans les années 80, l'activité bancaire est devenue de plus en plus sensible aux risques qui lui sont inhérents et aux pertes résultantes. Face à cette situation, une gestion plus fine et une estimation plus exhaustive des risques bancaires devient nécessaire.

Dans ce contexte, la notion de Risk Management devient une activité fondamentale dans l'organisation bancaire. C'est ainsi que la gestion du risque devient un facteur déterminant de toute prise de décision. Par conséquent, le risque apparaît comme l'un des défis actuels des dirigeants qui cherchent à le définir et à mesurer afin de pouvoir le gérer.

1.1. Définition du risque

La notion du risque est définie par de nombreuses normes aussi bien au niveau national qu'au niveau international. Selon la norme ISO 31000¹ (2009), le risque est défini comme l'effet de l'incertitude sur l'atteinte des objectifs.

Markowitz (1952), Kerzner (2009) et Apatachioae (2015) considèrent le risque comme une mesure pour quantifier une incertitude et/ou la perte associée à un événement incertain. Ce concept est souvent adopté dans le domaine des finances, des assurances et du management.

Selon Aubert et al. (2004), le risque est considéré comme l'occurrence ou le changement d'une situation particulière. Il est caractérisé par la probabilité d'un événement et de l'impact de cet événement. Cette approche est introduite dans ISO GUIDE 73 (2009).

Selon Ray (2010), le risque se caractérise fondamentalement par quatre éléments :

- Le danger : Le risque est consécutif à la présence d'un danger. Par conséquent, l'identification des risques passera obligatoirement par l'identification des dangers.
- La cible menacée : Il s'agit de l'élément qui va être touché par le danger en cas de la survenance de ce dernier. Dans ce cas, un danger identifié ne pouvant atteindre aucune cible ne représente aucun risque.

¹ La norme ISO 31000 (International Organization for Standardization) est destinée à répondre aux besoins des organismes de tous types et toutes dimensions.

- L'estimation de la menace : Elle représente les conséquences de la réalisation du risque sur l'organisation. Deux principales caractéristiques nous permettent d'avoir une mesure de risque à savoir : la probabilité de survenance qui présente la fréquence d'exposition de la cible au risque et la gravité qui mesure les conséquences que peut avoir le danger sur la cible. Ces deux grandeurs peuvent nous donner une évaluation quantitative du risque.
- Les dispositions prises pour contrôler la menace : Il s'agit de l'ensemble des mesures de prévention et de protection que la gestion des risques mettra en place pour réduire la probabilité de survenance et l'impact de risque.

Dans le secteur financier, plus particulièrement le système bancaire, le risque est associé à la probabilité d'une perte. En d'autres termes, il est défini comme un état pour lequel il y'a une possibilité d'une variation contraire par rapport à un objectif attendu ou souhaité d'un individu ou une organisation (Aubert et al., 2004). Concernant l'activité bancaire, le risque se produit dans toutes les opérations de transactions ou décisions qui impliquent une certaine incertitude sur le résultat.

1.2. Caractéristiques d'un risque

D'après la norme ISO/GUIDE 73 (2009), « Un risque est souvent exprimé en termes de combinaison des conséquences d'un événement (incluant des changements de circonstances) et de sa vraisemblance ».

Par conséquent, le risque est caractérisé par la relation entre la vraisemblance (généralement appelée la probabilité d'occurrence d'un événement) et ses conséquences (impact). Ainsi, la combinaison de ces deux facteurs permet de définir le concept de criticité, à partir duquel on peut définir les limites pour lesquelles un risque est considéré comme acceptable ou non. La criticité est calculée par le produit des mesures des probabilités de survenance et les conséquences d'un événement.

1.2.1. Vraisemblance

La vraisemblance, généralement appelée probabilité de survenance d'un événement, exprime la possibilité de survenance du risque, autrement dit la potentialité que l'accident se produise. Elle présente la probabilité qu'un risque survienne compte tenu des contrôles mis en place.

D'après la norme ISO/GUIDE 73 (2009), « Dans la terminologie du management du risque, le mot Vraisemblance est utilisé pour indiquer la possibilité que quelque chose se produise, que cette possibilité soit définie, mesurée ou déterminée de façon objective ou subjective, qualitative ou quantitative, et qu'elle soit décrite au moyen de termes généraux ou mathématiques telle une probabilité ou une fréquence sur une période donnée ».

En vue de réduire la probabilité d'occurrence d'un événement à un niveau acceptable, chaque responsable hiérarchique doit déterminer la méthode à adopter suivant le risque, qui peut être quantitative (basée sur des méthodologies statistiques) ou plus intuitive (par exemple un jugement d'expert se basant sur l'expérience).

1.2.2. Conséquences (Impact)

Les conséquences d'apparition d'un événement constituent une mesure qui détermine l'importance des perturbations occasionnées par l'occurrence du risque. Elles peuvent être des conséquences directes et indirectes relatives à la survenance d'un événement redouté. En d'autres termes, ce facteur présente le résultat de la quantification du risque en termes d'impact sur une cible. Ce dernier présente le deuxième paramètre caractérisant le risque en termes de dommage ou de préjudice.

Dans ce contexte, Aubert et al. (2004) définissent l'impact comme étant l'effet d'un événement sur un objectif de l'unité d'analyse ou sur une entité supportant le risque.

L'ampleur prise le risque dans le système financier ainsi que l'importance des éléments qui le constituent, ont obligé les entrepreneurs à chercher des moyens de gestion efficaces afin d'optimiser le rendement des organisations. C'est dans ce contexte que le Risk Management est apparu et a été intégré dans l'ensemble des processus de gestion au sein d'une organisation comme un outil de gestion et de maîtrise des risques.

1.3. Le Risk management

1.3.1. Définition

D'après la norme COSO II, « le management des risques est un processus mis en œuvre par le Conseil d'Administration, la Direction Générale, le management et l'ensemble des collaborateurs de l'organisation. Il est pris en compte dans l'élaboration de la stratégie ainsi que dans toutes les activités de l'organisation. Il est conçu pour identifier les événements

potentiels susceptibles d'affecter l'organisation et pour gérer les risques. Il vise à fournir une assurance raisonnable quant à l'atteinte des objectifs de l'organisation ».

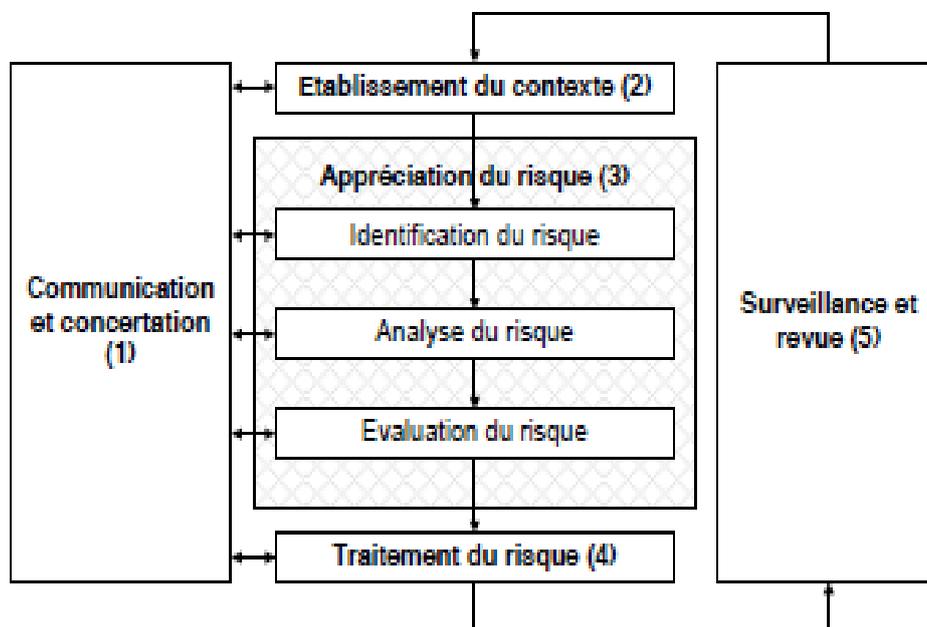
En se référant à la norme ISO 31000 (2009), ce concept est défini comme étant un ensemble d'activités coordonnées dont l'objectif est de diriger et piloter un organisme par rapport au risque.

1.3.2. Processus de management du risque

Afin d'avoir une vision aussi bien détaillée que globale de l'exposition de l'organisation aux risques et de les traiter dans le cadre de son appétence pour les risques, la norme ISO 31000 (2009) a structuré un processus de management des risques en cinq phases : la communication et la concertation, l'établissement du contexte, l'appréciation du risque, le traitement du risque et les activités de surveillance et revue.

L'interaction de ces phases est représentée dans la figure ci-dessous.

Figure 1. Processus de management du risque, selon ISO 31000 (2009)



○ Communication et concertation

L'élaboration des plans de communication et de concertation est une étape nécessaire pour le bon déroulement du processus de management des risques. Ces plans doivent traiter des

questions relatives au risque lui-même, à ses causes, à ses conséquences et aux mesures prises pour le traiter.

- **Établissement du contexte**

Cette phase permet à tout organisme de définir ses objectifs. En effet, ce dernier cherche à déterminer le domaine d'application et les critères de risque pour la suite du processus. Par ailleurs, chaque organisme s'intéresse à déterminer les éléments internes et externes à prendre en compte dans le management des risques.

- **Appréciation du risque**

L'appréciation du risque présente un processus global d'identification, d'analyse et d'évaluation du risque. En effet, cette phase vise en premier lieu l'identification des événements indésirables potentiels. En second lieu, elle s'intéresse à étudier ces événements en vue d'obtenir des données qualitatives et quantitatives permettant leur estimation et leur priorisation pour faciliter la mise en œuvre des actions de gestion.

- Identification du risque

Cette étape consiste à dresser une liste exhaustive des risques, basée sur les événements qui peuvent affecter l'atteinte des objectifs prévus. Vu que le risque non identifié sera difficile à intégrer à une analyse ultérieure, il est nécessaire à ce stade de procéder à une identification étendue aux scénarios des causes et des effets possibles. Dans ce cadre, il est essentiel de s'appuyer sur des outils et des techniques d'identification des risques adaptés aux attentes et aux aptitudes de l'organisme pour aboutir à une bonne efficacité.

- Analyse du risque

Cette étape s'intéresse aux causes et sources de risque, à leurs conséquences et leur vraisemblance d'apparition. Par ailleurs, l'analyse du risque permet de fournir des données pour évaluer les risques, décider de les gérer et choisir les stratégies et les méthodes de traitement les plus appropriées.

- Évaluation du risque

Sur la base des résultats de l'analyse du risque, le but de l'évaluation du risque est d'aider les décideurs à déterminer les risques nécessitant un traitement et la priorité dans la mise en

œuvre des traitements. Elle nécessite la disposition d'une base de référence de situations connues ou des résultats d'une consultation d'experts visant à définir ces situations références.

○ **Traitement du risque**

Cette phase implique le choix et la mise en œuvre d'une ou de plusieurs options de modification des risques qui peuvent inclure :

- l'élimination de la source de risque par modification du contexte,
- une modification de la vraisemblance et des conséquences du risque,
- un partage du risque avec une autre ou d'autres parties,
- le maintien du risque fondé sur un choix argumenté.

Le choix de l'option de traitement du risque la plus adéquate consiste à comparer les coûts et les efforts de mise en œuvre par rapport aux avantages obtenus. Dans ce contexte, il est important d'identifier clairement l'ordre des priorités de mise en œuvre des traitements individuels du risque, en se référant à un plan de traitement approprié.

○ **Surveillance et revue**

La surveillance et revue consiste à établir un contrôle périodique ou ponctuel du risque. Il est nécessaire que cette phase s'applique à tous les aspects du processus du management des risques afin d'obtenir des informations supplémentaires pour améliorer l'appréciation du risque. De plus, elle permet d'analyser et de tirer les leçons des succès et des échecs. En outre, elle aide à la détection des changements de contexte interne et externe et d'identifier les risques émergents.

SECTION 2 : MESURE DES RISQUES DE MARCHÉ ET CADRE REGLEMENTAIRE

2. 1. Définition et composantes des risques de marché

2.1.1. Définition

D'après le comité de Bâle sur le Contrôle Bancaire (2006), les risques de marché sont définis comme risques de pertes sur des positions de bilan et de hors bilan à la suite de variations des prix du marché. Ils recouvrent :

- les risques relatifs aux instruments liés aux taux d'intérêt et titres de propriété du portefeuille de négociation ;
- le risque de change et le risque sur produits de base encourus pour l'ensemble de la banque.

2.1.2. Composantes des risques de marché

Nous distinguons généralement quatre catégories de risques de marché à savoir le risque de taux d'intérêt, le risque change, le risque de positions sur titres de propriété et le risque sur produits de base (Comité de Bâle sur le Contrôle Bancaire, 2006).

○ Risque de taux d'intérêt

Le risque de taux est le risque de voir la rentabilité de l'établissement se dégrader par une évolution défavorable des taux d'intérêt. Selon le CRBF² Français (1997), ce type de risque est défini comme « le risque encouru en cas de variation des taux d'intérêt du fait de l'ensemble des opérations de bilan et de hors bilan, à l'exception le cas échéant des opérations soumises aux risques de marché ».

² Comité de la réglementation bancaire et financière

- **Risque de positions sur titres de propriété**

Ce risque est propre à la volatilité des indices de type actions (CAC40, S&P500, Nikkei, etc..). Il dépend donc de l'aversion des agents sur les marchés financiers et peut varier selon la période considérée.

- **Risque de change**

Le risque de change est le risque de pertes liées aux fluctuations des taux de change. Il concerne les créances et dettes libellées en devises, et réside dans le risque de variation du prix des devises par rapport à la monnaie nationale. Ainsi, toute fluctuation défavorable des taux de change se répercutera négativement sur les flux futurs espérés par la banque dans le cadre de son activité financière exercée sur les devises.

Nous rappelons, à ce niveau, que ce mémoire s'intéresse au risque de change pour la banque, et nous allons le quantifier en utilisant des méthodes de mesures prudentielles incitées dans le deuxième chapitre.

- **Risque sur produits de base**

Ce type de risque résulte des fluctuations des valeurs des produits de base. Autrement dit, il découle de la volatilité des prix des produits agricoles, des ressources énergétiques (le pétrole) et des métaux (or, argent, zinc, etc.).

Face à cette multitude de risques, les banques sont obligées d'établir une bonne stratégie de gestion des risques afin de garantir leur continuité et leur stabilité.

2. 2. Approches classiques de mesure des risques de marché

Les mesures des risques de marché n'ont cessé d'évoluer depuis une cinquantaine d'années. Il serait donc intéressant de présenter l'évolution globale des différentes méthodes de mesure des risques de marché avant l'introduction du concept de Value at Risk (VaR) par les Comités de Bâle en 1996.

Parmi les méthodes d'évaluation des risques de marché les plus connues, nous citons le concept de la « théorie de portefeuille ». Celle-ci est apparue en 1952 par Harry Markowitz qui a publié un article concernant la diversification d'un portefeuille dans lequel il a utilisé les

concepts des rendements moyens, variance et covariance pour construire une frontière efficiente. Nous pouvons trouver sur cette frontière plusieurs portefeuilles qui permettent de maximiser le revenu pour un niveau de risque donné ou bien de minimiser le risque pour un niveau de revenu désiré. L'investisseur doit donc faire un compromis entre le risque et le rendement tout en prenant en compte sa fonction d'utilité.

Durant cette période, le risque d'un portefeuille efficient était mesuré par l'écart-type. Cette mesure notée « σ » et appelée également volatilité, constitue une mesure des risques. Markowitz a utilisé cette mesure en raison de ses propriétés statistiques qui permettent d'exprimer la variance d'un portefeuille σ_p^2 à partir des variances individuelles σ_i^2 des N actifs le composant :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{j=1, j \neq i}^N \omega_i \omega_j \sigma_i \sigma_j \varphi_{(i,j)}$$

Tel que $\left\{ \begin{array}{l} \sigma_i^2 = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r - \bar{r}(t))^2 \quad \text{dans le cas discret} \\ \sigma_i^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} (r - \bar{r}(t))^2 f_r(r) dr \quad \text{dans le cas continu} \end{array} \right.$

$\varphi_{(i,j)}$ ³ est le coefficient de corrélation entre les rendements des actifs A_i et A_j et ω_i est le poids de l'actifs A_i .

Selon Roy (1952), les investisseurs préféraient la sécurité du principal (d'où le concept « Safety First ») et donc minimiser le risque de baisse plutôt qu'un rendement très élevé, étant sujet à plus de risque. Dans sa théorie, Roy a avancé qu'il est important de fixer un seuil en dessous duquel l'investisseur ne veut pas aller et ce dernier va choisir le portefeuille comportant la plus faible probabilité de se trouver en dessous de ce seuil.

En 1959, Markowitz a intégré le concept mis au point par Roy du fait que les investisseurs sont très attentifs à la pertinence du risque de baisse. Il a suggéré, d'autre part, à l'usage de la semi-variance, comme mesure des risques la plus proche de la réalité financière : « Since an investor worries about underperformance rather than over performance, semi-deviation is a more appropriate measure of investor's risk than variance », Markowitz.

³ $\varphi_{(i,j)} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T \frac{1}{\sigma_i \sigma_j} (r_i - \bar{r}_i) (r_j - \bar{r}_j)$

Racicot et al. (2006) ont affirmé que la théorie de Markowitz a montré certaines limites. En effet, en supposant que le nombre des actifs dans le portefeuille est N , le modèle de Markowitz repose sur l'estimation de N variances et de $(N^2 - N)/2$ covariances. Supposant ainsi que le portefeuille contient beaucoup d'actifs, l'estimation des variances et covariances devient très compliquée, surtout en l'absence d'un ordinateur performant.

Dans le courant des années 60, Sharpe a proposé le modèle d'évaluation des actifs financiers, soit le MEDAF ou Capital Asset Pricing Model (CAPM). Ce modèle a permis de définir une mesure des risques de marché et a défini le lien entre les risques de marché et la rentabilité attendue par l'investisseur. D'après Sharpe (1964), le modèle CAPM repose sur la formule suivante :

$$E(r_i) = r_f + \beta_i (E(r_m) - r_f)$$

où $E(r_i)$ est l'espérance du rendement de l'actif i , r_f représente l'actif sans risque et $E(r_m)$ est l'espérance du rendement du marché. Le β_i est la mesure du risque de marché de l'actif i . D'un point de vue statistique, il est défini comme le rapport entre la covariance d'un actif i avec le marché et la variance du portefeuille de marché.

Au milieu des années 70, Ross (1976) a développé un autre modèle du risque dénommé « l'Asset Pricing Theory » (ou APT). Il s'agit d'un modèle basé sur l'absence d'opportunité d'arbitrage et reconnaît le risque comme étant un phénomène multidimensionnel qui peut s'expliquer par plusieurs facteurs. Le modèle APT est donc un modèle multifactoriel où le risque de marché est décomposé en plusieurs sources de risques. La formule développée par Ross (1976) est la suivante:

$$R_i = \alpha_i + \beta_{1i} F_1 + \beta_{2i} F_2 + \dots + \beta_{ki} F_k + \varepsilon_i$$

Où R_i représente le rendement du titre, β_{ki} est la sensibilité du titre i aux différents facteurs F_k qui représentent les facteurs communs agissant sur la rentabilité de tous les titres et le ε_i représente le terme d'erreur.

En 1996, Fama et French ont développé un autre modèle pour mesurer le risque de marché. Ce modèle contient trois facteurs : le rendement d'un indice de référence, le rendement supplémentaire d'un portefeuille contenant des actions de petites capitalisations par rapport à un portefeuille composé d'actions venant de grosses capitalisations et le rendement

supplémentaire d'un portefeuille contenant des actions de valeur par rapport à un portefeuille composé d'actions de croissance.

La formule développée par Fama et French, (1996) est la suivante :

$$E(r_i) - r_f = \beta_{im} (E(r_m) - r_f) + \beta_{is} E(\text{SMB}) + \beta_{ih} E(\text{HML})$$

Où r_i représente le rendement de l'actif i et r_f le rendement d'un actif sans risque. Le terme $[E(r_m) - r_f]$ représente la prime de risque du marché, SMB est la différence entre les rendements d'actifs à faible capitalisation boursière et ceux à grande capitalisation et HML est la différence entre le rendement des actifs de valeur et le rendement d'actifs de croissance. Enfin, les bêtas sont les facteurs de sensibilité du rendement d'un actif i à ces différentes variables.

Toutes les méthodes d'évaluation des risques de marché développées ci-dessus sont appelées, d'après Markowitz, des mesures rendement-risque. Cependant, ces mesures ne permettent d'associer ni une probabilité à chacun de ces événements, ni une probabilité conjointe à la réalisation simultanée des deux événements.

Par conséquent, pour faire face au risque de marché, les autorités de contrôle bancaire et les autorités de marché interviennent pour prendre un certain nombre de décisions pour réguler ces marchés et faire introduire une nouvelle mesure des risques de marché.

2. 3. Réglementation bancaire accordée aux risques de marché

Face aux nombreux risques auxquels les banques sont exposées, une gestion rigoureuse des risques bancaires s'avère nécessaire afin de préserver la stabilité du système bancaire et financier. De ce fait, les banques ont été incitées à se conformer à un cadre réglementaire et prudentiel pour l'identification et la maîtrise des risques liés à leurs activités.

2.3.1. Cadre prudentiel international

Suite à un incident survenu lors de la liquidation de la banque allemande Herstatt, qui eut un effet domino sur d'autres banques, les autorités de surveillance prudentielle ont formé en 1974 le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire afin d'améliorer la stabilité du système bancaire international.

○ L'accord de Bâle I

L'accord de Bâle I en 1988 a été la première tentative ayant pour principal objectif de favoriser un système bancaire prudent et de renforcer la sécurité et la fiabilité du système financier en exigeant une réglementation sur les fonds propres détenus par les banques.

Cet accord est la garantie d'une certaine solvabilité des établissements de crédit. Pour ce faire, le Comité de Bâle a introduit le ratio de Cooke⁴, également appelé ratio de solvabilité international. Ce ratio définit le montant des fonds propres minimum que doit posséder une banque en fonction du risque pour se couvrir contre les risques de crédit. Il exige un niveau de fonds propres proportionnel au risque de crédit auquel la banque est exposée.

$$\text{Ratio Cooke} = \frac{\text{Total des fonds propres}}{\text{Risque de crédit}} \geq 8 \%$$

Cet accord exige que les banques détiennent des fonds propres égaux au moins à 8% de leurs actifs pondérés aux risques. Cependant, les pondérations retenues pour le calcul du ratio de Cooke ne permettent pas une évaluation correcte des risques. Par ailleurs, les années 1990 ont vu l'émergence d'un phénomène nouveau, à savoir l'explosion du marché des produits dérivés et donc des risques hors-bilan. Ceux-ci furent traités, en 1996, une première réforme de Bâle I suite à un amendement de l'accord de Bâle I imposant la prise en compte des risques de marché (risque de taux, risque de change, risque sur matières premières) et des risques liés aux flux des postes du hors bilan et des produits dérivés.

Pour corriger le défaut de ratio Cooke qui ne couvre pas tous les risques requis par la banque, le comité de Bâle a proposé une nouvelle pondération qui repose sur une appréciation plus fine des risques. Le nouveau comité de Bâle, élaboré en 2004 et mis en vigueur en 2006, intègre le nouveau ratio de Mc Donough qui prend en compte les autres aspects de risques (les risques de marché et les risques opérationnels).

○ L'accord de Bâle II

Le nouvel accord de Bâle s'appuie sur trois piliers devant contribuer à la sécurité et à la solidité du système financier : l'exigence minimale des fonds propres, la surveillance des marchés et la discipline de marché.

⁴ Du nom de Peter Cooke, de la banque d'Angleterre

– Pilier I : l'exigence minimale des fonds propres

Les accords de Bâle II définissent un nouveau ratio dit ratio «Mc Donough» qui remplace le ratio Cooke. Ainsi, l'exigence de fonds propres réglementaire ou ratio de Mc Donough se définit par la formule suivante :

$$\text{Ratio Mc Donough} = \frac{\text{Total des fonds propres}}{\text{risques de crédits} + \text{risques opérationnels} + \text{risques de marché}} \geq 8\%$$

– Pilier II : Processus de surveillance prudentielle

Le deuxième pilier de Bâle II porte sur le processus de surveillance prudentielle. Son objectif consiste, d'une part, à inciter les banques à développer des techniques de gestion de leurs risques et de leur niveau de fonds propres et, d'autre part, de permettre aux autorités de régulation de majorer les exigences de capital réglementaire, en cas de nécessité.

– Pilier III : La discipline de marché

Ce pilier consiste à améliorer des règles en matière d'information publiée sur les actifs, les risques et leur gestion. Son objectif est donc de renforcer le rôle des marchés pour inciter les établissements financiers à conduire leur activité d'une façon sûre, saine et efficace.

○ **Approches de gestion des risques de marché dans le cadre de Bâle II**

L'accord de Bâle II recommande aux banques, quand à la mesure des risques, deux approches différentes : l'approche standard et l'approche interne.

– L'approche standard

La méthode standard permet de calculer le risque spécifique à chaque composante des risques de marché en se référant principalement à des pondérations simples. Cependant, les résultats qui en découlent ne sont pas assez performants. En effet, cette approche ne permet pas d'intégrer les événements anormaux récents survenus sur le marché ainsi que la non prise en compte des corrélations qui existent entre les différents paramètres de marché.

– L'approche interne

Cette approche permet de mesurer les risques de marché en se référant à un système de gestion interne développé par la banque qui permet d'analyser, de quantifier et de traiter les risques. L'utilisation de cette approche dépend de l'approbation explicite de l'autorité de contrôle de la banque. Elle permet aux banques de prendre les mesures du risque obtenues à partir de leurs propres modèles de gestion interne des risques.

Le comité de Bâle II propose aux banques, à part la méthode standard, une approche interne qui se base sur le concept de la Value at Risk, notée VaR, en leur donnant la liberté de développer le modèle qui leur convient (VaR historique, Simulation Monte Carlo...) tout en respectant quelques critères qualitatifs et quantitatifs.

a. Critères qualitatifs

Selon le comité de Bâle sur le contrôle bancaire (2006), les principaux critères qualitatifs sont les suivants :

- La banque doit disposer d'une unité indépendante de contrôle des risques, responsable de la configuration et de l'exploitation du système de gestion des risques.
- Le Conseil d'Administration et la Direction Générale doivent être activement associés au processus de contrôle des risques et le considérer comme un aspect essentiel de l'activité de l'établissement, auquel il convient de consacrer des ressources importantes.
- Les modèles internes de mesure des risques de la banque doivent être étroitement intégrés à la gestion journalière de ces risques.
- Un programme rigoureux de simulations de crise, effectuées à intervalles réguliers, doit compléter l'analyse des risques fondée sur les résultats quotidiens des modèles internes, qui doivent être examinés périodiquement par la Direction Générale.

b. Critères quantitatifs

Les principaux critères qualitatifs sont les suivants :

- la VaR doit être calculée sur la base journalière.
- la période d'observation pour le calcul doit être minimum d'un an.

- les bases de données de la banque doivent être mises à jour constamment.
- un niveau de confiance égal à 99%.

2.3.2. Le cadre prudentiel national

Les changements qu'a subis le métier de banquier à l'échelle internationale sous l'effet de la globalisation financière ont affectés le système bancaire tunisien. De ce fait, la réglementation prudentielle instaurée par les circulaires de la BCT a été inspirée des accords de Bâle. Mais force est de constater que celle-ci reste en retard par rapport à la réglementation internationale.

D'après la circulaire aux établissements de crédits N°2006-19 du 28 Novembre 2006, la BCT instaure un cadre réglementaire national inspiré des accords de Bâle. La réglementation bancaire accordée aux risques de marché est résumée dans les grandes lignes suivantes :

- la nécessité de mise en place des systèmes de contrôle par les établissements de crédit et les banques non résidentes afin d'avoir une surveillance régulière des risques de marché et une évaluation prudente et fiable. En effet, ces systèmes doivent permettre un enregistrement quotidien des opérations sur le marché et de mesurer, selon la même périodicité, les risques résultant de ces positions et de vérifier l'adéquation des fonds.
- l'obligation envers les établissements de crédit et les banques non résidentes de donner une mesure globale du risque qui privilégie une approche fondée sur la notion de perte potentielle maximale, lorsque le volume de l'activité le nécessite ;
- la nécessité de procéder de façon régulière à des simulations de crises par les établissements de crédit et les banques non résidentes afin d'évaluer les risques qu'elles encourent en cas de fortes variations des paramètres d'un marché ou d'un segment de marché ainsi que l'adéquation de ses fonds propres au regard de ses activités de marché ;
- la révision régulière des modèles d'analyse retenus pour ces évaluations pour apprécier la validité et la pertinence au regard de l'évolution de l'activité, de l'environnement des marchés et des techniques d'analyse. Les résultats des mesures du risque de marché sont communiqués au Conseil d'Administration ou au Conseil de Surveillance afin d'apprécier les risques de l'établissement de crédit ou de la banque non résidente notamment par rapport à ses fonds propres et ses résultats.

SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE

À la fin du dernier siècle, et suite au renforcement de la libéralisation des opérations du marché des changes, une meilleure gestion du risque de change est devenue une nécessité pour les banques.

Dans cette section, nous essayons de dessiner l'image d'un management orienté pour une couverture optimale contre le risque de change. Pour ce faire, nous mettons l'accent sur les différentes techniques de couverture pour faire face contre ce type de risque.

D'après la Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 2001-11 relative au marché des changes et instruments de couverture des risques de change et de taux, il a été décidé d'étendre la possibilité d'utilisation de la couverture de change à terme aux opérations financières et d'instituer la possibilité de réaliser les opérations de swaps devises/dinars et les options de change devises/dinars.

3.1. Les opérations de change à terme

3.1.1. Définition

La couverture à terme est une technique qui s'effectue à travers des opérations de change à terme. D'après la Norme comptable relative aux opérations en devises dans les établissements bancaires NC 23, les opérations de change à terme se traduisent ainsi par « un engagement d'acheter ou de vendre une certaine quantité de devises, à un cours déterminé, à une date future donnée ».

Cette méthode est une solution destinée à réduire le risque de change en fixant dès la conclusion de l'opération un cours de change appelé cours à terme pour une transaction future quelles que soient les fluctuations des taux de change. Elle est liée à une transaction commerciale.

3.1.2. Les types d'opérations à terme

Deux opérations de change à terme sont possibles : l'achat à terme désigné à couvrir les importations et la vente à terme pour couvrir les exportations.

En vue de se couvrir contre le risque de change lié à la dépréciation éventuelle de la devise, l'exportateur a intérêt à vendre à terme à sa banque le montant de sa créance. Il fixe ainsi de façon précise le montant de monnaie nationale qu'il recevra à l'échéance. De même, l'importateur achète à terme les devises correspondant au montant de sa dette en vue de se couvrir contre le risque de change lié à l'appréciation éventuelle de la devise. Ce dernier doit fixer dès la conclusion du contrat d'achat à terme le cours de change qui sera appliqué lors de l'achat de devises (J.L. Amelon et al. ,2010).

3.1.3. Avantages et inconvénients

Les avantages et les inconvénients des opérations de change à terme sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Avantages et inconvénients des opérations de change à terme

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Cours garanti et connu lors de la couverture • Simple et souple d'utilisation (échéances sur mesure, couverture possible pour de nombreuses monnaies...), coût faible • Pas de montant minimum • L'exportateur bénéficie du report et l'importateur du déport • Possibilité de prorogation du terme 	<ul style="list-style-type: none"> • En raison du caractère irrévocable de l'engagement, la technique est peu adaptée à la couverture de risque aléatoire ou potentiel • Cours garanti non négociable • Ne peut être annulée que par une opération de sens inverse • Ne permet pas de profiter d'une évolution favorable des cours de la devise

Source : Amelon et al. (2010)

3.2. Les opérations de swaps devises/dinars

Un swap est une opération d'échange de flux futurs portant sur un montant et une durée définie à l'avance. En termes de couverture contre le risque de change, on distingue entre deux types de swaps : les swaps de change (ou swaps cambistes) et les swaps de devises.

3.2.1. Les swaps de change

○ Définition

Le swap de change est défini comme étant une transaction par laquelle deux contreparties s'échangent des flux financiers (des dettes) de même nature libellés dans deux devises différentes. Il est également appelé swap cambiste vu qu'il était utilisé à l'origine par les cambistes de banques afin de réaliser des opérations de trésorerie.

○ Mécanisme de mise en place d'un swap de change

La mise en place d'un swap de change nécessite deux étapes (voir figure 2) :

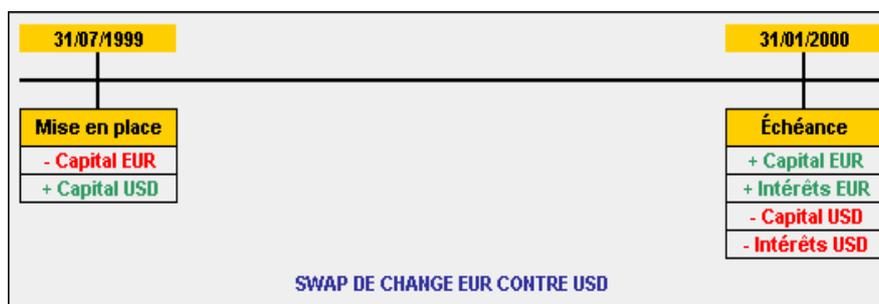
- Première étape : échange du capital

Les deux 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 contrepartie le montant des capitaux intérêts inclus. Ceci équivaut également à une opération de change dont le cours induit est le cours à terme de l'opération.

Figure 2 : Opération de swap de change EUR contre USD



Source : www.combisme.info

Le flux montre 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.

3.2.2. Les swaps de devises

○ Définition

Le swap de devise est défini comme « un accord de prêt-emprunt croisé sur une période, une durée et un cours initialement définis, par lequel les contreparties échangent une monnaie contre une autre en début de période qu'ils s'engagent à dénouer par une opération de sens inverse en fin de période, à un cours fixé au départ », (Amelon et al. ,2010).

Les swaps de devises sont assez proches des swaps de change puisqu'ils sont fondés tous les deux sur le même principe : un emprunt dans une devise et un prêt dans une autre devise.

Contrairement aux swaps de change, les swaps de devises donnent lieu à un échange d'intérêt à chaque échéance. Ils présentent des instruments de couverture à long terme alors que les swaps de change sont des instruments à court terme.

3.2.3. Avantages et inconvénients

Les avantages et les inconvénients des opérations de swaps sont résumés dans ce tableau :

Tableau 2 : Avantages et inconvénients des opérations de swaps

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Grande souplesse du contrat qui répond aux besoins spécifiques des contractants • Coût apparent nul • Couverture à la fois du risque de change et du risque de taux (swap de devises). • Permettent de contourner la réglementation (accès à certains marchés, avantages fiscaux) • Gérer le risque de change à court, moyen et long terme. • Opération inscrite en hors bilan (limitation des engagements) • Annuler le risque crédit sur le montant principal 	<ul style="list-style-type: none"> • Le risque de contrepartie reste toujours présent (pour les intérêts) • Nécessité d'un suivi • complexité d'une gestion dynamique cumulant des swaps de devises • Incidence en trésorerie des paiements de flux intercalaire. • Le coût implicite (spread de taux et de change) • Permettent le transfert d'un risque de change vers un risque de taux d'intérêt • Présence du risque de change sur les intérêts

Source : De la Bruslerie (2012)

3.3. Les options de change devises/dinars

3.3.1. Définition

La Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 89-08 définit l'option de change comme suit : « C'est un contrat de couverture contre les risques de change qui confère à l'acheteur de l'option le droit d'acheter pour des périodes renouvelables allant de 3 à 12 mois, un montant déterminé de devises contre dinars, à un cours fixé par avance appelé prix d'exercice. Ce droit est acquis contre le paiement, par l'acheteur de l'option, d'une prime ».

3.3.2. Les types d'options de change :

On distingue deux types d'options :

- **L'option d'achat (Call)**

Ce type d'option est défini par la Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 2001-11 comme « un contrat de couverture contre le risque de change. Il confère à l'acheteur de l'option le droit d'acheter à une échéance convenue un montant déterminé de devises contre dinars à un cours fixé à l'avance appelé prix d'exercice, contre le paiement d'une prime ».

- **L'option de vente (Put)**

la Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 2001-11 définit l'option de vente comme suit : « C'est un contrat de couverture contre le risque de change qui confère à l'acheteur de l'option le droit de vendre à une échéance convenue un montant déterminé de devises contre dinars à un cours fixé à l'avance appelé prix d'exercice, contre le paiement d'une prime ».

3.3.3. Caractéristiques des options de change

L'option présente quatre caractéristiques :

- **Le prix d'exercice (strike price)**

C'est le prix auquel la monnaie peut être achetée ou vendue. Pour un prix d'exercice donné, l'option est dite :

- dans la monnaie ou « in the money » lorsque le prix d'exercice de l'option est plus intéressant que le prix du marché. L'acheteur a intérêt à exercer l'option ;

- à la monnaie ou « at the money » lorsque le prix d'exercice de l'option est égal au prix du marché. L'acheteur est indifférent quant à l'exercice ou non de l'option ;
- en dehors de la monnaie ou « out of the money » lorsque le prix d'exercice de l'option est moins intéressant que le prix du marché. L'acheteur n'exerce pas l'option.

- **La date d'exercice**

Appelée aussi date d'échéance, d'expiration ou encore date de maturité. Elle constitue la durée de vie de l'option sur laquelle elle peut s'exercer. De ce fait, nous distinguons :

- les options européennes : une option est dite européenne lorsque l'acheteur ne peut l'exercer qu'à la date de l'échéance prévue dans le contrat.
- les options américaines : une option est dite américaine lorsque l'acheteur peut l'exercer à tout moment pendant la durée de vie du contrat jusqu'à la date d'échéance.

- **La prime (premium):**

Elle représente le prix ou le coût de l'option. Elle est cotée en pourcentage du montant nominal de l'option. Ce prix est fonction du temps restant à couvrir avant échéance et de la volatilité de la devise sous-jacente.

- **L'actif sous-jacent (underlying) :**

C'est le produit servant de support à l'option (matières premières, actions, indices...etc.). L'option sur devises porte toujours sur des devises (l'actif sous jacent).

3.3.4. Les opérations sur les options de change

Quatre opérations sur les options sont possibles :

- **Achat d'une option d'achat (achat d'un call)**

L'acheteur d'une option call a le droit d'acheter la quantité de devises au cours fixé au moment de l'achat de l'option (le prix d'exercice).

Lorsque les cours montent au-dessus du prix d'exercice, l'acheteur est gagnant et ses gains sont potentiellement illimités. En cas de baisse des cours, ses pertes sont strictement limitées au montant de la prime.

○ **Vente d'une option d'achat (vente d'un call)**

Le vendeur d'une option d'achat est dans la situation inverse : il reçoit immédiatement le prix de l'option (la prime), en contrepartie duquel il s'engage (sur la durée du contrat) à vendre la devise si l'acheteur le désire. Son gain est limité et ses pertes sont potentiellement illimitées si le cours de la devise monte.

○ **Achat d'une option de vente (achat d'un put)**

L'acheteur d'un put verse le prix de l'option au vendeur et se réserve la possibilité de vendre ou non la quantité de devises prévues, au prix d'exercice fixé. En cas de hausse des cours de la devise, sa perte est limitée à la prime. Son gain croit potentiellement à la baisse des cours de la devise sous-jacente.

○ **Vente d'une option de vente (vente d'un put)**

Le vendeur d'une option de vente encaisse la prime mais s'engage à acheter la devise à son acheteur si celui-ci décide d'exercer son droit.

3.3.5. Avantages et inconvénients

Les avantages et les inconvénients des options de change sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Avantages et inconvénients de l'option de change

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Adaptée aux risques de change incertains • Possibilité de bénéficier de l'évolution défavorable de la devise • Possibilité d'abandon de l'option 	<ul style="list-style-type: none"> • Prime perdue si l'option n'est pas exercée • Réserve à des montants importants

Source : Amelon et al. (2010)

CONCLUSION

La gestion et la mesure des risques de marché, notamment le risque de change sont des notions récentes dans les banques, et constituent une préoccupation autant pour les institutions financières que pour les autorités de régulation. En effet, ces derniers ont bien compris qu'ils doivent se donner davantage de moyens pour gérer ce risque.

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons présenté la définition générale du risque, ses caractéristiques ainsi que le processus de management des risques. Dans la deuxième partie, nous avons mis l'accent sur les risques de marché, particulièrement le risque de change. Dans la dernière partie, nous avons présenté les instruments de couverture contre ce type de risque.

Dans ce cadre, les intermédiaires financiers ont exigé la nécessité du développement des activités de marché et les pertes subies par les banques durant la dernière décennie pour bien comprendre les risques induits par leurs activités.

En conséquence, il demeure nécessaire d'introduire une meilleure quantification des risques financiers, à partir d'outils adéquats de contrôle interne qui devront assurer la qualité du processus de mesure, de suivi, et de gestion du risque. Cela rend indispensable la mise en place de certains outils de mesure des risques tels que les approches classiques qui se fondent sur la dispersion des rendements des portefeuilles.

Face aux limites dégagées par ces approches, il est crucial de mettre en place une mesure plus synthétique et concrète telle que la VaR, la VaR conditionnelle, la VaR stressée ainsi que les Stress Tests qu'on va développer dans le chapitre suivant afin de quantifier le risque de change. Il demeure aussi nécessaire de valider ces modèles par l'introduction du programme du Backtesting.

CHAPITRE II : LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE

INTRODUCTION

À la fin du dernier siècle, suite au renforcement de la libéralisation des opérations du marché des changes, une meilleure gestion des risques de change est devenue nécessaire pour les institutions financières.

Pour faire face aux fluctuations des taux de change, l'institution financière se trouve dans la nécessité d'adapter des techniques plus appropriées pour parvenir à une couverture efficace contre le risque de change. Dans ce cadre, il est donc utile de mettre au point un indicateur de risque unique appelé la Value at Risk (VaR).

L'émergence de la VaR a été accompagnée par un développement d'une série des méthodes de calcul, caractérisée chacune par ces hypothèses, sa complexité et son contexte d'application. Les autorités de contrôle bancaire exigent que cette méthodologie soit impérativement complétée par l'utilisation d'un programme de simulation des crises appelé "Stress Testing" en vue de bien gérer le risque en cas de fluctuations importantes du marché et l'introduction d'un Backtesting afin de valider cette technique.

Le présent chapitre s'articule de la manière suivante : la première section introduira la notion de la VaR en définissant son concept, les paramètres sur lesquels est basée sa détermination ainsi que ses différentes méthodes de calcul avec leurs avantages et leurs limites. La deuxième section sera consacrée à présenter les techniques du Stress Testing, la VaR conditionnelle et la VaR stressée comme complément du modèle interne de quantification du risque de change, soit la VaR. Et afin de valider la performance du modèle de la VaR et celui de la VaR conditionnelle, nous allons appliquer le Baktesting.

SECTION 1 : QUANTIFICATION DU RISQUE DE CHNAGE DANS LE CADRE DE LA VAR

La complexité actuelle des marchés financiers, suite à la diversité des produits traités, implique à priori une appréhension multi-factorielle du risque. Il convient donc de mettre au point un indicateur de risque unique qui estime la perte que l'investisseur risque de subir compte tenu du niveau de probabilité de survenance de cette perte, la Value at Risk (notée VaR), objet de la présente section.

1. 1. Origine et définition de la Value at Risk

1.1. 1. Origine de la Value at Risk

La valeur à risque représente l'un des outils les plus courants et les plus fondamentaux de mesure du risque financier. Ce nouveau concept est adopté par le secteur financier, en particulier le secteur bancaire, suite à trois principaux évènements.

La VaR est apparue en octobre 1994 par le système RiskMetricsTM, développé à l'origine par la banque américaine JP Morgan (Morgan, 1996). Cette méthode a ainsi été introduite dans le système interne de la banque afin de fournir une mesure globale des risques et d'estimer les pertes maximales à un horizon donné. Cet outil a été par la suite mis gratuitement sur internet.

Le deuxième évènement est celui de l'amendement du Comité de Bâle en 1996 concernant la mise en place d'un modèle standard de mesure des risques de marché par les banques, afin de calculer ces fonds propres réglementaires. En effet, suite aux critiques accordées au premier accord de comité de Bâle sur le contrôle bancaire (voir premier chapitre), les modifications sont devenues nécessaires. Officiellement adoptée en 1996, les nouvelles règles ont incitée les banques à développer des systèmes internes sophistiqués. C'est celui de la Value at Risk, une description concise du risque par un seul chiffre.

Le troisième évènement est né aux Etats Unis en 1997 suite à la mise en place des règles de communication relatives aux produits dérivés par la "Securities and Exchange Commission".

Ainsi, la VaR a été au cœur de ces règles et c'est d'ailleurs la raison pour laquelle les rapports annuels des grandes sociétés présentent maintenant des calculs de VaR.

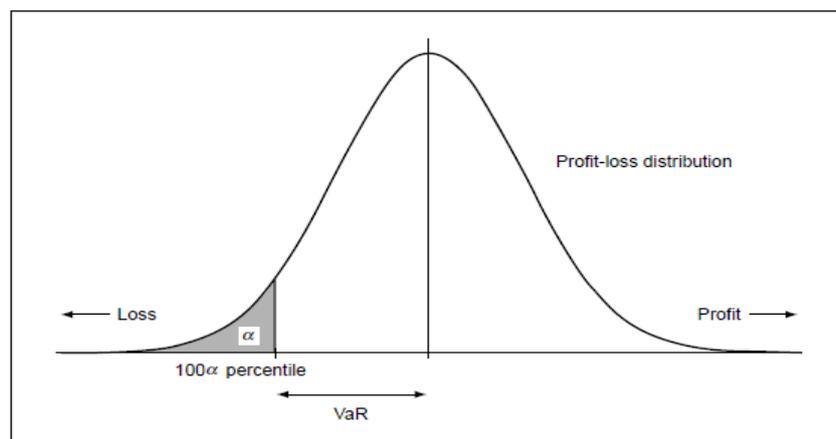
Cet outil est donc devenu une mesure standard des risques de marché qui est désormais présent dans toutes les grandes banques. Pour ces activités, ce concept est devenu aujourd'hui un paramètre significatif de prise de décisions stratégiques.

1.1. 2. Définition de la VaR

Tel que défini par la banque JP Morgan (1996), « La Value-at-Risk est une mesure de la variation de potentiel maximum de la valeur d'un portefeuille d'instruments financiers avec une probabilité donnée sur un horizon prédéterminé. Elle répond à la question : combien puis-je perdre avec X% de probabilité sur un horizon de temps donné ? ».

Dans la même logique, Godlewski et al. (2010) affirment que l'objectif de la mesure de la VaR peut être synthétisé par l'information suivante : « Nous sommes certains à X% que nous ne perdrons pas plus de V euros dans les T prochains jours ». La variable V est la VaR du portefeuille. Il s'agit en fait du niveau de pertes dans les T prochains jours que l'on est certain de ne pas dépasser avec une probabilité de X%.

Figure 3 : Représentation graphique de la VaR



Source : Yamai et al. (2002)

La VaR d'un actif financier, pour un horizon de temps t et au niveau de probabilité q , se définit comme un montant, noté VaR , tel que la variation observée du prix de cet actif (ou le rendement notée Δp_t) durant l'intervalle $[0, t]$ ne sera inférieure à la VaR qu'avec une probabilité de $(1-q)$ (Esch et al., 2003) :

$$\Pr [\Delta p_t \leq VaR] = 1 - q$$

1. 2. Les paramètres de la VaR

D'après Godlewski et al. (2010), l'utilisateur de la VaR doit choisir deux paramètres : Il s'agit de l'horizon temporel et du seuil de confiance.

1.2.1. L'horizon temporel

L'estimation de la VaR passe par la détermination de l'horizon temporel sur lequel on estime le risque. Il présente le temps nécessaire pour couvrir la position du portefeuille. Plus ce paramètre est long plus les pertes peuvent être importantes (Godlewski et al., 2010).

En général, un trader calcule les pertes et les profils chaque jour pour que sa position devienne liquide et activement gérée. Pour un usage interne, il semble donc judicieux de calculer la VaR sur un horizon temporel d'un jour ouvrable.

Cependant, les autorités de contrôle bancaire ont choisi 10 jours ouvrés comme horizon de temps de mesure de la VaR pour la détermination des fonds propres réglementaires. En effet, ils supposent que toutes les positions peuvent être liquidées sur cette durée. En outre, elle permet aux banques de prendre des mesures correctives en cas de difficultés sur les marchés.

D'une façon générale, lorsque les risques de marché sont pris en considération, les analystes calculent en premier lieu la VaR sur un horizon temporel d'un jour. L'horizon habituel est :

$$VaR \text{ à } N \text{ jours} = VaR \text{ à } 1 \text{ jour} \times \sqrt{N}$$

Cette formule est utilisée si les variations de la valeur du portefeuille sont indépendantes et ont une distribution normale, de moyenne nulle, sur N jours successifs. Dans les autres cas, cette formule est approximative.

1.2.2. L'intervalle de confiance

L'intervalle de confiance correspond au pourcentage du temps pour lequel la firme ne perdait pas à priori plus que le montant de la VaR. A ce sujet, les valeurs à risque publiées par les banques représentent les pertes maximales encourues, calculées généralement à un seuil de confiance de 99 %⁵.

1.3. Méthodes de calcul de la VaR

Le calcul de la VaR pour le risque de marché est généralement réalisé en utilisant une des trois principales méthodes suivantes : la méthode historique, la méthode de simulation de Monte Carlo et la méthode paramétrique⁶.

1.3.1. La méthode historique

Cette approche repose sur l'utilisation de données observées des variations journalières des variables de marché pour estimer la distribution de probabilité des variations futures de la valeur du portefeuille (Godlewski et al., 2010). En effet, elle met en œuvre directement le postulat que les évolutions futures du marché seront similaires aux évolutions passées.

Cette méthode consiste en effet à collecter des données historiques des gains et des pertes journalières du portefeuille sur la période considérée et on l'applique par la suite aux positions détenues du jour afin de déduire la distribution des pertes possibles.

Supposons par exemple qu'on souhaite calculer de la VaR au seuil de 99% à un jour à partir d'un échantillon aléatoire de 501 données journalières (l'horizon temporel, le seuil de confiance et la taille de l'échantillon retenu sont ceux d'une VaR de marché standard) (Godlewski et al., 2010). Dans ce cas, les rendements du portefeuille dans cette fenêtre d'observations, qui sont à l'ordre de 500 variables, sont perçus comme un scénario possible pour les rendements futurs.

En vue de calculer la VaR, on doit ranger ces rendements par ordre croissant. La distribution empirique qui en résulte est donc considérée comme la distribution de probabilité des gains/pertes futurs. La VaR estimée correspond ainsi à la perte du premier centile, définie par

⁵ Basle Committee on Banking Supervision, 1996

⁶ Basle Committee on Banking Supervision, 1996

le cinquième plus petit rendement du portefeuille. On est donc certain à 99% que la perte réalisée ne dépassera pas la VaR.

D'une façon générale, la VaR est alors définie comme un quantile de la distribution empirique de ces probabilités futures selon le niveau de confiance choisi $\alpha\%$.

1.3.2. La simulation de Monte Carlo

L'approche par simulation de Monte Carlo est relativement similaire à l'approche historique du fait qu'elle va simuler des rendements futurs à partir des rendements passés. Cette méthode est utilisée lorsqu'il est difficile de déterminer une loi de probabilité. Elle consiste en la fabrication de cette distribution à l'aide de la génération d'un grand nombre d'échantillons pseudo-aléatoires.

Selon Esch et al. (2003), cette approche comporte les étapes suivantes :

- La première étape consiste à choisir une famille de modèles d'évaluation pour les différents facteurs de risque ou les actifs en portefeuille. Il peut s'agir de n'importe quelle distribution qui aurait été ajustée à partir d'observations historiques ;
- A partir des historiques des actifs en présence et des facteurs de risque, nous estimons la distribution des différents facteurs de risque, ainsi que les paramètres qui y sont associés, moyennes et matrice des variances-covariances ;
- L'utilisation conjointe des modèles probabilistes et des paramètres de distribution obtenus dans la première et la deuxième étape permet de construire par simulation de Monte Carlo un grand nombre d'échantillons pseudo-aléatoires extraits de chacune des distributions des variables des facteurs de risque en question ;
- Nous devons par la suite calculer les gains et les pertes quotidiens du portefeuille en fonction de la valeur de ses éléments constitutifs pour chacune des M simulations ;
- Finalement, ces pertes ou ces gains que nous avons exprimés souvent en rendement sont ordonnés tout comme la méthode historique et la VaR qui représente à nouveau la perte maximale et que l'on retrouve au seuil de confiance $(1 - \alpha\%)$.

À ce sujet, plusieurs auteurs s'intéressent à appliquer la VaR par simulation de Monte Carlo afin de quantifier les risques de marché. Citons l'exemple de Linsmeier et al. (1996) ainsi que

Yun et Robert (2013) qui ont décrit et utilisé la démarche présentée ci-dessus dans leurs articles.

1.3.3. La méthode paramétrique

Cette approche est connue, d'une façon générale, sous le nom de la méthode de variance-covariance. Elle a été développée par la banque américaine JP Morgan en 1994. L'exemple le plus connu étant son système RiskMetrics qui pose des hypothèses visant à simplifier le calcul de la Value at Risk.

o Hypothèses

La méthode de variances-covariances s'appuie essentiellement sur ces trois principales hypothèses (Esch et al., 2003) :

- la normalité des rendements : les lois de probabilité qui régissent les distributions des rendements des différents actifs (ou facteurs de risque) sont normales ;
- la stationnarité : les paramètres statistiques mesurés sur la distribution observée des variations de prix (ou des rendements) sont de bonnes estimations de ces mêmes paramètres pour l'horizon pour lequel on estime la VaR ;
- Le prix des actifs dépend linéairement des facteurs de risque.

A partir de l'hypothèse de normalité, on peut décrire l'évolution des rendements d'un actif sous la formule suivante : $r_t = \mu + \sigma \varepsilon_t$

Où les variables aléatoires ε_t sont supposées indépendantes et identiquement distribuées (i.i.d) de la loi normale de moyenne nulle et de variance égale à 1. Les paramètres μ et σ sont données par : $E(r_t) = \mu$ et $\text{var}(r_t) = \sigma^2$.

Si on suppose que les rendements ont une volatilité variant au cours du temps et qu'ils sont auto-corrélés, l'hypothèse de normalité devient :

$$r_{jt} = \mu_j + \sigma \varepsilon_{jt}$$

Où les ε_{jt} suivent une loi multi normale de moyennes nulles et de matrice des variances-covariances V_t dépend du temps. Ainsi, les rendements obéissant à cette condition vérifient l'hypothèse de normalité conditionnelle.

○ **La volatilité conditionnelle ARCH, GARCH et VGARCH**

D'après Bollerslev et al. (1991), un processus stochastique en temps discret ε_t s'écrit sous la forme suivante :

$$(1) \quad \varepsilon_t = z_t \sigma_t$$

$$(2) \quad z_t \text{ i.i.d } E(z_t) = 0 \text{ et } \text{var}(z_t) = 1$$

Où σ_t est une fonction non constante mesurable positive. ε_t est un processus non corrélé de moyenne nulle mais dont la variation conditionnelle est σ_t^2 .

La formulation des équations (1) et (2) est extrêmement générale et autorise une grande variété de modèles possibles. Néanmoins, la théorie économique expliquant les variations temporelles de la variance conditionnelle est extrêmement limitée. Pour cette raison, nous nous intéressons à quelques-unes des meilleures modélisations en vue de représenter les variations de σ_t . Nous introduisons ainsi les modèles ARCH les plus connus : le modèle ARCH(q), le modèle GARCH (p, q) et VGARCH (p,q).

– Le modèle ARCH⁷(q) linéaire

Selon Engle (1982), on peut exprimer σ_t^2 linéairement en fonction des carrés des valeurs passées du processus :

$$(3) \quad \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_t^2$$

Où $\omega > 0$ et $\alpha_i \geq 0$ pour tout i , L étant l'opérateur retard. Ce modèle est connu sous le nom de modèle ARCH(q) linéaire, avec q le nombre de retards.

– Le modèle GARCH (p,q)

En pratique, il est souvent nécessaire de retenir un grand nombre q de retard pour identifier un modèle ARCH(q) linéaire. Les modèles ARCH généralisés ou GARCH (Bollerslev, 1986) présentent une solution alternative pour obtenir une structure de retards plus souple.

$$(4) \quad \sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2 = \omega + \alpha(L) \varepsilon_t^2 + \beta(L) \sigma_t^2$$

⁷ Autoregressive Conditional Heteroskedasticity

Où ε_t représente un processus stochastique en temps discret, avec $p \geq 0, q \geq 0$.

Dans ce modèle, la variation conditionnelle dépend à la fois des erreurs passées, ainsi que des variations conditionnelles retardées.

Bien que dans le cas univarié, le modèle GARCH ait été l'objet de nombreuses études, le cas multivarié reste encore peu étudié. Dans la partie suivante, nous allons présenter le modèle GARCH multivarié

– Le modèle VGARCH

Dans le cas multivarié, nous considérons un vecteur $\varepsilon_t = (\varepsilon_{1,t}, \dots, \varepsilon_{n,t})'$ et la matrice de covariance conditionnelle H_t du processus $\{\varepsilon_t\}_{t \in \mathbb{N}}$ à la date t de terme général $h_{i,j,t}$:

$$H_t = E_{t-1}(\varepsilon_t \varepsilon_t')$$

Dans les modèles GARCH multivariés, nous exprimons cette matrice de covariance conditionnelle en fonction du passé du processus $\{\varepsilon_t\}_{t \in \mathbb{N}}$ et des propres valeurs passées de H_t .

Une première approche consiste à considérer un processus GARCH multivarié ayant pour composantes des processus GARCH univariés indépendants entre eux. Néanmoins, cette façon de traiter le problème est restrictive. En effet, l'étude des séries financières a mis en évidence une corrélation non nulle entre les composantes des processus GARCH multivariés. Ainsi, différentes formulations tenant compte des corrélations entre les composantes d'un processus GARCH multivarié ont été introduites.

Nous considérons ainsi le modèle vectoriel VGARCH (p,q) , introduit par Engle et Kroner (1995). Ce modèle est le plus simple pour représenter H_t par rapport à son passé. En effet, cette représentation présente une expression de H_t similaire à l'expression de la volatilité dans le cas univarié tel que :

$$(5) \quad h_t = C_0 + \sum_{i=1}^q A_i e_{t-i} + \sum_{j=1}^p B_j h_{t-j}$$

Où $e_t = \text{vec}(\varepsilon_t \varepsilon_t')$, $h_t = \text{vec}(H_t)$, A_i et B_i matrices de dimension $n \times n$, et C_0 le vecteur de dimension n . L'opérateur $\text{vec}(\cdot)$ appliqué à une matrice consiste à mettre en une seule colonne les colonnes d'une matrice. Cependant la matrice H_t étant clairement symétrique.

Pour illustrer le modèle vectoriel, considérons le modèle GARCH(1,1) avec deux équations ($n=2$) en utilisant l'opérateur vech (\cdot) :

$$(6) \quad h_t = \begin{pmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} \\ + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{12,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{pmatrix}$$

Où $h_{ij,t}$ et $h_{ij,t-1}$ représentent respectivement les covariances des actifs i et j existant dans le portefeuille à la date t et $t-1$. $\varepsilon_{i,t-1}^2$ représente le terme d'erreur de l'actif i dans le portefeuille à la date $t-1$

○ Formule de calcul de la VaR

Avec la méthode paramétrique, la variable aléatoire Δp_t indiquant la variation observée du prix d'un actif suit une loi normale de moyenne $E(\Delta p_t)$ et d'écart type $\sigma(\Delta p_t)$ tel que :

$$\Pr [\Delta p_t \leq \text{VaR}] = 1 - q$$

La définition peut être écrite comme suit :

$$\Pr \left[\frac{\Delta p_t - E(\Delta p_t)}{\sigma(\Delta p_t)} \leq \frac{\text{VaR}_q - E(\Delta p_t)}{\sigma(\Delta p_t)} \right] = 1 - q$$

Ce qui montre que l'expression $\frac{\text{VaR}_q - E(\Delta p_t)}{\sigma(\Delta p_t)}$ présente le quantile de la distribution normale réduite notée Z_{1-q} . Comme $Z_{1-q} = -Z_q$, la VaR est alors écrite sous la forme suivante :

$$\text{VaR}_q = E(\Delta p_t) - Z_q \sigma(\Delta p_t)$$

1.4. Avantages et limites de la VaR

Il est important de signaler qu'il n'existe pas de méthodes parfaites pour le calcul de la VaR. Chaque modèle présente des avantages et des inconvénients. Le tableau suivant résume les avantages et limite de chaque approche.

Tableau 4: Récapitulatif des avantages et limites des méthodes de calcul de la VaR

VaR	Avantages	Inconvénients
Historique	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'hypothèse sur la forme de la distribution des rendements et possibilité de prise en compte, dans une mesure, des événements extrêmes (en spécifiant de façon adéquate l'historique utilisé) • Convient à tous les types d'instruments, y compris optionnels. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pas d'assurance de la pertinence de l'historique choisi, particulièrement important puisqu'aucune autre modélisation ne s'y ajoute. • Le risque de mauvais pricing de certains instruments complexes (par exemple certaines options dont les prix ne sont pas directement disponibles dans le marché, mais modélisés à partir de paramètres de marché) ne peut être exclu.
Monte Carlo	<ul style="list-style-type: none"> • Convient également à tous les types d'instruments, y compris optionnels • Permet de tester de nombreux scénarios et d'y inclure explicitement des queues de distribution épaisses (événement extrême pris en compte dans une certaine mesure). 	<ul style="list-style-type: none"> • Consommateur en ressources informatiques • Risque de modèle plus important que dans les deux premiers cas et le risque de mauvais pricing de certains instruments complexes (par exemple certaines options) ne peut pas non plus être exclu.
Paramètre	<ul style="list-style-type: none"> • Calculs rapides et simples qui requièrent uniquement la connaissance de la matrice des variances/covariances. 	<ul style="list-style-type: none"> • Inadaptée aux portefeuilles non linéaires (instruments optionnels) • Théoriquement peu adaptée aux queues de distribution non normales des rendements.

Source : Guy (2005)

1.4. 1. Apport de la VaR pour la banque

Aujourd'hui, la VaR est devenue l'objet de multiples enjeux. En effet, cette mesure permet :

- le Reporting de l'information : l'information que porte cette mesure est utile pour les divers agents économiques, à l'égard des instances réglementaires, les managers

Par ailleurs, la VaR permet de traduire le risque financier en des termes simples. Elle assure ainsi la transparence et la pertinence de l'information nécessaire pour la prise de décision.

- l'allocation des ressources : La VaR est considérée comme un outil de base en matière d'allocation des ressources. En effet, les décideurs ou les preneurs de risque utilisent cet outil afin de définir leurs stratégies, tant pour les activités de trading ou concernant leur politique d'investissement, en établissant une adéquation entre le couple risque-rendement. De ce fait, la VaR peut servir comme un outil de benchmark interne afin de comparer le risque d'un portefeuille par rapport à un autre ou le risque d'une activité par rapport à une autre.

- la détermination du capital réglementaire: la principale utilité de la VaR réside dans la détermination du capital réglementaire, le capital minimal qui permet de couvrir les pertes. Ainsi, l'exigence minimale de fonds propres (c) est calculée selon la formule exigée par les accords de Bâle II sous la forme suivante :

$$c = \max (VaR_{t-1} [99\%, 10j], m VaR_{avg} [99\%, 10j])$$

Tel que VaR_{t-1} correspond à la VaR du jour précédent. VaR_{avg} représente une moyenne des mesures quotidiennes de la VaR sur chacune des précédentes soixante jours ouvrables. Le facteur de multiplication « m » sera fixé par les autorités de contrôle sur la base de leur évaluation de la qualité du système de gestion des risques de la banque, sous réserve d'un minimum absolu de 3. Les banques seront tenues à ajouter un facteur complémentaire « $FC_{backtesting}$ » directement liée à la performance du modèle de backtesting, en introduisant ainsi une incitation positive intégrée pour maintenir la qualité prédictive du modèle. Ce facteur complémentaire, qui varie entre 0 et 1, est déterminé en fonction de dépassement de la VaR (voir Annexe 1).

1.4. 2. Limites de la VaR

La VaR représente l'outil principal de mesure des risques de marché utilisé depuis les années 90. Cependant, cet indicateur présente certaines limites qu'il ne faut pas perdre de vue. Ces limites résident dans les méthodes utilisées pour le calcul de la VaR. Ils se basent sur des hypothèses qui ne coïncident pas toujours avec la réalité.

- La volatilité : Certaines méthodes de calculs de la VaR se basent sur l'hypothèse de la normalité des variations de prix. En réalité, la variation des cours d'une position boursière peut varier d'un extrême à un autre. Et comme on l'a indiqué précédemment, la volatilité est un estimateur de la VaR. Dans ce cas, plus cet estimateur est important, plus la pertinence et la précision de la VaR seront diminuées.
- la périodicité : pour calculer la Value at Risk, le choix de la période d'observation historique sera limité à une durée minimale d'un an. Avec moins d'information, cet indicateur perd en termes de pertinence et de précision.
- la Liquidité : les calculs classiques de VaR ne prennent pas bien en compte les risques d'une modification de la liquidité de certains marchés. Dans ce contexte, la crise des Subprimes est un excellent moyen d'illustrer ce problème.
- les valeurs extrêmes : La VaR ne s'intéresse pas aux valeurs extrêmes, au-delà du seuil de confiance. En effet, des portefeuilles avec la même VaR peuvent ainsi générer des pertes extrêmes très différentes sur lesquelles la VaR ne donne pas d'information.

De surcroît, cet outil ne permet pas de quantifier réellement les pertes lors de la période de crise. C'est une des raisons pour lesquelles il est nécessaire, en complément de la VaR, de mesurer la VaR conditionnelle et d'évaluer des scénarios de crise (Stress Tests) qui quantifient les pertes possibles lors d'événements extrêmes qui peuvent être atypiques.

SECTION 2: MESURE DES PERTES EXTREMES ET APPLICATION DU BACKTESTING

2.1. Valeur à risque conditionnelle : CVaR

La VaR est devenue une mesure standard utilisée dans la gestion du risque financier en raison de sa simplicité. Cependant, de nombreux auteurs affirment que cet outil possède plusieurs problèmes. D'après Artzner et al. (1997), la VaR mesure seulement les percentiles des distributions de perte de profits, et donc ne tient pas compte de toute perte au-delà du niveau de la VaR (le problème des risques extrêmes). De plus, ce n'est pas une mesure cohérente du risque car elle est sous-additive⁸.

Pour atténuer les problèmes inhérents à la VaR, Artzner et al. (1997) ont proposé l'utilisation de la valeur à risque conditionnelle (CVaR). Cette mesure se définit comme la prévision conditionnelle de perte étant donné que la perte est au-delà du niveau de la VaR.

La VaR conditionnelle est apparue dans la littérature afin de remédier aux différentes lacunes que la valeur à risque possède lors de l'évaluation du risque. Cette mesure couvre la moyenne des pertes excédant la VaR.

2.1.1. Définition de la valeur à risque conditionnelle

Comme son nom l'indique, cette mesure de risque découle directement de la valeur à risque. Cette dernière tient compte des scénarios extrêmes potentiellement envisageables qui se retrouvent au-delà du niveau de confiance de la VaR.

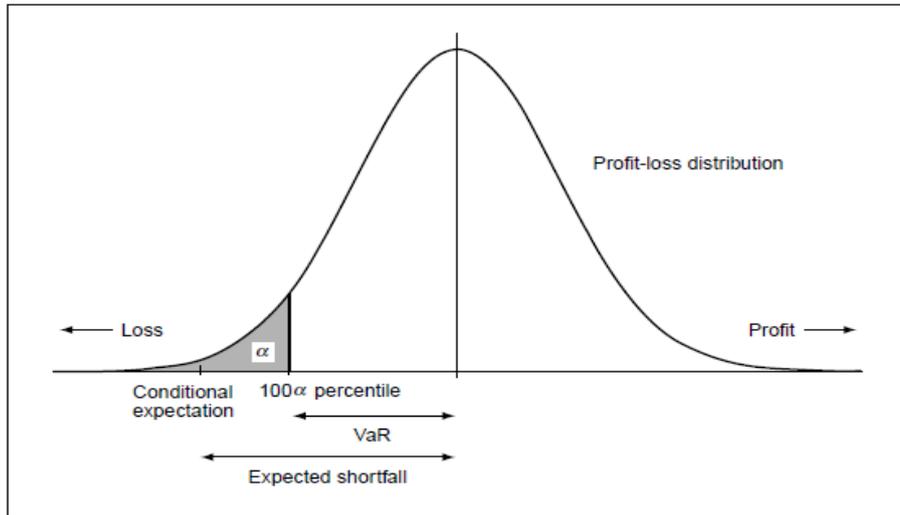
⁸ Une mesure de risque ρ est sous-additive lorsque le risque de la position globale est inférieur ou égal à la somme du risque des portefeuilles individuels. Intuitivement, la sous-additivité exige que les mesures de risque doivent considérer la réduction des risques par effet de diversification du portefeuille. Elle peut être définie comme suit :

Soient X et Y deux variables aléatoires désignant les pertes de deux positions de personnes. Une mesure de risque ρ est sous-additive si l'équation suivante est satisfaite.

$$\rho(X + Y) \leq \rho(X) + \rho(Y).$$

Artzner et al. (1997) ont proposé l'utilisation de la VaR conditionnelle (également appelée Expected Shortfall) en vue de représenter l'espérance conditionnelle de la perte au-delà du niveau de la VaR.

Figure 4 : Représentation graphique de la VaR Conditionnelle



Source : Yamai et al. (2002)

Supposons que X est une variable aléatoire indiquant la perte et profits d'un portefeuille donné et $VaR_{\alpha}(X)$ est la VaR à la $100(1-\alpha)$ niveau de confiance. $VaR(x, \alpha)$ est défini par l'équation suivante :

$$CVaR(x, \alpha) = E[-x \mid -x \geq VaR(x, \alpha)]$$

Artzner et al. (1997) nous montrent que les critiques accordées à la VaR peuvent être graves lorsque la perte de profits ne respecte pas la distribution normale.

2.1.2. Mesure de la CVaR en cas d'une distribution normale

Selon Yamai et al. (2002), lorsque la distribution des pertes et profits est normale, il est possible de calculer la VaR conditionnelle de manière suivante :

$$CVaR(x, \alpha) = CVaR(x, \alpha) = E[-x \mid -x \geq VaR(x, \alpha)] = \frac{E[-x \cdot I_{\{x \leq -VaR(x, \alpha)\}}]}{\alpha}$$

Où la fonction $I_{\{x \leq -VaR^{\alpha}(X)\}}$ est une fonction indicatrice qui prend la valeur 1 lorsque $\{x \leq -VaR^{\alpha}(X)\}$ est vrai.

Sous la forme d'un calcul intégral, cette équation devient :

$$\text{CVaR}(x, \alpha) = - \frac{1}{\alpha \sigma_x \sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\text{VaR}(x, \alpha)} t e^{\frac{-t^2}{2\sigma_x^2}} dt$$

Finalement, en calculant cette intégrale nous obtenons :

$$\begin{aligned} \text{CVaR}(x, \alpha) &= - \frac{1}{\alpha \sigma_x \sqrt{2\pi}} \left[-\sigma_x^2 e^{\frac{-t^2}{2\sigma_x^2}} \right]_{-\infty}^{\text{VaR}(x, \alpha)} \\ &= \frac{\sigma_x^2}{\alpha \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-\text{VaR}(x)^2}{2\sigma_x^2}} \\ \text{CVaR}(x, \alpha) &= \frac{\sigma_x}{\alpha \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-q_\alpha^2 \sigma_x^2}{2\sigma_x^2}} = \frac{\sigma_x}{\alpha \sqrt{2\pi}} e^{\frac{-q_\alpha^2}{2}} \end{aligned}$$

Dans cette dernière équation, q_α est le 100 α centile supérieur de la distribution normale standard.

2.2. Le test de validation : Backtesting

Pour évaluer la qualité prédictive des modèles de calcul de la VaR, il est nécessaire de tester la validité de ces modèles en effectuant un Backtesting. Ce test consiste à confronter la VaR calculée avec les pertes et profils effectivement réalisés sur le portefeuille pour une période assez prolongée dans le temps.

D'après Jorion (2007), le Backtesting est défini comme « un ensemble de procédures statistiques dont le but est de vérifier que les pertes réelles observées ex-post sont en adéquation avec les pertes prévues. Cela se traduit par une comparaison systématique de l'historique des prévisions de la Value at risk aux rendements observés du portefeuille ».

En d'autres termes, le Backtesting permet aux institutions financières d'estimer la fiabilité et la performance du modèle VaR en s'assurant que les pertes réelles observées sont en adéquation avec les pertes prévues.

L'évaluation de la performance de la VaR consiste à adopter une approche binomiale qui se réalise à travers deux tests proposés par Kupiec (1995).

2.2.1. Kupiec Tests

○ Le test proportionnel des exceptions (POF Tests)

Le premier test de Kupiec, également connu sous le nom POF-test (proportion of failures), indique si le nombre d'exceptions est compatible avec le niveau de confiance. Ce test est basé sur la probabilité sous la distribution binomiale d'observer x exceptions⁹ dans une série contenant un nombre total d'observations égal à T tel que :

$$B(x,p,T) = \binom{T}{x} p^x (1-p)^{T-x}$$

Où l'hypothèse nulle du POF-test se présente comme suit :

$$H_0 : p = \hat{p} = \frac{x}{T}$$

Selon Kupiec (1995), le POF-test est mieux testé par le ratio de la log-vraisemblance (LR). Le test statistique prend la forme :

$$LR_{POF} = -2 \ln \left(\frac{(1-p)^{T-x} p^x}{\left[1 - \left(\frac{x}{T}\right)\right]^{T-x} \left(\frac{x}{T}\right)^x} \right)$$

Sous l'hypothèse nulle H_0 , que le modèle soit correct, LR_{POF} suit asymptotiquement la loi de $\chi^2(1)$. Si la cette valeur dépasse la valeur critique de la distribution de $\chi^2(1)$, l'hypothèse nulle sera rejetée et le modèle est réputé comme inexact.

○ Le test de TUFF (Time until First Failure)

Kupiec (1995) a également suggéré un autre type de Backtesting, à savoir la TUFF-Test. Ce test mesure le temps (v) nécessaire pour que la première exception se produise. Il est fondé sur des hypothèses similaires à celles du POF-Test. La statistique de ce test est donnée par :

$$LR_{TUFF} = -2 \ln \left(\frac{p (1-p)^{v-1}}{\left(\frac{1}{v}\right) \left[1 - \left(\frac{1}{v}\right)\right]^{v-1}} \right)$$

⁹ Les exceptions représentent le nombre de fois où la perte dépasse le risque calculé par le modèle c-à-d le nombre de fois où la perte réalisée est supérieure à la $VaR_{t,1}$ prédite.

Sous l'hypothèse nulle $H_0 : p = \hat{p}$, et que le modèle est correct, LR_{TUFF} suit asymptotiquement une loi de $\chi^2(1)$. Si cette valeur dépasse la valeur critique de la distribution $\chi^2(1)$, l'hypothèse nulle sera rejetée et le modèle est réputé comme inexact.

2.2.2. Cadre réglementaire

Le Backtesting consiste à confronter la VaR calculée avec les pertes et profits effectivement réalisés sur le portefeuille pour une période assez prolongée dans le temps. Dans ce contexte, le Comité de Bâle (1996) exige aux banques que cette période de calcul soit au moins de 250 jours ouvrables. On aura donc 250 VaR (au niveau de confiance égal à 99%) à confronter avec 250 résultats du portefeuille correspondant aux nombres de jours ouvrables.

Le Backtesting consiste à vérifier le nombre de fois où la perte a dépassé la VaR sur un horizon de temps choisi. Le nombre d'exceptions durant toute la période du test révèle le degré de pertinence de la technique utilisée pour calculer la VaR et par la suite présente un critère pertinent pour juger la qualité de l'approche utilisée et de son adéquation avec le portefeuille sujet d'estimation. Dans ce cadre, le Comité de Bâle (1996) classe les résultats du Backtesting en trois catégories: les zones vertes, jaunes et rouges (voir Annexe 1).

Selon la zone dans laquelle le modèle de la banque se trouve, les régulateurs agissent différemment : En effet, si le modèle utilisé par la banque se trouve dans la zone verte aucune pénalité n'est prévue par les directives du Comité de Bâle. Par contre, si le modèle est dans la zone jaune ou rouge, la banque se voit pénalisée. Dans ce cas, les autorités majorent le coefficient multiplicateur d'un facteur complémentaire valant de 0,4 à 0,85 (selon le nombre d'exceptions) pour la zone jaune, et de 1 pour la zone rouge.

2.3. Le concept de Stress Testing

La profondeur et la durée de la crise financière a conduit de nombreuses banques et les autorités de surveillance à chercher un ensemble de techniques de gestion des risques à savoir les pratiques de simulation de crise " Stress Testing " .

Dans le cadre de l'amendement du Comité de Bâle en 1996, les banques soumises à des risques de marché ont la possibilité de calculer le niveau de fonds propres réglementaires par un modèle interne : Value at Risk. Cette méthodologie doit impérativement être complétée par l'utilisation d'un programme de Stress Testing. Ce programme permet, d'une part, de valider

le modèle interne par la Commission Bancaire. D'autre part, il permet de bien gérer le risque, notamment en cas de fluctuations dangereuses et importantes du marché.

2.3.1. Définition du Stress Testing

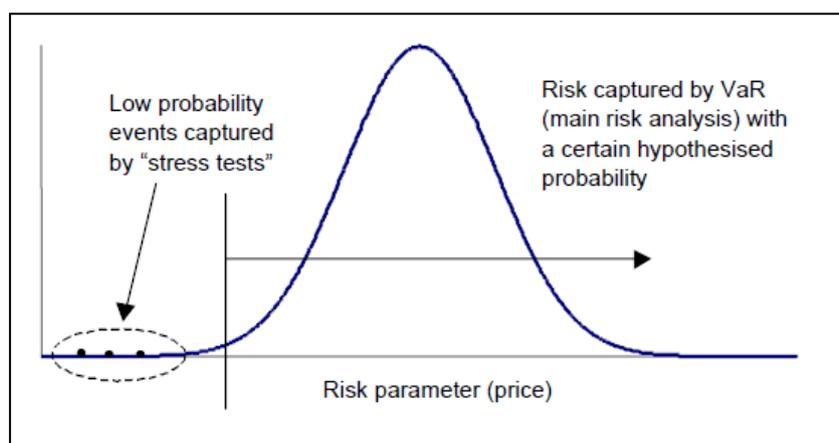
Le stress testing est un outil important de gestion des risques mis en place par les autorités de contrôle bancaire dans le cadre de l'adéquation du capital de Bâle II (comité de Bâle, 2009). Ce concept est utilisé par les institutions financières afin d'évaluer l'impact potentiel d'un événement particulier et/ou le mouvement dans un ensemble de variables financières sur la valeur des portefeuilles. Il est considéré, de plus en plus, comme un complément de la Value at Risk¹⁰.

Les Stress Tests sont conçus pour explorer les queues de la distribution de pertes au-delà du seuil (généralement 99%) utilisé dans Value at Risk (Motocu et al., 2009).

Contrairement à la VaR qui reflète l'évolution des prix sur les marchés de tous les jours, les Stress Tests simulent la performance du portefeuille au cours des périodes de marché anormales. En conséquence, ils fournissent des informations sur les risques ne relevant pas de ceux qui sont habituellement capturés dans le cadre de la VaR (voir Figure 5).

Ces risques comprennent ceux associés à des mouvements extrêmes de prix, et ceux associés à des scénarii qui ne sont pas reflétés dans l'histoire récente de la série des prix de nature prospective qui sont utilisées pour calculer la VaR.

Figure 5 : Représentation graphique des Stress Tests



Source: Committee on the Global Financial System (2005)

¹⁰ Committee on the Global Financial System, 2005

2.3.2. Les exigences réglementaires accordées aux Stress testing

Selon les recommandations du Comité de Bâle de janvier 1996, il y est stipulé que :

- Les établissements qui utilisent l'approche de modèles internes pour satisfaire à leurs exigences de fonds propres pour les risques de marché doivent se doter d'un programme de stress testing à la fois rigoureux et complet ;
- Les scénarii de crise doivent couvrir toute la gamme des facteurs pouvant donner lieu à des profits ou pertes exceptionnels ou rendre difficile la maîtrise des risques bancaires ;
- Ces scénarii doivent être de nature quantitative et qualitative, de manière à évaluer les conséquences des perturbations importantes des marchés et à identifier des situations plausibles susceptibles d'entraîner de grandes pertes. En outre, l'établissement doit dresser l'inventaire des mesures à prendre pour réduire ses risques et préserver ses fonds propres.

Il est important de noter qu'il n'existe pas aujourd'hui de standards précis pour l'élaboration des scénarii de crise. Nous nous contenterons dans un premier temps d'avoir à l'esprit la problématique suivante : un programme de stress testing doit être en mesure de répondre à ces trois questions :

- Quelles seront les pertes si le scénario X se produit ?
- Quels sont les pires scénarios pour l'institution ?
- Que pouvons-nous faire pour limiter les pertes dans ce cas ?

Sachant par ailleurs que l'intérêt de la Commission Bancaire est que ces simulations puissent influencer directement les choix de la direction en matière de gestion des risques, il faut avoir en tête deux autres exigences :

- la crédibilité du scénario aux yeux de la Direction Générale ;
- la bonne lisibilité pour cette dernière de l'exposition du portefeuille aux différents facteurs de risque préalablement définis.

2.3.3. Les techniques du Stress Tests

Les Stress Tests décrivent diverses techniques utilisées par les institutions financières afin d'évaluer leur vulnérabilité potentielle à des événements exceptionnels, mais plausibles.

○ **Tests de sensibilité**

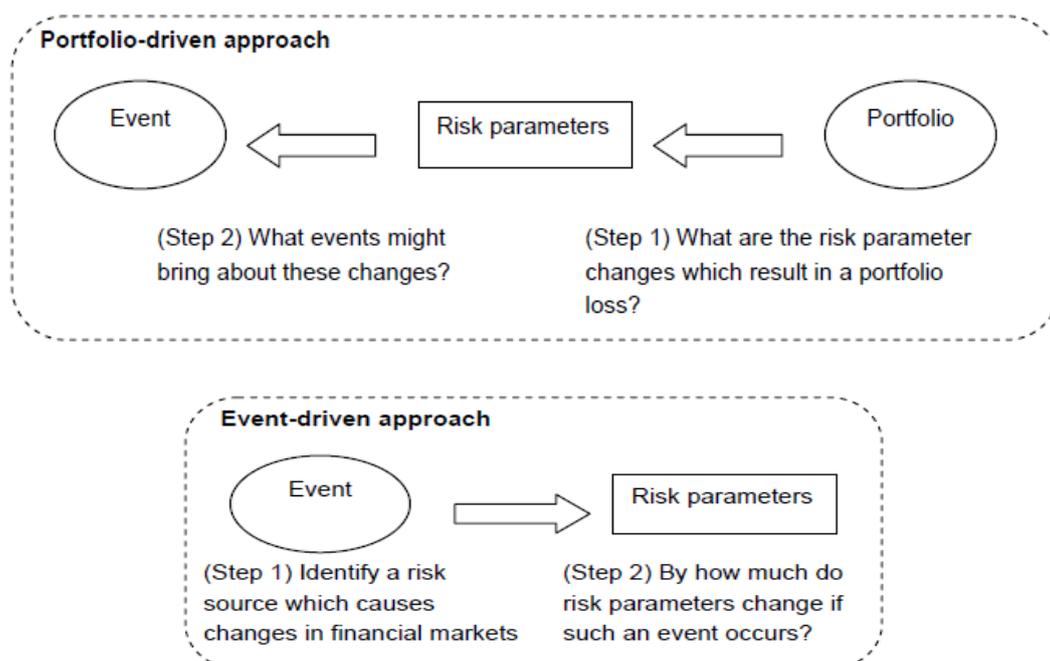
Les entreprises courent un grand nombre de tests de sensibilité par les quels les paramètres de risque sont modifiés instantanément par un montant unitaire, comme une baisse de 10% ou une hausse de 10 points bases. Ces tests peuvent être exécutés rapidement et sont utilisés par les hauts gestionnaires dans un certain nombre d'institutions pour former une première approximation de l'impact d'un déménagement pour une variable financière sur l'entreprise (Committee on the Global Financial System, 2005).

Motocu et al. (2009) affirment que les tests de sensibilité permettent d'évaluer l'impact des grands mouvements des variables financières sur la valeur des portefeuilles. Ces tests peuvent être couramment utilisés comme une première approximation de l'impact du portefeuille d'un mouvement de marché financier. Cependant, le manque d'analyse historique et économique peut limiter son utilité pour les décisions de gestion des risques à plus long terme.

○ **Scénarios des Stress Tests**

D'après le Comité sur le Système Financier Mondial (2005), les scénarios des Stress Tests sont généralement constitués, soit selon l'approche par portefeuille « Portfolio driven approach », soit selon l'approche par événements « Event driven approach ».

Figure 6 : les Approches à la formulation des scénarios de Stress Tests



Source: Committee on the Global Financial System (2005)

Concernant l'approche par portefeuille, les gestionnaires des risques doivent d'abord discuter et identifier les vulnérabilités actuellement détenues dans le portefeuille. Par la suite, ils doivent formuler des scénarios plausibles en vertu desquels ces vulnérabilités sont stressées.

En revanche, pour l'approche par événements, les scénarios obtenus sont formulés à base d'événements plausibles et de savoir comment ces événements pourraient affecter les facteurs de risque pertinents dans le portefeuille de l'entreprise. Ces scénarii sont souvent formulés suite à la demande de la direction et sont parfois motivés par les événements récents, comme par exemple la hausse des prix du pétrole.

Le choix des scénarii basés sur des événements ou sur le portefeuille dépend de plusieurs facteurs, y compris la pertinence d'événements historiques pour le portefeuille et les ressources disponibles pour effectuer l'exercice (Motocu et al., 2009).

Selon le Comité sur le Système Financier Mondial (2005), les événements peuvent être considérés comme des scénarios historiques ou hypothétiques.

– Les scénarii historiques

Ce type de scénarii est demandé explicitement par la Commission Bancaire. Il consiste à répliquer des chocs observés lors des crises passées aux positions actuellement détenues par un établissement. En effet, on se concentre sur l'évolution de nos facteurs de risque sur une période donnée et on en déduit la ou les "pires périodes" qui constitueront nos scénarios de crise. C'est évidemment dans le choix de ces "pires périodes" que va résider la qualité des scénarii proposés.

En d'autres termes, cette méthode consiste à utiliser les données des crises passées et à employer la méthode de simulation historique sur ces périodes troublées pour calculer une perte potentielle maximale. L'établissement financier a alors une estimation de ce que causerait la survenance de ces mêmes crises avec le portefeuille de négociation actuel.

– Les scénarii hypothétiques

Ce type n'est plus fondé sur l'analyse des données passées mais qui, à partir d'un événement inattendu (politique ou économique), tente de créer l'enchaînement des événements engendrés puis les calibrer quantitativement de manière à créer le scénario de crise.

2.4. Le concept de la VaR stressée

2.4.1. Contexte et définition

Suite à la crise de 2007-2008, le comité de Bâle a publié en 2009 un document sur la révision de la prise en compte des risques de marché dans les accords de Bâle II¹¹.

Cette crise avait révélé une sous-estimation du risque mesuré par des modèles VaR en période de forte volatilité. Dans ce contexte, les pertes de la plupart des portefeuilles de négociation des banques durant cette crise financière ont été largement supérieures au capital requis. Ce phénomène a démontré que l'exigence minimale en capital n'était pas assez prudente. C'est la raison pour laquelle les révisions des accords de Bâle II en 2009 recommandent le calcul d'une VaR stressée, basée sur un scénario de crise, en vue de capturer les événements de perturbation des marchés.

La mesure de VaR stressée est établie sur un historique d'observation incluant une période de fortes turbulences. Cependant, la réglementation précise que le seul calcul d'une VaR stressée ne sera pas suffisant pour capturer les pertes extrêmes que peuvent subir les institutions financières en période de crise. Comme pour la VaR standard, des stress-tests quantitatifs et qualitatifs doivent être mis en œuvre périodiquement afin de prendre en compte l'effet de scénarios défavorables sur le capital réglementaire.

2.4.2. Les paramètres de la VaR stressée

Les critères fixés par le comité de Bâle pour le calcul de la VaR stressée, sont les suivants :

- La VaR stressée doit être calculée hebdomadairement ;
- Le niveau de confiance est de 99% ;
- L'horizon minimal de détention est de 10 jours ouvrés ;
- La période d'observation doit correspondre à une période de stress financier significative au portefeuille de la banque.

2.4.3. VaR stressée et exigences minimales de fonds propres

Comme indiqué dans le cadre des révisions de l'accord Bâle II, la VaR stressée ou SVaR est déterminée à partir d'un historique de crise. L'introduction de ce nouveau concept doit

¹¹ Basel Committee on Banking Supervision, 2009

permettre de remédier aux faiblesses de la VaR classique en déterminant le montant minimal de fonds propres par une combinaison linéaire des VaR classique et stressée tel que :

$$c = \max (\text{VaR}_{t-1}, m_b \text{ VaR}_{\text{avg}}) + \max (\text{SVaR}_{t-1}, m \text{ SVaR}_{\text{avg}})$$

Où c est le montant minimal de fonds propres requis, VaR_{t-1} et VaR_{avg} désignent respectivement la VaR classique en $(t-1)$ et la moyenne des VaR_{t-1} sur une période de 60 jours, SVaR_{t-1} est la VaR stressée en $(t-1)$ et SVaR_{avg} la moyenne des VaR stressées en $t-1$ sur une période de 60 jours. m_b et m sont des facteurs multiplicatifs déterminés par les autorités de supervision.

CONCLUSION

Vu l'importance de volatilité accrue des marchés financiers, il est nécessaire pour toute institution financière de donner une grande importance à la gestion des risques auxquels elle s'expose quotidiennement. Elle doit se préparer ainsi aux scénarii les plus défavorables pour pouvoir réagir d'une manière efficace et ajuster sa position en fonction de son degré d'aversion au risque.

Dans ce chapitre, nous avons mis l'accent sur les différentes techniques de couverture contre le risque de change. Nous avons présenté la Value at Risk comme mesure fiable pour la quantification de ce type de risque.

Cette technique est présentée par les autorités de contrôle bancaire dans le cadre de la mise en place d'un modèle standard de mesure de risque de marché par les banques, afin de calculer ces fonds propres réglementaires. Elle vise à quantifier la perte maximale qu'un portefeuille peut subir sur une période définie et un niveau de confiance donné.

Vu que la VaR ne s'intéresse pas aux valeurs extrêmes et ne permet pas de mesurer réellement les pertes lors des périodes de crise, les autorités de contrôle nécessitent l'utilisation d'un programme de simulation des crises (Stress Tests) et la VaR stressée (SVaR), comme complément de la VaR, afin de quantifier les pertes possibles lors des événements anormaux du marché.

Dans le chapitre suivant, nous essayerons de mettre en pratique les différents aspects liés à la gestion du risque de change et ceci en présentant les différentes méthodes de calcul de la VaR.

CHAPITRE III : VALIDATION EMPIRIQUE SUR UN PORTEFEUILLE DE DEVISES

INTRODUCTION

Suite au développement des activités de marché dans la dernière décennie, les établissements financiers se trouvent de plus en plus exposés aux risques de marché, notamment le risque de change. Face à cette situation, deux éléments paraissent nécessaires à mettre en place, d'une part, une gestion plus fine et une estimation plus exhaustive de ces risques, et d'autre part, une réglementation bancaire qui a évolué vers une approche prudentielle en s'appuyant sur la supervision, la discipline du marché et les ratios prudentiels.

Ce chapitre est consacré à quantifier le risque de change à travers le modèle VaR, exigé par le comité de Bâle dans le cadre de l'approche interne de mesure des risques de marché, en se basant sur les différentes méthodes de calcul présentées dans le deuxième chapitre. Par ailleurs, nous allons tester sa performance par le biais d'un Backtesting. Vu que la VaR ne s'intéresse pas aux valeurs extrêmes, nous présenterons des mesures de risque extrême à savoir la Value at Risk conditionnelle (CVaR) et les Stress Tests.

Nous allons présenter dans une première section la méthodologie de notre étude empirique. Dans une deuxième section, nous allons effectuer une étude exploratoire qui sert à présenter notre base des données et à étudier la distribution des rendements de notre portefeuille.

Ensuite, nous allons dans une troisième section procéder au calcul de la VaR à s'avoir la VaR historique, la méthode de simulation de Monte Carlo ainsi que la VaR sous la loi normale à travers l'estimation des modèles GARCH et VGARCH.

Finalement, nous proposons dans une quatrième section une mesure de risque extrême qui mesure l'étendue des pertes au-delà de la VaR à travers la CVaR. Nous élaborons, par la suite, le programme du Backtesting afin de tester la performance des différentes méthodes de calcul de la VaR et la CVaR et de vérifier ses résultats avec les faits réels. Nous présentons par la suite des scénarii de stress cohérents avec les risques financiers passés afin de quantifier les événements extrêmes.

SECTION 1 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE

Dans le cadre de ce mémoire, nous exposons une application empirique ayant pour principal objectif de proposer l'adoption d'un modèle d'évaluation des risques potentiels de pertes maximales, exigé par le Comité de Bâle dans le cadre de l'approche interne de mesure des risques de marché, à savoir la Value at Risk. Ce modèle accompagné par un Backtesting afin d'estimer la performance de cette approche. En vue de compléter la mesure des risques extrêmes, nous proposons utiliser la CVaR et les Stress Tests.

1.1. Le choix du modèle

Au cours de ce mémoire, nous nous intéressons à mesurer le montant maximum des pertes d'un portefeuille de devises sur un horizon de temps donné en appliquant le modèle de la Value at Risk. Ce choix a été motivé par deux raisons principales. Premièrement, cette approche est exigée par le Comité de Bâle comme étant un outil adéquat de contrôle interne qui devra assurer la qualité du processus de mesure, de suivi, et de gestion du risque. Deuxièmement, cet indicateur est facile à mettre en œuvre et simple à interpréter du fait qu'il représente le risque par un seul chiffre.

1.2. Calcul des rendements

Avant de passer aux différentes approches de calcul de la VaR, il est nécessaire de calculer les rendements des deux devises ainsi que les rendements de notre portefeuille. En effet, le risque de change se traduit par l'impact des variations des cours de change sur la rentabilité. Ainsi, les profils et pertes sont généralement exprimés sous forme des rendements. Ainsi, les rendements sont calculés sous l'expression suivante :

$$r_{it} = 100 * \ln \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right)$$

Où r_{it} représente le rendement du cours de la devise i à la date t , $P_{i,t}$ est le cours de la devise i à la date t et $P_{i,t-1}$ représente le cours de la devise i à la date $t-1$.

Dans le cas d'un portefeuille des devises, le rendement R_p s'écrit sous la forme suivante :

$$R_p = \sum_{i=1}^n \omega_i r_i$$

Où r_i présente le rendement de chaque actif i dans le portefeuille et ω_i son poids.

En vue d'une meilleure spécification de la méthode de calcul de la VaR la mieux adaptée, nous nous donnons pour objectif de déterminer les propriétés statistiques les plus importantes des séries relatives aux rendements. En effet, les aspects théoriques de la VaR ont montré que la détermination de la distribution des rendements présente l'une des étapes les plus importantes pour l'estimation de cette mesure.

1.3. Les tests statistiques

Cette partie est consacrée à présenter les tests de normalité et de stationnarité que nous allons appliquer sur les séries des rendements étudiées à savoir le test de Jarque Bera et le test des racines unitaires : Augmented Dickey Fuller. Pour effectuer ces tests, nous utilisons le logiciel Eviews et XLstat 2010.

1.3.1. Test de la normalité

○ Coefficient de Skewness

Le coefficient d'asymétrie ou Skewness permet de mesurer le degré d'asymétrie de la distribution d'une série autour de sa moyenne. Il correspond au moment centré d'ordre trois normalisé par la variance et est un indicateur de la symétrie de la distribution (David, 1999) :

$$S = \frac{\mu_3}{\sigma^3} = \frac{E[Y-E[Y]]^3}{\sigma^3}$$

Ce coefficient peut prendre trois cas :

- ✓ $S = 0$: la distribution est dite symétrique telle que la distribution de la loi normale ;
- ✓ $S > 0$: la distribution présente une asymétrie positive ;
- ✓ $S < 0$: la distribution présente une asymétrie négative.

○ Coefficient de Kurtosis

Le coefficient d'aplatissement ou Kurtosis correspond à la mesure du degré d'aplatissement des différentes séries des rendements. En d'autres termes, il correspond au moment centré d'ordre quatre normalisé par la variance et est un indicateur de l'épaisseur relative (par rapport à la loi normale) des queues de distribution (David, 1999) :

$$K = \frac{\mu_4}{\sigma^4} = \frac{E[Y-E[Y]]^4}{\sigma^4}$$

L'interprétation de la distribution des rendements à étudier dépend du niveau de son coefficient d'aplatissement. A cet effet, trois cas peuvent se présenter :

- ✓ $K = 3$: la distribution est dite normale, encore appelée distribution mésokurtique;
- ✓ $K > 3$: la distribution est leptokurtique en ce sens qu'elle n'est plus pointue avec des queues de distribution plus épaisses que celle de la loi normale ;
- ✓ $K < 3$: la distribution est platykurtique, c'est-à-dire qu'elle est plus aplatie que la distribution normale.

En dépit de sa courante utilisation et de sa simplicité, le coefficient de Kurtosis présente quelques limites, notamment sa forte sensibilité aux très grandes valeurs. En outre, si la taille de l'échantillon n'est pas très grande, son estimation peut être erronée. Dans ce cas, le Kurtosis n'est pas une mesure robuste de non normalité. Pour remédier à cette lacune, nous procédons au test de Jarque Bera.

○ Test de Jarque Bera

Le test de Jarque Bera (JB) permet de vérifier si les observations correspondent à des réalisations d'une loi normale ou non. En se basant sur les coefficients d'asymétrie (Skowness) et d'aplatissement (Kurtosis), la statistique de JB mesure la différence de ces deux indicateurs par rapport à ceux de la loi normale.

Ce test apparaît comme un test d'hypothèse sur la normalité de la série des rendements à étudier. Il est fondé sur les deux hypothèses suivantes (Brys et al., 2004) :

H_0 : les données suivent une loi normale ;

H_1 : les données ne suivent pas une loi normale.

La statistique du test de Jarque Bera s'écrit sous la forme suivante :

$$JB = \frac{N}{6} S^2 + \frac{N}{24} (K - 3)^2$$

Où N désigne le nombre d'observations. S et K représentent respectivement le coefficient de Skewness et de Kurtosis de la série observée.

Il est à noter que la statistique JB suit une loi du Khi-deux à 2 degrés de liberté $\chi^2(2)$.

1.3.2. Test de stationnarité : Augmented Dickey Fuller

Dickey et Fuller (1976) sont les premiers à fournir un ensemble d'outils statistiques formels pour détecter la présence d'une racine unitaire dans un processus purement autorégressif du premier ordre : AR(1).

En 1981, les deux auteurs étendent ensuite cette procédure de test à des processus purement autorégressifs d'ordre p , tel que le nombre p de retard est connu. Il est fondé sur l'estimation par les MCO, sous l'hypothèse alternative, de trois modèles autorégressifs d'ordre p dont les erreurs sont identiquement et indépendamment distribuées : le modèle sans constante, le modèle avec constante et le modèle avec constante et tendance (Ertur, 1998).

$$\text{Modèle (1)} : \Delta y_t = \phi y_{t-1} + \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta y_{t-j+1} + u_t \quad u_t \sim \text{i.i.d} (0, \sigma_u^2)$$

$$\text{Modèle (2)} : \Delta y_t = c + \phi y_{t-1} + \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta y_{t-j+1} + u_t$$

$$\text{Modèle (3)} : \Delta y_t = c + bt + \phi y_{t-1} + \sum_{j=2}^p \phi_j \Delta y_{t-j+1} + u_t$$

L'hypothèse nulle du test ADF est l'hypothèse de la racine unitaire (ou de non stationnarité) de la variable y_t soit l'hypothèse $H_0 : \phi = 0$. Ce test consiste à comparer la valeur estimée du t *du Student* associé au paramètre ϕ aux valeurs tabulées de cette statistique.

Afin de mener le test ADF, nous devons suivre les étapes suivantes :

- La première étape consiste à estimer le modèle (3). Nous commençons à tester la significativité de la tendance. Si cette dernière est significative, nous testons l'hypothèse nulle de racine unitaire en se référant aux valeurs critiques de Dickey Fuller. Dans le cas contraire, nous passons à l'étape suivante ;
- La deuxième étape consiste à estimer le modèle (2). Nous testons ainsi la significativité de la constante. Si cette dernière est significative, nous testons l'hypothèse nulle de racine unitaire. Dans le cas contraire, nous passons à l'étape suivante ;
- La dernière étape consiste à estimer le modèle (1). Nous testons ainsi l'hypothèse nulle de racine unitaire.

1.4. Calcul de la VaR

La Value at Risk est une estimation de la perte potentielle (exprimée dans une unité monétaire) qui peut résulter de la détention d'un portefeuille de produits financiers sur une période donnée, avec un niveau de confiance choisi à priori, dans des conditions défavorables de fluctuation des marchés.

Puisqu'il existe différents modèles d'estimation de la VaR, les résultats peuvent différer fortement les uns des autres. Dans notre étude, nous tenons compte des trois méthodes de calcul de la VaR, à savoir la méthode historique, la méthode de simulation de Monte Carlo et la méthode paramétrique par l'estimation des modèles ARCH, GARCH et VGARCH, afin de choisir celle qui donne des résultats les plus performants (ces méthodes sont décrites dans le deuxième chapitre). Pour cette raison, nous allons tester cette performance par le biais d'un Backtesting. En outre, nous calculons la CVaR comme mesure de perte extrême.

○ Modèle ARCH

Ce modèle est présenté comme suit :

$$\begin{aligned}y_t &= \mu + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= z_t \sigma_t \\ \sigma_t^2 &= \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2\end{aligned}$$

Où z_t représente le bruit blanc avec $E(z_t) = 0$ et $\text{var}(z_t) = 1$, ε_t représente un processus stochastique en temps discret. σ_t^2 est la variance conditionnelle du processus y_t à la date t . $\omega > 0$ et $\alpha_i \geq 0$ pour tout i , p le nombre de retards.

○ Modèle GARCH

Les modèles ARCH généralisés ou GARCH (Bollerslev, 1986) s'écrivent sous la forme suivante :

$$\begin{aligned}y_t &= \mu + \varepsilon_t \\ \varepsilon_t &= z_t \sigma_t \\ \sigma_t^2 &= \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2\end{aligned}$$

Où ε_t représente un processus stochastique en temps discret. σ_t^2 , σ_{t-i}^2 désignent respectivement la variance conditionnelle du processus à la date t et $t-i$. $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$ et $\beta_i \geq 0$ pour tout i , p et q représentent le nombre de retards.

○ **Modèle VGARCH**

Ce modèle, introduit par Engle et Kroner (1995), nous permet d'estimer la volatilité conditionnelle du portefeuille sous la loi normale afin de quantifier le risque de change.

Dans notre cas, où le portefeuille est composé de deux devises, la matrice h_t des variances-covariances estimées des actifs dans le portefeuille selon le modèle VGARCH s'écrit comme suit :

$$h_t = \begin{pmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ c_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{12,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{pmatrix}$$

Où $h_{ij,t}$ et $h_{ij,t-1}$ représentent respectivement les covariances des actifs i et j existant dans le portefeuille à la date t et $t-1$. $\varepsilon_{i,t-1}^2$ représente le terme d'erreur de l'actif i dans le portefeuille à la date $t-1$. Les résultats estimés par ce modèle sont traités par le logiciel STATA.

SECTION 2 : PRESENTATION ET ANALYSE DES DONNEES

Avant de commencer à calculer la VaR, il y a lieu de présenter notre base de données et d'exposer ses différentes caractéristiques descriptives, essentiellement la normalité et la stationnarité. Les données de base sont relatives aux évolutions des cours de change moyens sur le marché de change interbancaire tunisien.

2.1. Présentation de l'échantillon

Dans le cadre de ce mémoire, nous nous intéressons aux séries de change interbancaires moyens de deux devises à s'avoir le dollar américain (USD) et la monnaie européenne (EUR). Ce choix a été essentiellement influencé par la dominance des transactions sur le marché de change interbancaire tunisien dans ces deux monnaies.

De ce fait, la volatilité des cours de change correspond à ces deux devises et constitue une information pertinente pour la gestion du risque de change vu son impact important sur la trésorerie de chaque entreprise et institution financière qui traite des opérations à l'échelle internationale.

Notre base de données regroupe l'évolution des cours de change quotidiens (jours ouvrables dans le système bancaire tunisien) du dollar américain et de l'euro contre le dinar tunisien, s'étalant sur une période allant du 02/01/2013 jusqu'au 30/09/2015, soit 680 observations pour chaque devise. Ces données sont collectées sur le site de la Banque Centrale de Tunis suite à la disponibilité de l'information.

Le tableau suivant résume les statistiques descriptives des deux devises étudiées.

Tableau 5 : Statistiques descriptives des cours de change

Echantillon	Obs.	Minimum	Maximum	Médiane	Moyenne	Ecart type
Euro	680	2,0426	2,3342	2,1912	2,1965	0,0711
Dollar US	680	1,5324	2,0010	1,6691	1,7405	0,1450

D'après ce tableau, nous remarquons que les moyennes des deux devises sont différentes de leurs médianes, ce qui nous permet de conclure que les distributions ne sont pas symétriques.

La figure ci-après retrace le comportement quotidien des taux de change de l'Euro et du dollar. L'étude de l'évolution de la parité EUR/TND montre que le cours de l'Euro est passé

de 2,0508 au début de la période à 2,2016 en fin de période, soit une évolution de 7,35%. Par ailleurs, la volatilité de la parité USD/TND montre une certaine tendance haussière durant la période d'observation. En effet, le cours du dollar est passé de 1,5475 au début de la période à 1,9661 en fin de période, soit une évolution de 27,06 %.

Figure 7 : Evolution du cours du dinars vis-à-vis de l'euro et du dollar



2.2. Calcul des rendements du portefeuille

Selon la théorie du portefeuille, le rendement d'un portefeuille est la moyenne pondérée des rendements de chaque actif le constituant, sachant que les proportions sont les poids des actifs dans le portefeuille.

Dans notre cas, nous avons calculé le poids de chaque devise en tenant compte des volumes des transactions sur le marché interbancaire. Le tableau ci-dessous présente la répartition des volumes de change des différentes devises échangées sur ce marché interbancaire tunisien pour l'année 2015. Ce dernier confirme la dominance des transactions sur l'euro et le dollar.

Tableau 6 : Répartition par devise sur le marché interbancaire (EN TND)

Indicateurs	8 mois 2015	9 mois 2015
USD	7 201,6	7 900,6
EUR	11763,4	13119,9
JPY	24,4	25,0
Autres	16,4	26,2
Total	19 005,8	21071,7

Source : Banque Centrale de la Tunisie

En se référant au tableau ci-dessus, les poids de l'euro et du dollar dans le portefeuille sont calculés comme suit :

$$\begin{aligned} - \text{ Poids de l'euro} &= \frac{11763,4}{11763,4 + 7\,201,6} = \frac{13119,9}{13119,9 + 7\,900,6} = 62\% \\ - \text{ Poids du dollar} &= \frac{7\,201,6}{11763,4 + 7\,201,6} = \frac{7\,900,6}{13119,9 + 7\,900,6} = 38\% \end{aligned}$$

Dans ce cas, le rendement du portefeuille correspond à la date t , noté $R_{p,t}$, est :

$$R_{p,t} = 62\% * r_{eur,t} + 38\% * r_{usd,t}$$

Où $r_{eur,t}$ et $r_{usd,t}$ représentent respectivement les rendements des deux devises à la date t .

2.3. Analyse descriptive des rendements

Afin de mieux cerner les différentes caractéristiques de notre portefeuille, nous avons étudié, en premier lieu, la normalité des séries des rendements. Pour cela, nous avons commencé par une étude graphique des distributions de ces rendements. Nous nous intéressons par la suite à prouver les résultats obtenus par l'application du test de normalité de Jarque Bera. En second lieu, nous examinons la stationnarité de ces séries en se référant au test des racines unitaires.

2.3.1. Etude de la normalité

○ Etude graphique

A travers l'étude des histogrammes des rendements, nous essayons de comparer la distribution des rendements et ses ajustements avec la distribution gaussienne. Les histogrammes ci-dessous montrent bien la divergence des distributions empiriques par rapport à la loi normale. En effet, les séries sont asymétriques. Elles présentent des queues de distribution plus épaisses que celles de la loi normale, et des valeurs centrales plus piquées.

Figure 8 : Histogrammes des rendements de l'euro et du dollar

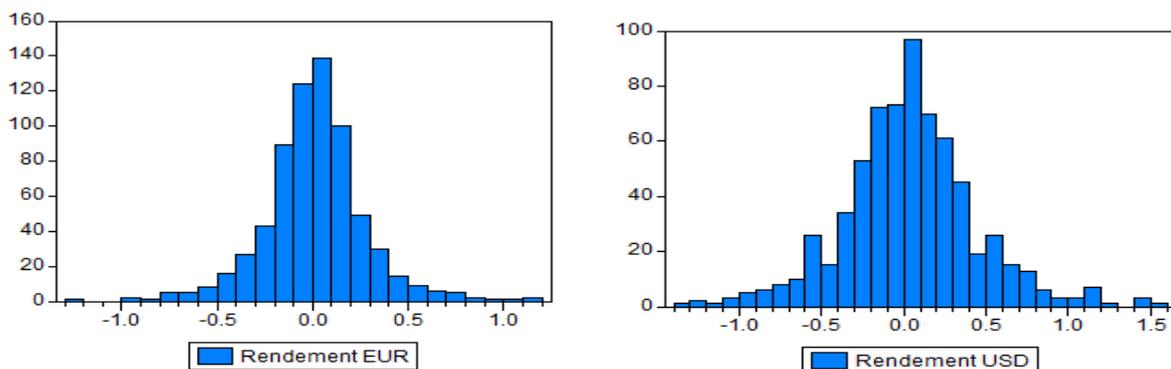
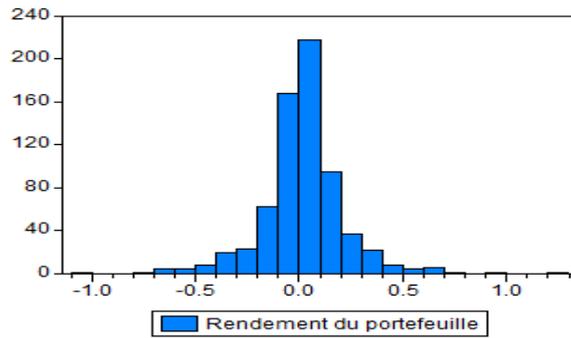


Figure 9 : Histogramme des rendements du portefeuille



Afin de mieux tester la conformité de la distribution empirique des rendements étudiés avec la loi normale, nous avons utilisé la fonction quantile-quantile plot (QQ-plot). En effet, la QQ-Plot suppose que l'alignement des points de la courbe justifie cette supposition. Dans le cas contraire, elle consiste au rejet de cette hypothèse.

D'après les graphiques ci-dessous, il est clair que pour les valeurs centrales, les distributions des rendements s'ajustent parfaitement à la distribution normale. Cependant, nous remarquons qu'il existe un écart entre les différentes distributions pour les valeurs extrêmes.

Figure 10 : Comparaison des quantiles de la loi normale et des rendements de l'EUR et l'USD

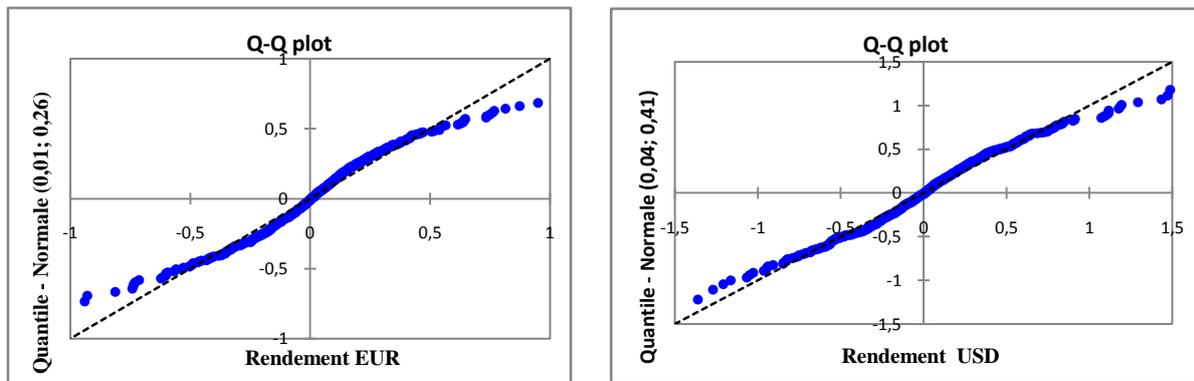
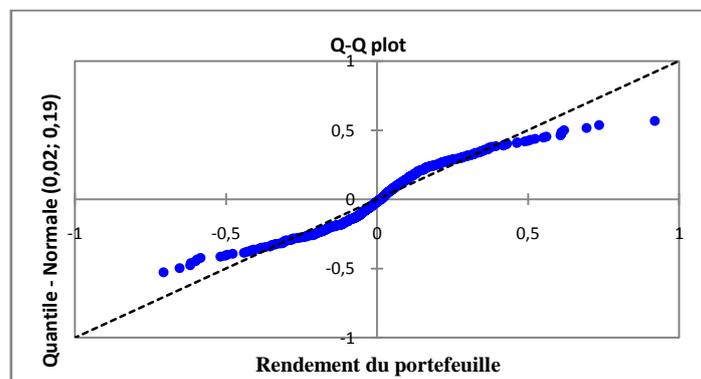


Figure 11 : Comparaison des quantiles de la loi normale et des rendements du portefeuille



○ Résultats du test et interprétation

Les résultats des tests de normalité appliqués sur nos séries des rendements sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 7 : Résultats du test de normalité de Jarque Bera

Variabiles	Skewness	Kurtosis	Jarque Bera	Probabilité
Rendement EUR	0,083517	5,744904	213,9529	0.0000
Rendement USD	0,181353	4,328506	53,65473	0.0000
Rendement portefeuille	0,148217	8,338872	808,8990	0.0000

Le tableau ci-dessous permet de faire ressortir des constatations importantes concernant la forme des distributions statistiques des rendements des séries étudiées :

- Le coefficient de Skewness, accordé à ces trois séries de rendements s'avère positif, ce qui signifie que les distributions présentent une queue longue décalée vers les valeurs positives (asymétrie positive).
- Le coefficient de Kurtosis est largement supérieur à trois pour les différentes séries étudiées, ce qui signifie que les vecteurs des rendements sont sur-gaussiens à densité de probabilité piquée au centre de la distribution et à queue de distribution plus épaisse que la loi gaussienne. Il convient de conclure que les distributions sont leptokurtiques.
- La statistique de Jarque Bera est nettement supérieure à celle de $\chi^2(2)$ pour les trois séries des rendements. En outre, la probabilité associée à cette statistique est nulle, ce qui affirme que les distributions ne suivent pas une loi normale.

2.3.2. Etude de la stationnarité

○ Etude graphique

Afin d'examiner la stationnarité des séries temporelles des rendements, nous avons eu fait recours à une représentation graphique de ces derniers. D'après les figures ci-dessous, nous pouvons constater que les distributions des rendements sont stationnaires en moyenne mais pas en variance. En effet, nous remarquons que les observations oscillent autour d'une moyenne fixe nulle mais avec une amplitude variante au cours du temps.

Figure 12 : Densité de la rentabilité journalière de l'euro

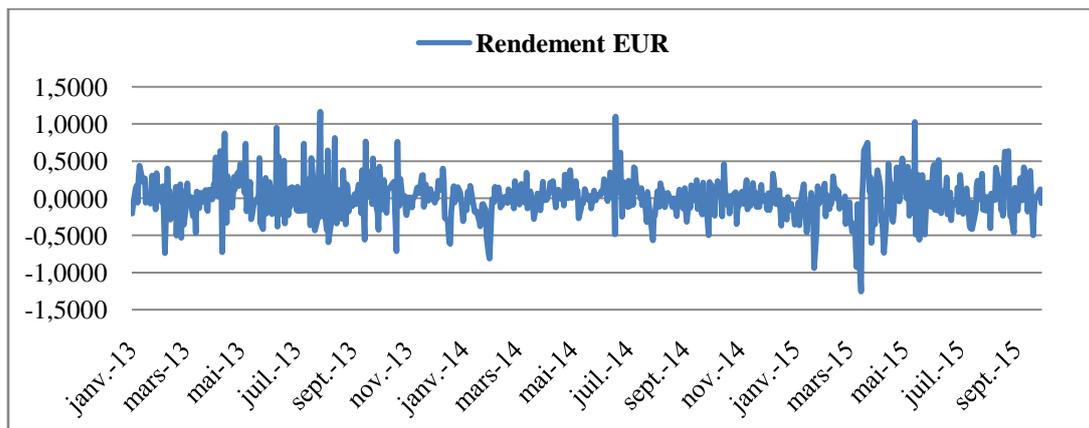


Figure 13 : Densité de la rentabilité journalière du dollar

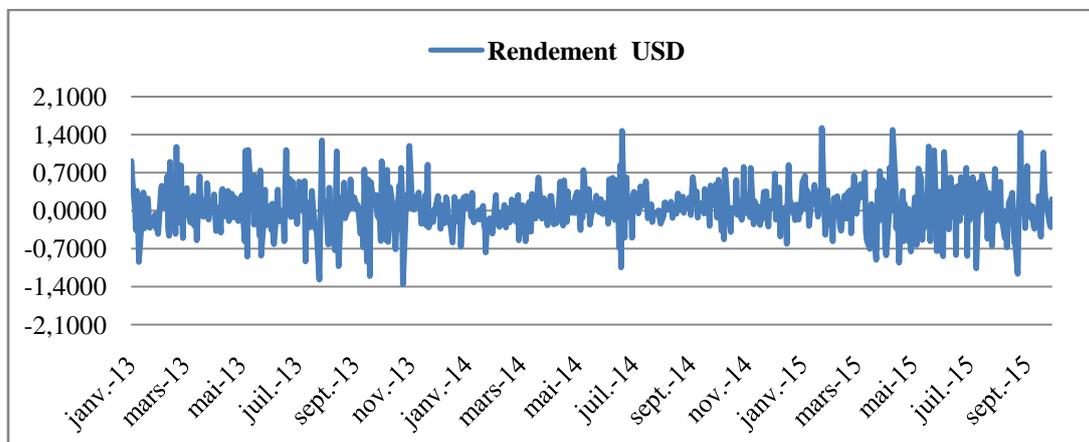
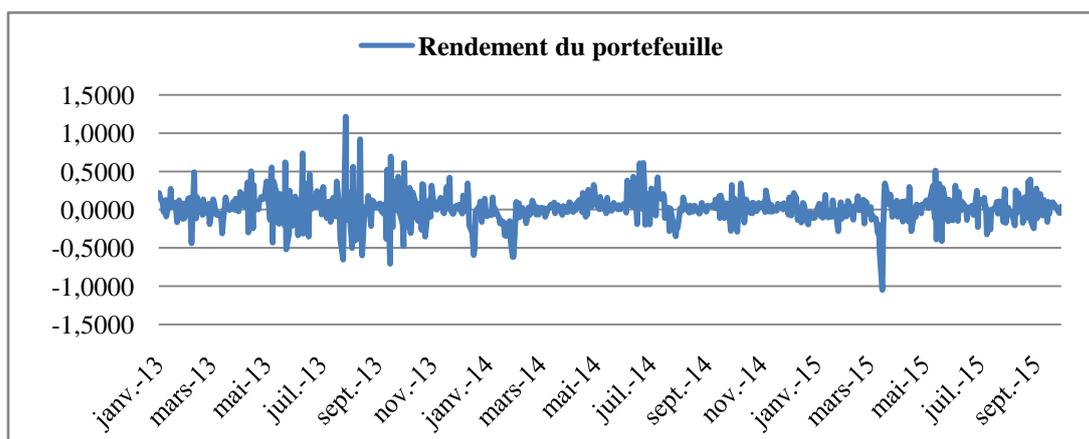


Figure 14 : Densité de la rentabilité journalière du portefeuille



- **Test de stationnarité (Augmented Dickey Fuller)**

L'hypothèse nulle de ce test est que la variable concernée est non stationnaire. Autrement, on accepte H_0 si t -statistic > aux valeurs critiques aux seuils de 1%, 5% et 10%.

En appliquant ce test sur Eviews, nous obtenons les résultats suivants (voir annexe 2):

Tableau 8 : Résultats du test des racines unitaires

	ADF Test Statistic	1% critical Value	5% critical Value	10% critical Value
EUR	-24.30623	-2.5687	-1.9399	-1.6159
USD	-27.94302	-3.4425	-2.8662	-2.5692
Portefeuille	-27.58511	-3.4425	-2.8662	-2.5692

Suite à l'application du test ADF, nous avons pu vérifier l'hypothèse de stationnarité des séries étudiées. Cependant, ces résultats n'empêchent de remarquer la forte volatilité des rendements, ce qui présente un risque qui devrait être étudié. Ce risque va être quantifié par la suite en calculant la Value at Risk.

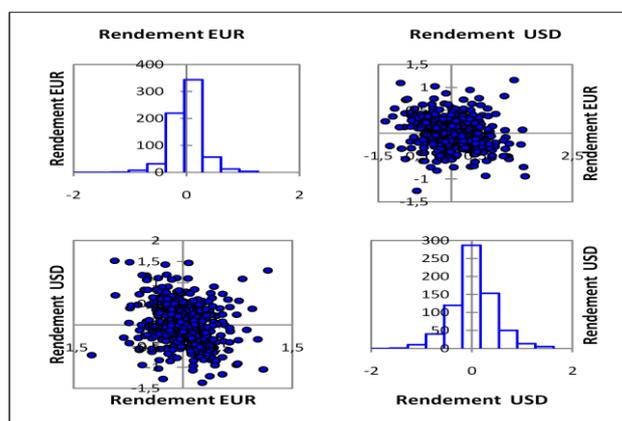
Avant de passer au calcul de la VaR, il est important d'avoir une idée sur la corrélation entre les variables constituant notre portefeuille, à savoir le rendement de l'euro et celui du dollar.

2.3.3. Etude de la corrélation

La figure ci-dessous stipule qu'il y a une relation entre le rendement des deux devises, à savoir l'euro et le dollar. En effet, toute variation d'une unité dans le rendement du dollar induit une variation de -0,2558 dans celui de l'euro. Le signe négatif montre que les mouvements associés de ces deux devises sont contradictoires.

Cette corrélation est prise en considération par la suite dans le calcul du risque lié à ces rendements. En effet, les deux devises ne sont pas fortement corrélées, ce qui peut réduire le risque, c.à.d. le risque que peut engendrer une devise peut éventuellement être compensé par l'autre devise.

Figure 15 : Corrélation entre les rendements de l'Euro et du Dollar



SECTION 3 : RESULTATS D'APPLICATION DE LA VAR

Face à la mutation perpétuelle de l'environnement financier, le gestionnaire du portefeuille est appelé à faire une étude permettant de prévoir les risques futurs tout en gardant la possibilité de comparer les résultats obtenus aux faits réels.

A cet effet, nous essayerons de décomposer notre période d'étude en deux sous-périodes : la première s'étalant du 02/01/2013 au 31/12/2013, période comportant les rendements de notre base historique¹², et la deuxième période allant du 02/10/2014 jusqu'au 30/09/2015 constitue la période future d'observation. L'importance de ce découpage réside dans l'opportunité de comparer les résultats obtenus à partir de la période historique et les observations de la période future.

Dans cette section, nous nous intéressons à quantifier le risque de change à travers la VaR. Nous exposons par la suite les différents graphiques évolutifs permettant de voir explicitement le comportement de nos mesures de risque au fil du temps et selon les différentes méthodologies employées. Nous allons utiliser trois niveaux de confiance différents, soient à 95%, 97,9% et 99% afin d'analyser le comportement des différents calculs sur les différents quantiles de la distribution.

3.1. VaR historique

L'objectif de cette partie consiste à analyser et à mettre en valeur les résultats trouvés concernant le calcul de la VaR historique de l'EUR, de l'USD ainsi que celle du portefeuille composé de ces deux devises.

Tableau 9 : Résultats de la VaR historique dans un horizon d'un jour (en%)

Niveau de confiance	95%	97,5%	99%
EUR	-0,4179	-0,5600	-0,7301
USD	-0,6232	-0,8203	-0,9787
Portefeuille	-0,3009	-0,3926	-0,5873

¹² D'après le Comité de Bâle sur le contrôle bancaire (Juin 2006) : « La période d'observation (échantillon historique) pour le calcul de la VaR ne doit pas être inférieure à un an ».

Comme l'indiquait le tableau précédent, pour un investissement d'un montant de 1000 DT dans l'EUR, respectivement en USD, l'investisseur est sûr à 95% de chance que sa perte ne va pas dépasser 4,179 DT, respectivement 6,232 DT, dans un horizon temporel d'un jour.

Ce tableau montre que le niveau de la VaR est une fonction croissante du niveau de confiance considéré. En effet, pour un investissement de 1000 DT en Euro, respectivement en USD, la perte maximale s'élève à 7,301 DT, respectivement 9,787 DT au seuil de 99%.

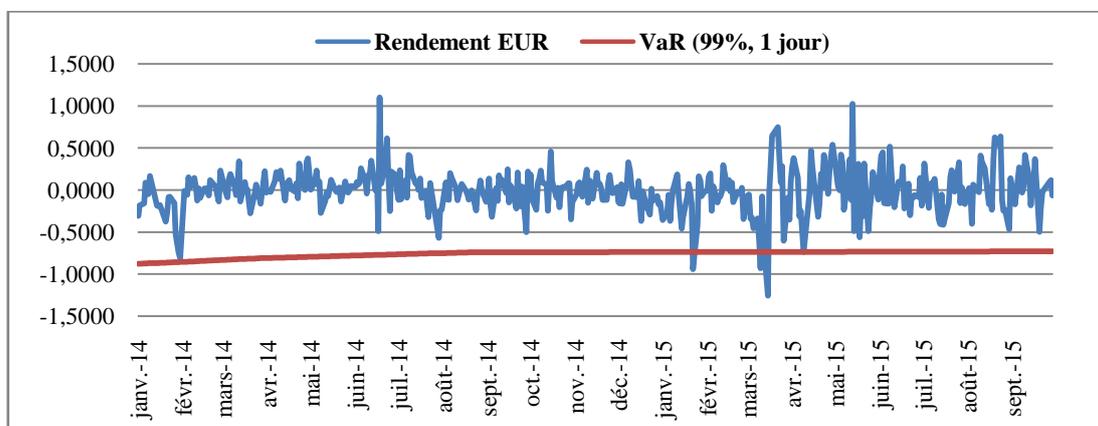
Nous remarquons ainsi que la VaR historique associée à un investissement en dollar demeure plus importante que celle associée à un investissement en euro, et ce pour tous les niveaux des confiances mis en question. Ce résultat vient confirmer les résultats de la statistique descriptive des rendements de ces deux devises, qui a prouvé que le dollar présente une volatilité plus importante que celle de l'euro.

Pour l'ensemble du portefeuille composé des deux devises étudiées précédemment, un investissement d'un montant de valeur 1000 DT au seuil de 95% engendre une perte maximale de 3,009 DT par jour. Elle est à l'ordre de 3,926 DT au seuil de 97,9% et 5,873 DT au seuil de 99%. Cette perte résulte du risque de change provenant de ces deux devises.

Nous remarquons ainsi que l'euro et le dollar possèdent un risque plus élevé que celui du portefeuille sur l'ensemble de la période d'observation. En effet, la diversification du portefeuille permet de diminuer le risque mesuré suite à la sous-additivité¹³.

Les figures ci-dessous présentent l'évolution des VaRs historiques et des rendements des trois séries sur notre période d'étude pour 1 jour et au niveau de confiance de 99%.

Figure 16 : VaR historique versus les rendements de l'EUR (en %)



¹³ $\rho(x+y) \leq \rho(x) + \rho(y)$ pour toutes variables x et y

Figure 17 : VaR historique versus les rendements de l'USD (en %)

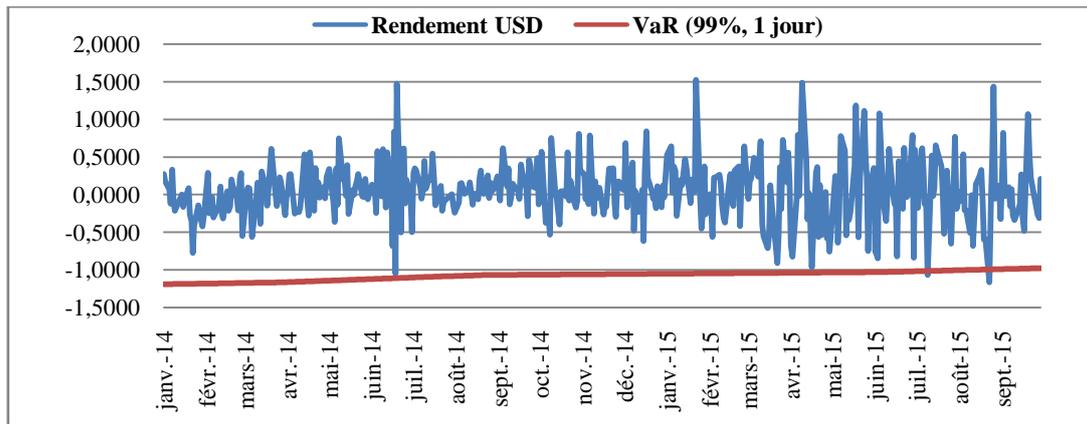
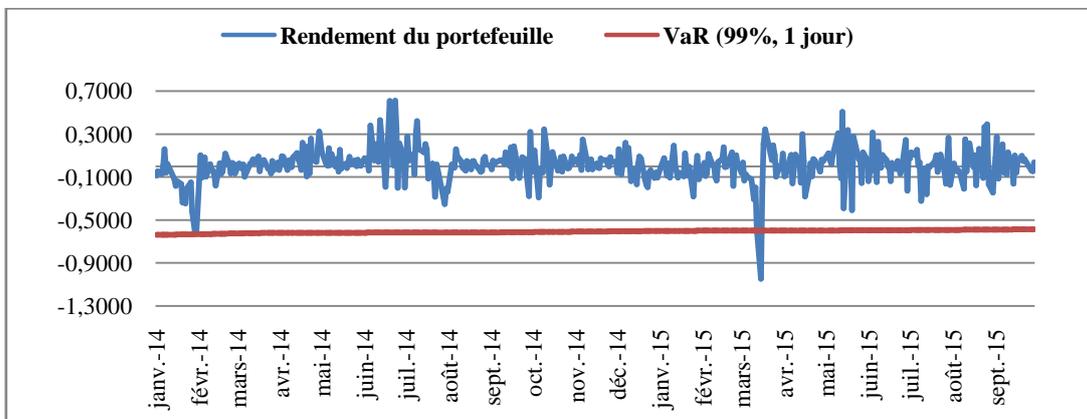


Figure 18 : VaR historique versus les rendements du portefeuille (en %)



A partir de ces figures, il est clair que la méthode historique permet de minimiser les pertes puisqu'elle permet de tenir compte des caractéristiques réelles de la distribution statistique des rendements étudiés.

En effet, ce résultat est à l'origine des changements ayant marqué le paysage politique au cours du mois de janvier 2014, à l'instar de la ratification de la nouvelle constitution et la formation du nouveau gouvernement. Cette période est caractérisée par l'amélioration des activités économiques, notamment le secteur du tourisme, la hausse du rythme de la production dans le secteur industriel surtout dans les industries exportatrices et la diminution du taux d'inflation suite à la stabilité socio-politique. Ces facteurs ont influencé positivement sur l'appréciation du dinar tunisien par rapport à l'euro et le dollar.

Néanmoins, il est à noter que la VaR historique ne permet pas de retracer la dynamique de la volatilité du marché de change. En effet, cette mesure est représentée par une courbe linéaire légèrement croissante.

De plus, cette méthode suppose que nous avons assez de données historiques dans notre portefeuille afin de calculer la VaR. Néanmoins, plusieurs banques ne possèdent pas une taille importante de séries de rendements.

3.2. VaR par simulation de Monte Carlo

Dans cette partie, nous présentons les résultats de calcul de la VaR par simulation de Monte Carlo pour les trois séries de rendements étudiées.

Tableau 10 : Résultats de la VaR par simulation de Monte Carlo dans un horizon d'un jour (en%)

Niveau de confiance	95%	97,5%	99%
EUR	-0,6373	-0,7613	-0,8921
USD	-0,8202	-0,9819	-1,1524
Portefeuille	-0,5251	-0,6261	-0,7326

D'après le tableau précédent, pour un investissement d'un montant de 1000 DT dans l'EUR, respectivement en USD, l'investisseur est sur à 95% de chance que sa perte ne va pas dépasser 6,373 DT, respectivement 8,202 DT, dans un horizon temporel d'un jour. Par ailleurs, la perte maximale s'élève à 8,921 DT pour l'euro, et 11,524 DT pour le dollar pour un seuil de confiance de 99%.

Comme pour le cas de la VaR historique, la VaR par simulation de Monte Carlo associée à un investissement en dollar demeure plus importante que celle associée à un investissement en euro pour les niveaux des confiances indiqués.

Considérant le portefeuille composé des deux devises étudiées précédemment, pour un investissement d'un montant de valeur 1000 DT au seuil de 95%, la perte maximale que ce portefeuille court est de l'ordre de 5,251 DT par jour. Alors qu'elle s'élève à 6,261 DT au seuil de 97,9% pour atteindre 7,326 DT au seuil de 99%. Nous constatons ainsi que le risque encouru par le portefeuille observé est moins élevé que celui de l'euro et du dollar suite à l'effet de la diversification du portefeuille.

Les figures ci-dessous présentent l'évolution des VaRs par simulation de Monte Carlo et des rendements des trois séries étudiées sur notre période d'étude pour un jour et au niveau de confiance de 99%. Nous remarquons ainsi que cette méthode surestime le risque de perte.

Il est à signaler que la VaR par simulation de Monte Carlo aboutit à des pertes plus élevées que celles obtenues en utilisant la VaR historique. En effet, cette méthode nous offre une mesure de risque qui prend en considération la dynamique de la volatilité du marché de change. De ce fait, l'utilisation de cette approche parvient à mesurer le risque de façon plus exacte que la méthode historique.

Cependant, la méthode de simulation de Monte Carlo permet de simuler les rendements sur la base des scénarii qui supposent que la distribution est normale, ce qui ne semble pas correspondre à la distribution réelle des séries des rendements étudiés.

Figure 19 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements de l'euro (en %)

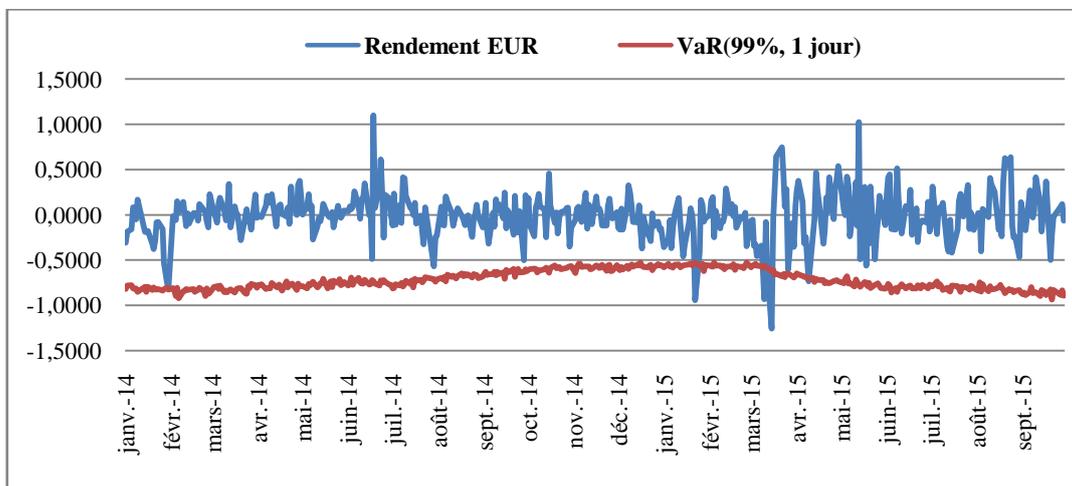


Figure 20 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements du dollar (en %)

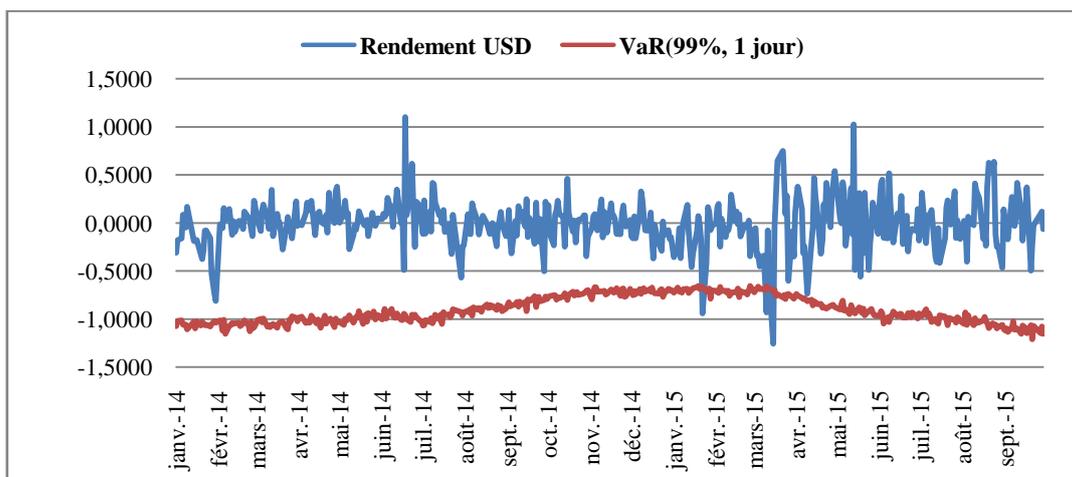
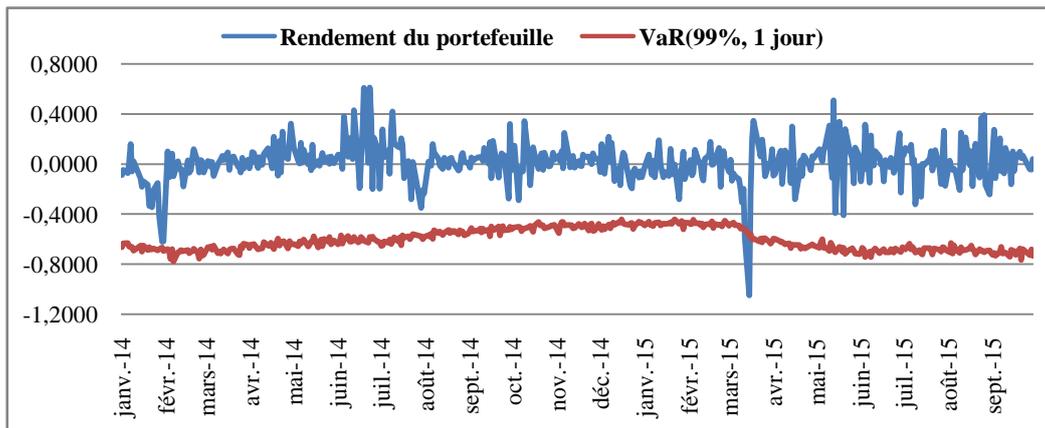


Figure 21 : VaR par simulation de Monte Carlo versus les rendements du portefeuille (en %)



3.3. VaR paramétrique

3.3.1. Estimation du modèle ARCH (1) et GARCH (1,1)

Avant de procéder à l'estimation des modèles ARCH (1) et GARCH(1,1), nous devons d'abord vérifier la présence d'un effet ARCH. Nous introduisons ainsi le test de multiplicateur de Lagrange, et nous finissons par le test de log-likelihood afin de déterminer celui qui modélise le mieux le comportement de la volatilité des rendements relatif aux deux devises, à savoir l'euro et le dollar.

○ Test d'hétéroscédasticité conditionnelle

L'estimation des modèles ARCH a été proposée par Engle (1982) afin de prendre en compte les variations conditionnelles dépendantes du temps. Il consiste ainsi à remettre en cause la propriété d'hétéroscédasticité. Dans ce contexte, Engle propose une spécification ARCH(q) où le carré des erreurs suit un processus autorégressif d'ordre q.

En vue de détecter l'effet ARCH dans les résidus, nous allons procéder au test de Multiplicateur de Lagrange. Ce dernier repose sur l'hypothèse de normalité conditionnelle des erreurs. La réalisation de ce test se propose de régresser l'équation suivante :

$$\varepsilon_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \mu_i$$

Où ε_t^2 et ε_{t-1}^2 représentent les carrés des résidus à la date t et t-1. $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$ et $\mu_i \geq 0$ pour tout i, q représentent le nombre de retards.

Les valeurs de t Student confirment la significativité statistique des paramètres.

Les modèles ARCH et GARCH sont censés refléter le comportement des volatilités des rendements des deux devises retenues. Dans ce cas, nous allons calculer le Log-Likelihood Ratio afin de définir celui qui se produit le mieux.

○ Le choix du modèle

Afin de déterminer le modèle le plus adéquat, nous appliquons le test : Log-Likelihood Ratio.

Ce test consiste à comparer les deux modèles en se référant à la statistique suivante :

$$LR = -2 (l_0 - l_1)$$

Où l_0 représente le log de vraisemblance du modèle restreint et l_1 représente le log de vraisemblance du modèle non restreint.

Cette statistique suit une loi khi-deux ayant un degré de liberté égal au nombre de restrictions. Dans notre cas, ce nombre est égal à 1. Par ailleurs, si la valeur de LR est inférieure (resp. supérieure) à la valeur tabulée de khi-deux, nous retenons l'hypothèse nulle du modèle restreint (resp. non restreint).

Tableau 11 : Résultats du test du Log-Likelihood Ratio

	Rendement de l'euro	Rendement du dollar
l_0	-21,86915	-346,7521
l_1	-10,82488	-330,9610
LR	22,08854	31,5822

D'après le tableau précédent, nous remarquons que le modèle GARCH (1,1) explique mieux le comportement de la variance conditionnelle des rendements de l'euro et du dollar.

3.3.2. Estimation du modèle VGARCH (1,1)

Ce modèle nous permet de mesurer l'effet de la persistance de la volatilité propre à la série des rendements du portefeuille composé de l'euro et du dollar. Dans ce cas l'équation de la conditionnelle de la série des rendements de ce portefeuille s'écrit comme suit (**voir annexe 6**):

$$h_t = \begin{pmatrix} h_{11,t} \\ h_{12,t} \\ h_{22,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0,0017 \\ -0,0013 \\ 0,0013 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,5603 & 0,65526 & 0,6483 \\ 0,6526 & 0,7602 & 0,7552 \\ 0,6483 & 0,7552 & 0,7502 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{1,t-1}^2 \\ \varepsilon_{1,t-1} \varepsilon_{2,t-1} \\ \varepsilon_{2,t-1}^2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0,0581 & 0,0295 & 0,0316 \\ 0,0295 & 0,0149 & 0,0160 \\ 0,0316 & 0,0160 & 0,0171 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} h_{11,t-1} \\ h_{12,t-1} \\ h_{22,t-1} \end{pmatrix}$$

3.3.3. Calcul de la VaR

Les valeurs des VaRs sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Résultats de la VaR paramétrique dans un horizon d’un jour (en%)

Niveau de confiance	95%	97,5%	99%
EUR	-0,3460	-0,4096	-0,4836
USD	-0,6837	-0,8217	-0,9822
Portfeuille	-0,3233	-0,3862	-0,4595

D’après le tableau ci-dessous, nous constatons que le dollar semble plus risqué que l’euro et le portefeuille composé de ces deux devises, indépendamment du niveau de confiance utilisé.

Les figures ci-dessous présentent l’évolution des VaRs paramétriques, estimées par les modèles GARCH et VGARCH, avec des rendements des trois séries sur notre période d’étude pour 1 jour et au niveau de confiance de 99%.

Figure 22 : VaR du modèle GARCH versus les rendements de l’euro (en %)

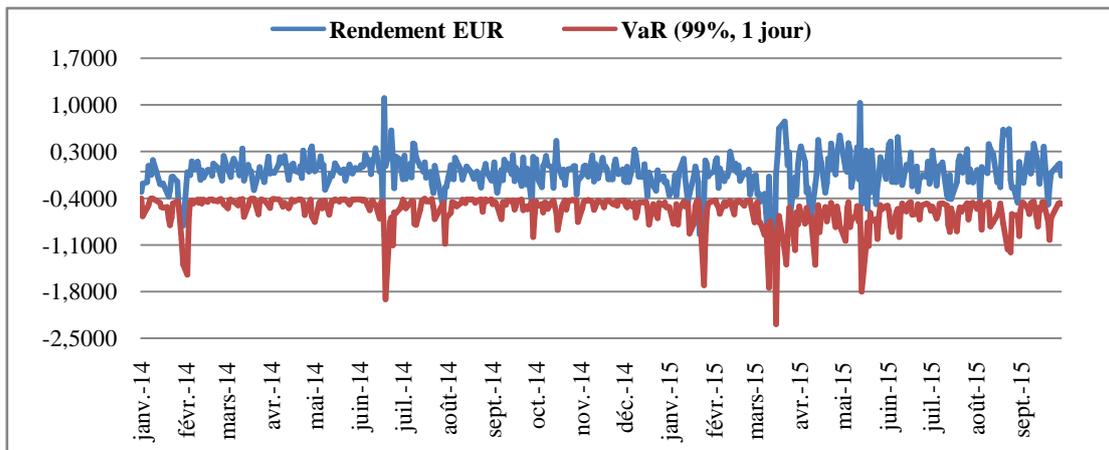


Figure 23 : VaR du modèle GARCH versus les rendements du dollar (en %)

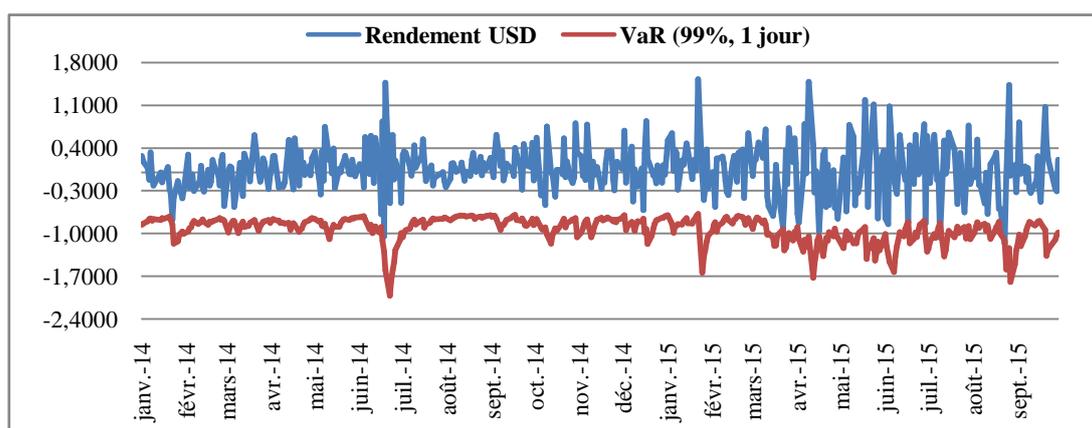
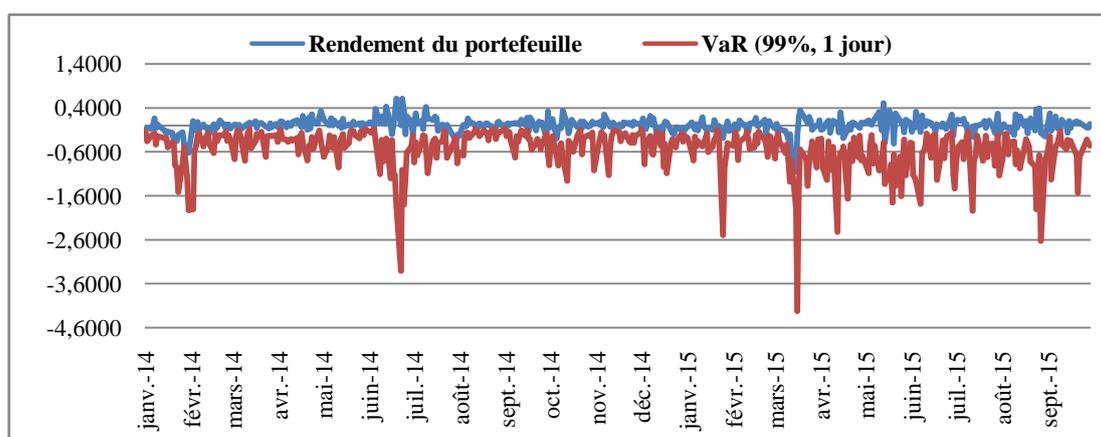


Figure 24 : VaR du modèle VGARCH versus les rendements du portefeuille (en %)



D'après les figures indiquées ci-dessus, nous remarquons que les VaR calculées selon la méthode paramétrique (où variances-covariances) suivent la chronique des rendements de l'euro, du dollar et du portefeuille observé respectivement. En effet, durant les périodes où la volatilité est élevée (resp. faible), la perte mesurée par la Value at Risk tend à croître (resp. décroître). Nous pouvons ainsi conclure que la VaR calculée par l'estimation du modèle GARCH, pour l'euro et le dollar, et par l'estimation du modèle VGARCH, pour le portefeuille, varie suivant la volatilité des cours de change sur le marché. Cette méthode permet d'estimer le risque de change de façon plus efficace en vue qu'elle a pu capter les pertes survenues durant les périodes de forte volatilité.

Nous remarquons que le risque atteint un niveau très élevé à fin Juin 2014, soit une perte de 3,3069% du montant d'investissement dans le portefeuille. En effet, cette perte est due à la dépréciation du dinar tunisien, sur le marché interbancaire, vis-à-vis des principales devises, à savoir l'euro et le dollar. D'une part, cette dépréciation est à l'origine de la baisse de

l'intervention de la BCT sur le marché des changes qui a enregistré une diminution de 18,8% portant sa part à 40,6% des transactions de devises contre 43,4% l'année auparavant. D'autre part, elle est due à la baisse de 9,1% des transactions effectuées sur le marché interbancaire.

Le risque a enregistré, durant mars 2015, son niveau le plus élevé tout au long de notre période d'étude, soit 4,2177%. En effet, suite aux derniers événements qu'a connus le pays, le taux de croissance économique a enregistré une baisse, au premier trimestre de l'année en cours. Il atteint 1,7%, contre 2,3% le trimestre précédent et 2,4% durant la même période une année auparavant. Dans la même période, les principaux indicateurs d'activité du secteur touristique ont poursuivi leur tendance baissière. De ce fait, les recettes touristiques en devises ont accusé une baisse de 17,1%, au cours du premier semestre de 2015. Ces facteurs ont influencé sur la dépréciation du dinar tunisien par rapport à l'euro et le dollar.

Il semble claire que la méthodologie adaptée donne une mesure de risque très élevée par rapport aux deux autres méthodes présentées durant la période d'étude. Ce risque nécessite le maintien d'une réserve de capital élevée au cours de la récession qui peut handicaper la performance d'une banque si elle est obligée de maintenir un niveau de capital trop élevé, alors qu'elle tente de se sortir d'une crise importante.

Par conséquent, les trois méthodes d'estimation de la VaR présentées ci-dessus diffèrent sensiblement soit du point de vue des hypothèses sur lesquelles se base chacune d'elles, soit au point de vue de la méthode d'estimation et des résultats. Ces derniers prennent difficilement en compte les chocs extrêmes sur les marchés financiers.

Dans ce cas, nous ne pouvons pas facilement donner la préférence à l'une des méthodes présentées car chacune possède des faiblesses. Pour cette raison, nous avons proposé la méthode de la Value at Risk conditionnelle qui permet d'estimer le risque qui dépasse la VaR. Nous avons ainsi calculé la CVaR historique et la CVaR sur la base de l'estimation du modèle VGARCH, vu qu'il est caractérisé par la volatilité conditionnelle. Et afin de valider ces modèles, nous avons adopté un Backtesting.

SECTION 4 : APPLICATION DE LA CVAR, LE BACKTESTING ET LES STRESS TESTS

Dans cette section, nous allons commencer à calculer la valeur à risque conditionnelle en vue de quantifier les pertes qui dépassent la VaR. Par ailleurs, nous allons comparer la performance prédictive des différentes méthodes de simulation de la VaR et la CVaR. Afin de valider ces modèles, la réglementation bancaire exige de réaliser un Backtesting pour s'assurer que les pertes réelles observées sont en adéquation avec les pertes prévues.

Dans ce contexte, si le nombre d'exception est significativement plus élevé, les risques sont sous-estimés. Cela signifie que la banque capte mal les risques possibles. Dans ce cas, le régulateur imposera un coefficient multiplicateur plus élevé pour les fonds propres que la banque doit détenir. Inversement, si le nombre d'exception est significativement plus faible, la VaR est sur-estimée. Généralement, la banque devra éventuellement augmenter son exposition au risque afin d'améliorer également son espérance de gain.

La banque doit être en mesure de prouver que ses fonds propres sont suffisants pour supporter une crise économique. Pour cela, le Comité de Bâle soumet les banques à des tests de validité de fonds propres en cas de crise économique, à savoir les Stress Tests.

4.1. Calcul de la CVaR

4.1.1. CVaR historique

Dans le tableau suivant, nous présentons les résultats de la VaR conditionnelle à un jour sur les données historiques associées à l'euro, le dollar et le portefeuille constitué de ces deux monnaies pour les trois niveaux de confiance, soient 95%, 97,5% et 99%.

Tableau 13 : Résultats de la CVaR historique dans un horizon d'un jour (en%)

Niveau de confiance	95%	97,5%	99%
EUR	-0,4828	-0,6249	-0,7951
USD	-0,6882	-0,82314	-0,9874
Portefeuille	-0,3396	-0,4313	-0,62260

La revue des résultats obtenus nous amène à conclure que le risque de perte quantifié par la CVaR est toujours supérieur à celui de la VaR.

Comme l'indiquait le tableau précédent, pour un investissement d'un montant de 1000 DT dans l'EUR, respectivement en USD, l'investisseur est sûr à 99% de chance que sa perte maximale ne va pas dépasser 7,951 DT, respectivement 9,874 DT, dans un horizon temporel d'un jour. Concernant notre portefeuille, l'investisseur est sûr à 99% de chance que sa perte maximale ne va pas dépasser 6,2260 DT.

Figure 25 : CVaR historique versus les rendements de l'euro (en %)

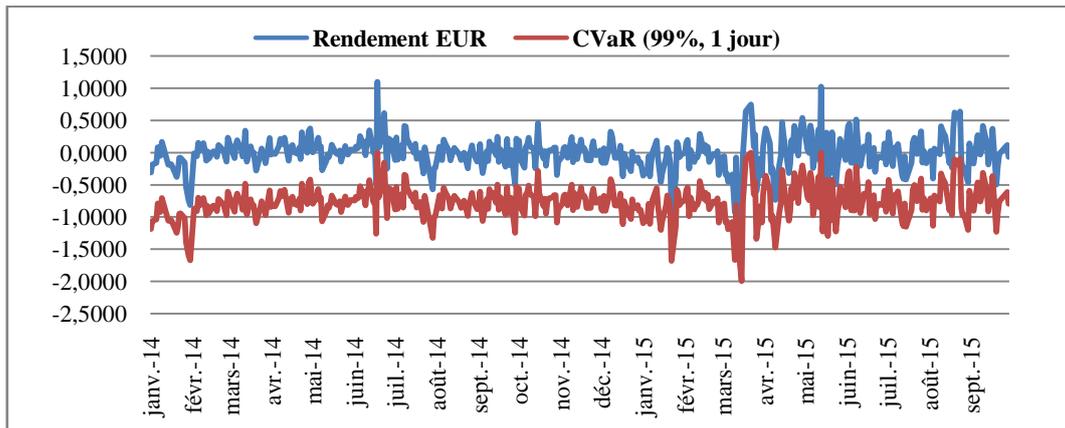


Figure 26 : CVaR historique versus les rendements du dollar (en %)

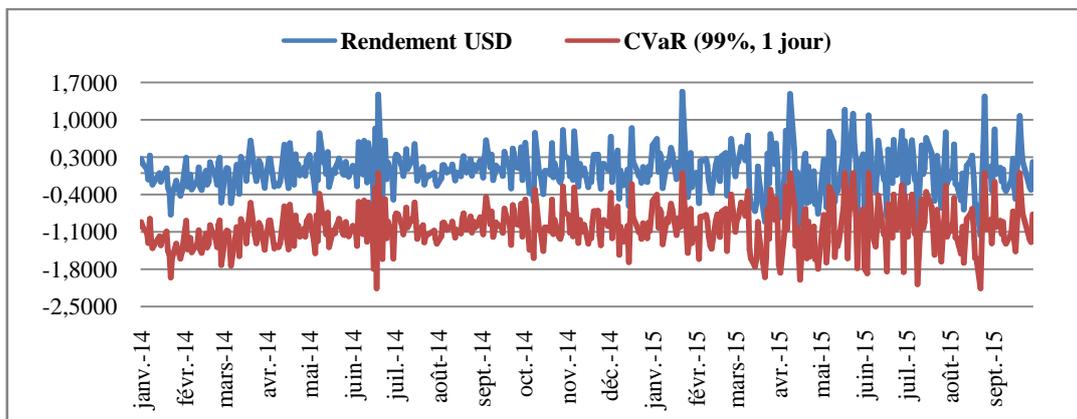
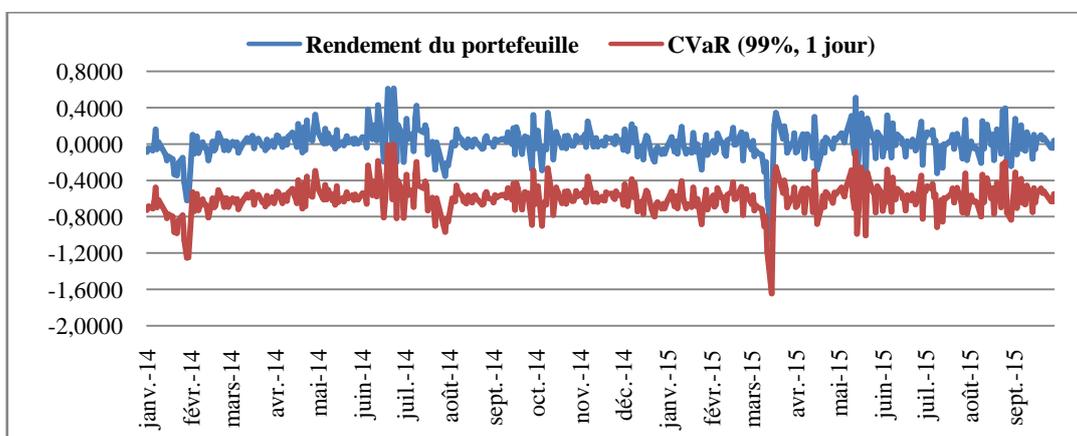


Figure 27 : CVaR historique versus les rendements du portefeuille (en %)



4.1.2. CVaR du modèle GARCH et VGARCH

En tenant compte de la volatilité conditionnelle de nos séries des rendements, nous calculons la CVaR par l'estimation du modèle GARCH pour l'euro et l'USD et VGARCH pour le portefeuille. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Résultats de la CVaR paramétrique dans un horizon d'un jour (en%)

Niveau de confiance	95%	97,5%	99%
EUR	-0,4308	-0,4924	-0,5670
USD	-1,0336	-1,2029	-1,4142
Portefeuille	-0,3713	-0,4119	-0,4879

Les valeurs de la CVaR trouvées s'interprètent comme suit : pour un investissement d'un montant de 1000 DT dans l'EUR, l'USD et dans le portefeuille, l'investisseur est sûr à 99% de chance que sa perte maximale ne va pas dépasser respectivement 5,670 DT, 14,142 DT et 4,879 DT dans un horizon temporel d'un jour. Nous remarquons ainsi que le risque encouru pour le dollar est toujours supérieur à celui de l'euro. Ce résultat est dû à la forte volatilité qu'a connue le dollar durant la dernière année.

Les figures ci-dessous présentent l'évolution de la CVaR pour les différentes séries étudiées. Elles montrent que la VaR conditionnelle tend à suivre l'évolution des rendements journaliers de la parité EUR/TND, la parité USD/TND et le portefeuille observé. Cette mesure évolue de la même manière que la VaR calculée selon la méthode paramétrique.

Figure 28 : CVaR du modèle GARCH versus les rendements de l'euro (en %)

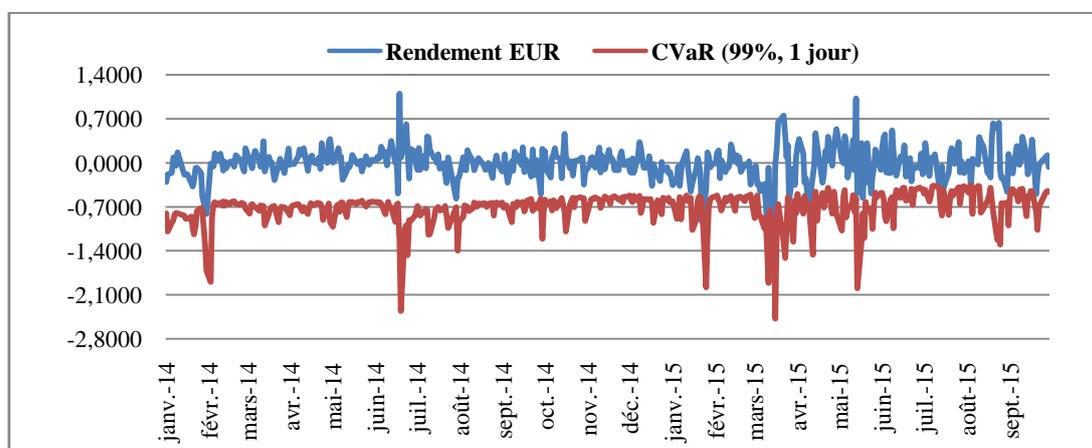


Figure 29 : CVaR du modèle GARCH versus les rendements du dollar (en %)

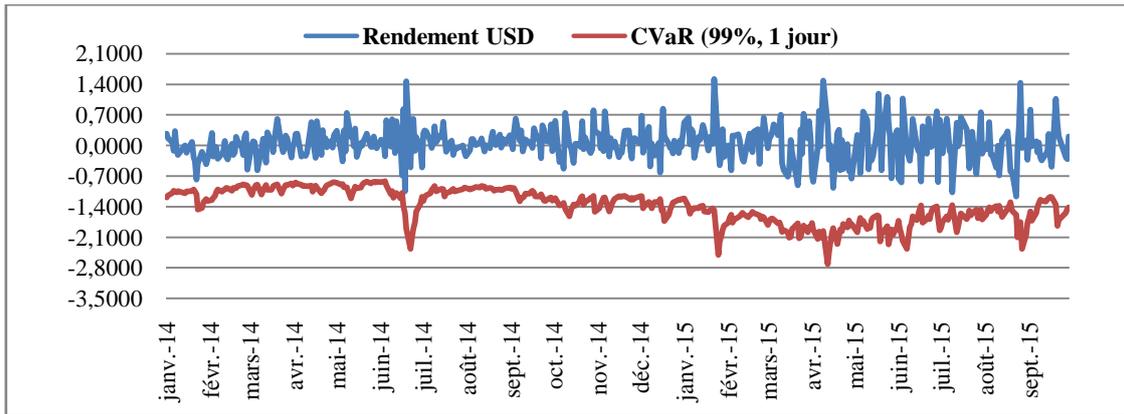
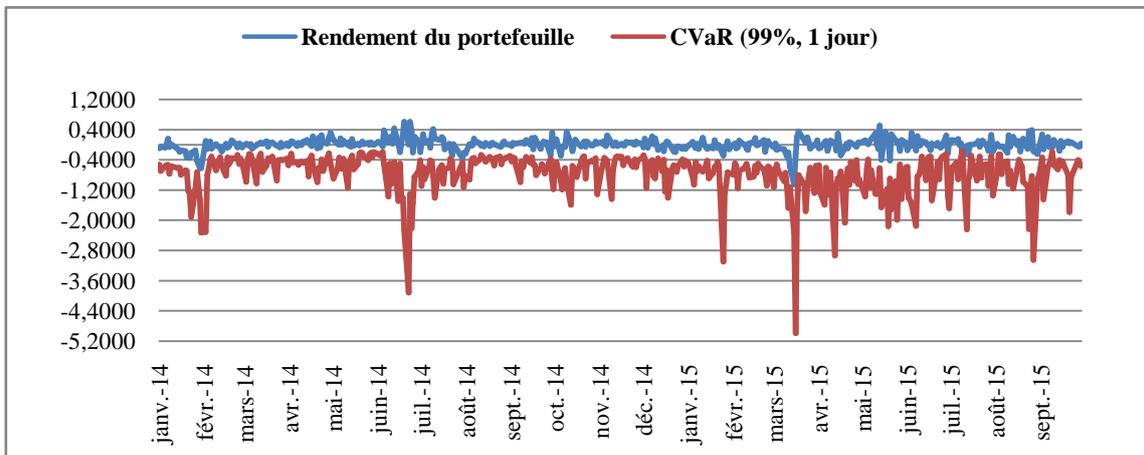


Figure 30 : CVaR du modèle VGARCH versus les rendements du portefeuille (en %)



4.2. Le Backtesting

En vue d'évaluer la performance prévisionnelle de la VaR et la CVaR, nous avons appliqué le test de Kupiec (1995) (voir deuxième chapitre). Ce dernier s'intéresse au nombre de fois où les rentabilités d'un actif ou d'un portefeuille dépassent la VaR. Si la perte réalisée est supérieure à la VaR, le résultat est enregistré comme une exception. Dans le cas contraire, le résultat est considéré comme un succès.

Nous avons utilisé le test de proportion des exceptions (PF) afin de comparer la performance de la VaR basée sur la méthode historique, par simulation de Monte Carlo, la méthode paramétrique et la CVaR. La statistique de ce test, notée LR_{PF} , doit être comparée par la valeur du Khi-deu à un degré de liberté.

Tableau 15 : Résultats du test de Kupiec sur le portefeuille

	Exceptions	LR _{PF}	Exceptions	LR _{PF}	Exceptions	LR _{PF}
Seuil de confiance	95%		97,5%		99%	
VaR historique	7	6,14	4	2,54	2	1,70
Var Monte Carlo	4	3,86	2	1,85	1	1,64
VaR (VGARCH)	16	9,76	9	6,15	4	2,01
CVaR historique	0	-	0	-	0	-
CVaR (VGARCH)	2	2,49	1	2,60	1	1,64

En se référant au tableau ci-dessus, nous remarquons que la CVaR par la méthode historique et celle estimée par le modèle VGARCH proposent les meilleures couvertures pour les trois seuils de confiance retenus (95%, 97,5% et 99%). Dans ce cas, la prévision de la CVaR semble plus pertinente. En effet, la statistique LR_{PF} de cette méthode est la plupart du temps inférieure à la valeur du khi-deux à 1 degré de liberté¹⁴.

En ce qui concerne la méthode par simulation de Monte Carlo, les résultats obtenus sont plus faibles par rapport à la méthode historique et celle estimée par le modèle VGARCH. De ce fait, cette méthode propose une couverture inconditionnelle plus intéressante.

En effet, l'analyse du Backtesting montre que la statistique LR_{PF} de la VaR par simulation de Monte Carlo est inférieure à la valeur du khi-deux à 1 degré de liberté pour les deux seuils de confiances, à savoir 97,5% et 99%. De plus, elle représente moins de nombre d'exceptions que la VaR historique et celle estimée par le modèle VGARCH.

Par conséquent, le modèle CVAR surestime plus le risque. Alors que pour les organismes bancaires et les gestionnaires de fonds, il n'est pas seulement important de connaître si le modèle surestime le risque, mais également s'il est trop conservateur, car cela conduira à des couvertures très élevées des risques et réduira ainsi les opportunités de gain.

¹⁴ La valeur de $\chi^2(1)$ associée au niveau de confiance de 95% est égal à 3,84

La valeur de $\chi^2(1)$ associée au niveau de confiance de 97,5% est égal à 5,02

La valeur de $\chi^2(1)$ associée au niveau de confiance de 99% est égal à 6,63

4.3. Implémentation des scénarios de Stress Tests

Dans le cadre des normes de Bâle II, le Comité de Bâle soumet les banques à des tests de validité de fonds propres en cas de crise économique. Cela signifie que la banque doit être en mesure de prouver que ses fonds propres sont suffisants pour supporter cette période de crise. Pour cette raison, nous allons simuler une situation de crise afin de calculer la Value at Risk dans ce cas exceptionnel. Cette situation de stress n'est pas prise en compte dans les calculs de VaR classique. En effet, la probabilité d'un tel cas de figure étant très faible. Elle n'est que très peu intégrée dans le résultat.

En pratique, il n'existe pas de scénarii de stress tests prédéfinis et ceux-ci continuent d'être proposés au sein des banques de manière régulière. Cependant, il existe des cas de figures qui sont souvent utilisées.

En vue d'appliquer des stress tests sur notre échantillon, nous avons choisi deux cas de figures qui peuvent avoir une grande influence sur le marché de change, à savoir l'appréciation et la dépréciation de la volatilité du marché accompagnée d'une variation simultanée des rendements des cours de change. Pour y arriver, nous allons diviser notre intervalle de temps en deux parties : sur la première partie, soit la moitié de l'année 2013, nous conserverons le comportement normal de la série. Sur la partie de l'étude qui reste, nous simulerons un événement exceptionnel à la suite duquel les paramètres (rendement et/ou volatilité) seront modifiés de manière importante.

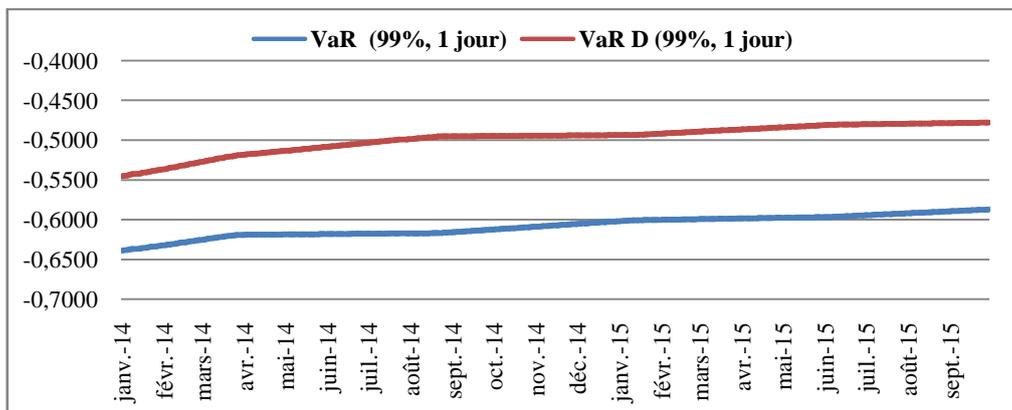
○ Premier scénario

Considérons comme premier scénario la décision d'une dépréciation de 20% de la volatilité dans le marché de change. Nous supposons simultanément que les rendements de notre portefeuille vont enregistrer une baisse de 20%.

Comme la montre la figure ci-dessous, la baisse des rendements conjointe à la dépréciation de la volatilité des taux de changes sur le marché a entraîné une baisse de la perte maximale que notre portefeuille peut subir.

En effet, pour le cas d'un scénario normal, sans événement marquant, nous avons trouvé que la VaR (99%, 1 jour) = - 0,5873%. Après avoir exercé ce scénario, la VaR (99%, 1 jour) devient égale à - 0,4780%, soit une baisse du risque de perte de 19%.

Figure 31 : Influence d'une dépréciation de la volatilité des taux de change sur la VaR



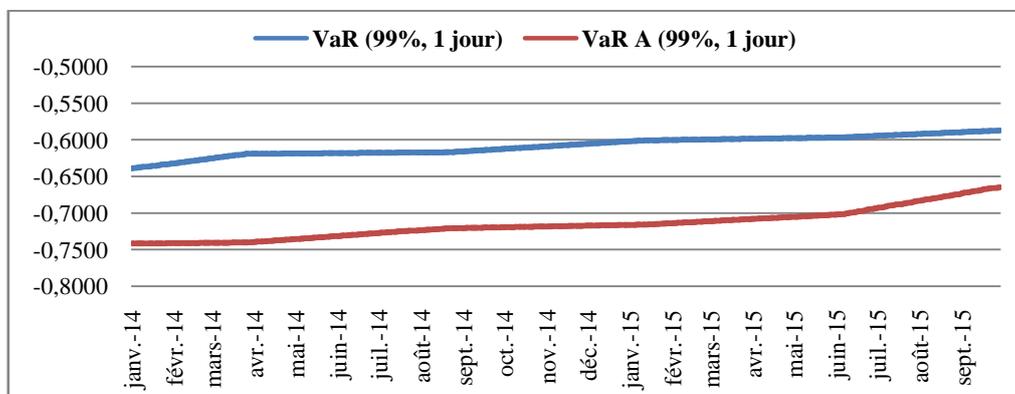
○ Deuxième scénario

Supposons désormais que de manière imprévue, nous connaissons une appréciation de 20% de la volatilité des taux de change. Nous supposons simultanément que les rendements de notre portefeuille, composé de l'euro et du dollar, vont enregistrer une hausse de 20%.

Dans cette situation de stress tests, nous remarquons que la perte a considérablement augmenté, passant de 0,5873% à 0,6648, soit une hausse de 13%.

Suite à cet événement défavorable, la banque doit maintenir une réserve de capital pour que ses fonds propres deviennent suffisants afin de supporter cette période de crise. En d'autres termes, elle doit avoir une exigence minimale en capital assez prudente pour capter l'effet de ce scénario indésirable sur le capital réglementaire.

Figure 32 : Influence d'une appréciation de la volatilité des taux de change sur la VaR



CONCLUSION

Au niveau de ce chapitre nous avons étudié la distribution des séries des rendements de l'euro, du dollar et celui du portefeuille composé de ces deux devises. Pour mieux caractériser ces distributions, nous avons testé la normalité de la distribution à travers le test de Jarque Bera et la normalité suite à l'application du test des racines unitaires.

Pour calculer la VaR des séries des rendements étudiées, nous avons opté pour une approche statique et une approche dynamique. La première approche est basée sur la méthode historique qui ne suppose aucune forme de loi pour la distribution des rendements, et sur la méthode de simulation de Monte Carlo pour laquelle on a postulé la normalité de la série des rendements de notre portefeuille. Cependant, l'approche dynamique se base sur l'estimation du modèle GARCH(1,1) et VGARCH(1,1) sous la loi normale qui permet de mesurer l'effet de la persistance des volatilités conditionnelles propres aux séries des rendements.

Nous avons remarqué pour les trois modèles utilisés que plus on affine le niveau de confiance, moins le nombre des points d'intersection entre les rendements empiriques et la VaR est élevé. Il en découle donc que le nombre d'exceptions est décroissant avec le niveau de confiance choisi.

Pour mieux éclairer sur la performance prévisionnelle de la VaR estimée par chacun des trois modèles, mis en comparaison, nous avons effectué le Backtesting.

Etant donné que la VaR ne donne aucune indication sur l'étendu des pertes au-delà de ce seuil et n'est pas une mesure cohérente de risque, nous avons proposé des mesures extrêmes plus adaptée, à savoir la VaR conditionnelle et les Stress Tests.

CONCLUSION GENERALE

Aujourd'hui, le débat sur la gestion des risques s'étend de plus en plus dans la vie des banques. Face à l'environnement en perpétuelle mutation, les banques tunisiennes sont appelées à s'y adapter en mettant en œuvre une gestion adéquate des risques qu'elles courent.

C'est dans le cadre de la détermination d'une meilleure quantification du risque de marché, notamment le risque de change, que se situe l'objectif de notre travail.

Nous avons commencé ce projet par un aperçu général sur la notion du risque et le Risk management. Nous avons défini les facteurs des risques de marché et présenté quelques approches classiques de mesure de ce type de risque tout en les critiquant. Ensuite, nous avons mis l'accent sur la réglementation prudentielle au titre de risque de marché.

Afin de pallier les imperfections des mesures classiques indiquées auparavant, nous avons présenté une mesure qui permet, à partir d'outils adéquats de contrôle interne, d'assurer la qualité du processus de mesure, de suivi, et de gestion des risques de marché : c'est la Value at Risk. Cette approche détermine la perte potentielle maximale sur un horizon de temps donné et à un niveau de confiance fixé.

De ce fait, nous avons présenté plusieurs méthodes de calcul de la VaR qui se distinguent par leurs hypothèses et leurs méthodologies d'estimation de la perte. Néanmoins, chacune de ces méthodes présente des avantages et des limites.

Pour mieux appréhender ces différentes approches de calcul de la VaR, nous avons procédé à la validation empirique de ces méthodes par la construction d'un portefeuille composé des devises les plus utilisées sur le marché interbancaire tunisien, à savoir l'euro et le dollar.

Après avoir étudié les statistiques descriptives des rendements des deux devises choisies ainsi que celui du portefeuille qui le constituent, nous avons calculé la VaR par la méthode historique, la méthode de simulation de Monte Carlo ainsi que la VaR sous la loi normale à travers l'estimation des modèles GARCH et VGARCH.

Les résultats obtenus par les différentes approches nous ramènent à conclure que le risque encouru pour l'euro est toujours inférieur à celui du dollar. Nous constatons ainsi que l'euro joue le rôle d'amortisseur du risque dans le portefeuille composé des deux devises. Par conséquent, la monnaie européenne peut être considérée comme une monnaie de couverture dont l'état tunisien a intérêt à augmenter la part de l'encours de la dette extérieure relative à cette devise dans la dette extérieure tunisienne.

Il est à indiquer à partir de notre étude que la VaR varie en fonction du niveau de confiance. En effet, ces deux mesures sont d'autant plus élevées que le niveau de confiance croît. Ainsi, le principal critère de choix du niveau de confiance trouve son origine dans le degré d'aversion au risque. En effet, plus l'investisseur est averse au risque plus il choisit un niveau de confiance plus élevé. Il est préférable de choisir un niveau de confiance qui ne soit pas assez élevé afin de ne pas perdre l'information sur les valeurs extrêmes.

Pour un même niveau de confiance, nous remarquons que les VaRs calculées à partir de l'approche historique diffèrent de celles calculées à partir de l'approche de simulation de Monte Carlo et celles mesurées suite à l'introduction de la volatilité conditionnelle par l'estimation des modèles GARCH et VGARCH. Cependant, il est important de signaler qu'il est difficile d'identifier une approche parfaite d'estimation de la perte maximale car chacune des méthodes présente ses propres limites.

Pour s'affranchir des hypothèses restrictives du calcul de la VaR, nous avons proposé une mesure extrême de risque qui permet de quantifier l'étendue des pertes au-delà de la VaR, à savoir la VaR conditionnelle (CVaR).

Afin de tester la performance des modèles de la VaR et la CVaR et vérifier ses résultats avec les faits réels, nous avons effectué le programme du Backtesting pour dégager celle qui serait la plus performante à estimer le risque. Ce test indique la performance particulière de la CVaR historique et celle estimée par le modèle VGARCH du fait que ces derniers prennent en compte les chocs extrêmes sur les marchés financiers. En effet, d'après les résultats trouvés, la méthode de la CVaR offre une couverture satisfaisante.

La Value at risk demeure malgré ses inconvénients un outil puissant de gestion des risques, exigé par la réglementation bancaire dans le cadre de l'approche interne de mesure des risques. De ce fait, les gestionnaires ont besoin de bien connaître ces hypothèses et leurs implications en vue d'être capable d'interpréter correctement cette mesure.

Néanmoins, la VaR seule ne suffit pas pour quantifier correctement le risque. Elle pourrait faire partie d'un processus de gestion des risques bien défini. Elle devrait être aussi accompagnée par des stress tests afin de quantifier les chocs extrêmes dans les situations particulières de crises.

La Value at Risk a connu une évolution considérable depuis son apparition au début des années 90. Aujourd'hui, la gestion des risques devient une activité fondamentale dans l'organisation de la banque, et elle doit être bien maîtrisée. Dans ce cadre, les institutions financières devraient intégrer rapidement la VaR afin de calculer tous les risques encourus pour déterminer le capital réglementaire. De plus, elles devraient implanter des scénarii de stress tests et mesurer la VaR stressée comme complément de la VaR, afin de quantifier les pertes possibles lors des événements anormaux du marché.

BIBLIOGRAPHIE

Articles et ouvrages

- Amelon, J.L. et Cerdebat, J.M. (2010), "Les nouveaux défis de l'internalisation : Quel développement international pour les entreprises après la crise?", 1^{ère} Edition De Boeck.
- Apatachioae, A. (2015), "The performance, Banking Risks and their Regulation", *Procedia Economics and Finance*, Vol. 20, pp. 35-43.
- Artzner, P., F. Delbaen, J. M. Eber, and D. Heath (1997), "Thinking Coherently, Risk", 10 (11), pp. 68-71.
- Aubert, B.A. et Bernard, J.G. (2004), "Mesure Intégrée du Risque dans les Organisations", les Presses de l'Université de Montréal.
- Bollerslev, T. (1986), "Generated Autoregressive Conditional Heteroskedasticity", *Journal of Economics*, 31, pp. 307-327.
- Bollerslev, T., Chou, R.Y., Jaayaraman, N. et Kroner, K.F. (1991), "Les modèles ARCH en finance : un point sur la théorie et les résultats empiriques", *Annales d'économie et de statistique*, N° 24.
- Brys, G., Hubert, M. and Struyf, A. (2004), "A robustification of the Jarque Bera test of normality", *Physica-Verlag/Springer*.
- David, X. Li (1999), "Value at Risk Based on the Volatility, Skewness and Kurtosis", *Riskmetrics Group 44 Wall Street New York, NY 10005*.
- De La Bruslerie, H. (2012), "Trésorerie d'entreprise, Gestion des liquidités et des risques", 3^{ème} Edition, *Gestion-Finance*.
- Dickey, D.A. et W.A. Fuller (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association*, 74, p.427-431.
- Dickey, D.A. et W.A. Fuller (1981), "Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root", *Econometrica*, 49, p.1057-1072.
- Dohni, L. et Hainaut, C. (2004), "Les Taux de Change: Déterminants, Opportunités et Risques", 1^{ère} Edition De-Boeck.
- Engle, R.F. (1982), "Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of Variance of U.K. Inflation", *Economica*, 50, pp 987-1008.
- Engle, R.F. et Kroner, K.F. (1995), "Multivariate simultaneous generalized ARCH", *Econometric Theory* 11, 122-50.
- Ertur C. (1998), "Méthodologies de test de la racine unitaire", *Latec, Université de Bourgogne*, Octobre 1998.

- Esch, L., Kieffer, R. et Lopez, T. (2003), "Asset & Risk Management : La finance orientée risques", préface de Philippe Jorion, Comptabilité, Contrôle & Finance, 1ère Edition.
- Fama, E.G. et French, K.R. (1996), "Multifactor Explanations of Assets Pricing Anomalies", *Journal of Finance*, Vol. 51, n°1, p. 5585.
- Godlewski, C., Hull, J. et Merli, M. (2010), "Gestion des risques et institutions financières", Pearson Edition, 2ème Edition.
- Guy, L.R. (2005), "Portée et limites des VaR publiées par les grandes institutions financières", Banque de France, *Revue de la stabilité financière* N° 7, Novembre 2005.
- Jorion, P. (2007), "Bank Trading Risk and Systemic Risk", NBER Chapters. In: *The Risks of financial Institution* (pp. 29-58), National Bureau of Economic Research, Inc.
- Kerzner, H. (2009), "Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling", John Wiley & Sons, New York, NY, USA, Eleventh Edition.
- Kupiec, P. (1995), "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models", *Journal of Derivatives* 3:73-84.
- Linsmeier, T.J et Pearson, N. D. (1996), "Risk Measurement: An introduction to Value at Risk", University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Markowitz, H. (1952), "Portfolio Selection", *The Journal of Finance*, Vol. 7, No. 1, Mar., pp. 77-91.
- Morgan, J.P. / Reuters (1996), "Riskmetrics™, Technical Document", Fourth Edition, New York, December 1996.
- Motocu, M. and Crisan, C. (2009), "Stress Testing Practice for Risk Management", *Bulletin UASVM Horticulture*, 66(2).
- Racicot, F.E. et Theoret, R. (2006), "La Value-at-Risk, Modèles de la VaR, simulations en Visual Basic (Excel) et autres mesures récentes du risque de marché", Université du Québec.
- Ray, J. (2010), "Gérer les risques, pourquoi ? Comment ?", Edition AFNOR.
- Ross, S. (1976), "The arbitrage theory of capital asset pricing", *Journal of Economic Theory*, 13(N°3), pp.341-360.
- Roy, A. D. (1952), "Safety First and the Holding of Assets", *Econometrica*, vol. 20 (3), 431- 449.
- Yamai, Y. et Yoshihara, T. (2002), "On the validity of value-at-risk: comparative analyses with expected shortfall", *Monetary and Economic Studies*.
- Yun H.C. et Robert J.P. (2013), "Anybody can do Value at Risk: A Teaching Study using Parametric Computation and Monte Carlo Simulation", *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*.

Normes internationales et textes réglementaires

- Basel Committee on Banking Supervision (1996), "Amendment to the Basel Capital Accord to Incorporate Market Risk", January 1996.
- Basel Committee on Banking Supervision (2009), "Principles for sound stress testing practices and supervision", May 2009.
- Basel Committee on Banking Supervision (2009), "Revisions to the Basel II market risk framework Issued for comment", March 2009.
- Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 89-08 du 6 Mars 1989.
- Circulaire aux Intermédiaires Agréés N° 2001-11 relative au marché des changes et instruments de couverture des risques de change et de taux.
- Circulaire de la BCT aux établissements de crédit N° 2006-19.
- Comité de la Réglementation Bancaire et Financière CRBF, Rapport annuel, Exercice 1997.
- Comité de Bâle sur le contrôle bancaire (2006), "Convergence internationale de la mesure et des normes de fonds propres", Juin 2006.
- Committee on the Global Financial System (2005), "Stress testing at major financial institutions: survey results and practice. Report by a working group established by the Committee on the Global Financial System", January 2005.
- Norme comptable relative aux opérations en devises dans les établissements bancaires NC 23
- Norme COSO II (2004), Enterprise Risk Management, cadre de référence international de gestion des risques en entreprise.
- Norme ISO GUIDE 73:2009 : Risk Management-Vocabulary
- Norme ISO 31000:2009 : Management du risque - principes et lignes directrices
- Supervisory framework for the use of "Backtesting" in conjunction with the internal models approach to market risk capital requirements, January 1996.

Sites Internet

- www.bct.gov.tn
- www.bis.org
- www.combiste.info

ANNEXES

Annexe 1 : La zone d'acceptation et de rejet en fonction du nombre d'exceptions (Bâle II)

Zone	Nombre d'exceptions	Facteur complémentaire (FC _{backtesting})	Probabilité cumulée
Verte	0	0	8,11%
	1	0	28,58%
	2	0	54,32%
	3	0	75,81%
	4	0	89,22%
Jaune	5	0,40	95,88%
	6	0,50	98,63%
	7	0,65	99,60%
	8	0,75	99,89%
	9	0,85	99,97%
Rouge	10 ou plus	1	99,99%

* Note: VaR (99%, 1 jour) pour 250 observations

Annexe 2 : Test de stationnarité du Dikey-Fuller Augmented

- Résultats du test ADF appliqué aux rendements de l'euro

ADF Test Statistic	-24.40571	1% Critical Value*	-3.9762
		5% Critical Value	-3.4186
		10% Critical Value	-3.1315
*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(REUR)			
Method: Least Squares			
Date: 11/10/15 Time: 14:17			
Sample(adjusted): 3 680			
Included observations: 678 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
REUR(-1)	-0.936917	0.038389	-24.40571
C	0.038334	0.020437	1.875747
@TREND(1)	-8.29E-05	5.20E-05	-1.594478
R-squared	0.468773	Mean dependent var	0.000211
Adjusted R-squared	0.467199	S.D. dependent var	0.362315
S.E. of regression	0.264465	Akaike info criterion	0.182200
Sum squared resid	47.21071	Schwarz criterion	0.202196
Log likelihood	-58.76585	F-statistic	297.8221
Durbin-Watson stat	2.018548	Prob(F-statistic)	0.000000

ADF Test Statistic	-24.32595	1% Critical Value*	-3.4425
		5% Critical Value	-2.8662
		10% Critical Value	-2.5692
*Mackinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(REUR)			
Method: Least Squares			
Date: 11/10/15 Time: 14:18			
Sample(adjusted): 3 680			
Included observations: 678 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
REUR(-1)	-0.933103	0.038358	-24.32595
C	0.010065	0.010176	0.989030
R-squared	0.466773	Mean dependent var	0.000211
Adjusted R-squared	0.465984	S.D. dependent var	0.362315
S.E. of regression	0.264767	Akaike info criterion	0.183010
Sum squared resid	47.38853	Schwarz criterion	0.196340
Log likelihood	-60.04028	F-statistic	591.7517
Durbin-Watson stat	2.019669	Prob(F-statistic)	0.000000

ADF Test Statistic	-24.30623	1% Critical Value*	-2.5687
		5% Critical Value	-1.9399
		10% Critical Value	-1.6159
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(REUR)			
Method: Least Squares			
Date: 11/10/15 Time: 14:19			
Sample(adjusted): 3 680			
Included observations: 678 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
REUR(-1)	-0.931593	0.038327	-24.30623
R-squared	0.466001	Mean dependent var	0.000211
Adjusted R-squared	0.466001	S.D. dependent var	0.362315
S.E. of regression	0.264762	Akaike info criterion	0.181506
Sum squared resid	47.45710	Schwarz criterion	0.188171
Log likelihood	-60.53046	Durbin-Watson stat	2.020203

– Résultats du test ADF appliqué aux rendements du dollar

ADF Test Statistic	-27.92619	1% Critical Value*	-3.9762
		5% Critical Value	-3.4186
		10% Critical Value	-3.1315
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(RUSD)			
Method: Least Squares			
Date: 11/10/15 Time: 14:21			
Sample(adjusted): 3 680			
Included observations: 678 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
RUSD(-1)	-1.068741	0.038270	-27.92619
C	0.027254	0.031297	0.870801
@TREND(1)	2.68E-05	7.96E-05	0.336663
R-squared	0.536051	Mean dependent var	-0.001035
Adjusted R-squared	0.534676	S.D. dependent var	0.594931
S.E. of regression	0.405830	Akaike info criterion	1.038650
Sum squared resid	111.1711	Schwarz criterion	1.058646
Log likelihood	-349.1023	F-statistic	389.9507
Durbin-Watson stat	2.014469	Prob(F-statistic)	0.000000

ADF Test Statistic	-27.94302	1% Critical Value*	-3.4425
		5% Critical Value	-2.8662
		10% Critical Value	-2.5692
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.			
Augmented Dickey-Fuller Test Equation			
Dependent Variable: D(RUSD)			
Method: Least Squares			
Date: 11/10/15 Time: 14:22			
Sample(adjusted): 3 680			
Included observations: 678 after adjusting endpoints			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic
RUSD(-1)	-1.068665	0.038244	-27.94302
C	0.036380	0.015633	2.327116
R-squared	0.535973	Mean dependent var	-0.001035
Adjusted R-squared	0.535287	S.D. dependent var	0.594931
S.E. of regression	0.405564	Akaike info criterion	1.035868
Sum squared resid	111.1898	Schwarz criterion	1.049199
Log likelihood	-349.1592	F-statistic	780.8122
Durbin-Watson stat	2.014274	Prob(F-statistic)	0.000000

– Résultats du test ADF appliqué aux rendements du portefeuille

ADF Test Statistic	-27.62466	1% Critical Value*	-3.9762	
		5% Critical Value	-3.4186	
		10% Critical Value	-3.1315	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RP)				
Method: Least Squares				
Date: 11/10/15 Time: 14:23				
Sample(adjusted): 3 680				
Included observations: 678 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RP(-1)	-1.060658	0.038395	-27.62466	0.0000
C	0.037043	0.015057	2.460277	0.0141
@TREND(1)	-4.77E-05	3.82E-05	-1.248747	0.2122
R-squared	0.530640	Mean dependent var	-0.000263	
Adjusted R-squared	0.529249	S.D. dependent var	0.283551	
S.E. of regression	0.194548	Akaike info criterion	-0.431861	
Sum squared resid	25.54803	Schwarz criterion	-0.411864	
Log likelihood	149.4007	F-statistic	381.5638	
Durbin-Watson stat	1.995269	Prob(F-statistic)	0.000000	

ADF Test Statistic	-27.58511	1% Critical Value*	-3.4425	
		5% Critical Value	-2.8662	
		10% Critical Value	-2.5692	
*MacKinnon critical values for rejection of hypothesis of a unit root.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(RP)				
Method: Least Squares				
Date: 11/10/15 Time: 14:24				
Sample(adjusted): 3 680				
Included observations: 678 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
RP(-1)	-1.058363	0.038367	-27.58511	0.0000
C	0.020748	0.007513	2.761418	0.0059
R-squared	0.529555	Mean dependent var	-0.000263	
Adjusted R-squared	0.528859	S.D. dependent var	0.283551	
S.E. of regression	0.194628	Akaike info criterion	-0.432503	
Sum squared resid	25.60705	Schwarz criterion	-0.419172	
Log likelihood	148.6185	F-statistic	760.9385	
Durbin-Watson stat	1.995488	Prob(F-statistic)	0.000000	

Annexe 3 : Test de Multiplicateur de Lagrange

Test ARCH EUR

F-statistic	36.72413	Probability	0.000000	
Obs*R-squared	34.92989	Probability	0.000000	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 11/11/15 Time: 21:32				
Sample(adjusted): 5 680				
Included observations: 676 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.071504	0.008199	8.721045	0.0000
RESID^2(-1)	0.227330	0.037513	6.060044	0.0000
R-squared	0.051671	Mean dependent var	0.092564	
Adjusted R-squared	0.050264	S.D. dependent var	0.198124	
S.E. of regression	0.193081	Akaike info criterion	-0.448462	
Sum squared resid	25.12685	Schwarz criterion	-0.435100	
Log likelihood	153.5801	F-statistic	36.72413	
Durbin-Watson stat	2.065315	Prob(F-statistic)	0.000000	

Test ARCH USD

F-statistic	12.31627	Probability	0.000479	
Obs*R-squared	12.13114	Probability	0.000496	
Test Equation:				
Dependent Variable: RESID^2				
Method: Least Squares				
Date: 11/11/15 Time: 21:33				
Sample(adjusted): 5 680				
Included observations: 676 after adjusting endpoints				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.227438	0.020478	11.10643	0.0000
RESID^2(-1)	0.133935	0.038164	3.509455	0.0005
R-squared	0.017945	Mean dependent var	0.262669	
Adjusted R-squared	0.016488	S.D. dependent var	0.467935	
S.E. of regression	0.464061	Akaike info criterion	1.305354	
Sum squared resid	145.1478	Schwarz criterion	1.318715	
Log likelihood	-439.2096	F-statistic	12.31627	
Durbin-Watson stat	2.049948	Prob(F-statistic)	0.000479	

Annexe 4: Estimation du modèle ARCH (1)

Dependent Variable: REUR Method: ML - ARCH (Marquardt) Date: 11/11/15 Time: 10:33 Sample(adjusted): 2 680 Included observations: 679 after adjusting endpoints Convergence achieved after 10 iterations Variance backcast: ON				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	0.041806	0.002311	18.09360	0.0000
ARCH(1)	0.484128	0.071303	6.789742	0.0000
R-squared	-0.001556	Mean dependent var	0.010449	
Adjusted R-squared	-0.003035	S.D. dependent var	0.265103	
S.E. of regression	0.265505	Akaike info criterion	0.070307	
Sum squared resid	47.72364	Schwarz criterion	0.083622	
Log likelihood	-21.86915	Durbin-Watson stat	1.862204	

Dependent Variable: RUSD Method: ML - ARCH (Marquardt) Date: 11/11/15 Time: 10:34 Sample(adjusted): 2 680 Included observations: 679 after adjusting endpoints Convergence achieved after 10 iterations Variance backcast: ON				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	0.136830	0.007293	18.76144	0.0000
ARCH(1)	0.191954	0.049319	3.892125	0.0001
R-squared	-0.007507	Mean dependent var	0.035265	
Adjusted R-squared	-0.008995	S.D. dependent var	0.407318	
S.E. of regression	0.409146	Akaike info criterion	1.027252	
Sum squared resid	113.3300	Schwarz criterion	1.040568	
Log likelihood	-346.7521	Durbin-Watson stat	2.114356	

Annexe 5 : Estimation du modèle GARCH (1,1)

Dependent Variable: REUR Method: ML - ARCH (Marquardt) Date: 11/11/15 Time: 10:37 Sample(adjusted): 2 680 Included observations: 679 after adjusting endpoints Convergence achieved after 13 iterations Variance backcast: ON				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	0.015203	0.003096	4.910960	0.0000
ARCH(1)	0.333034	0.058128	5.729377	0.0000
GARCH(1)	0.482640	0.073435	6.572384	0.0000
R-squared	-0.001556	Mean dependent var	0.010449	
Adjusted R-squared	-0.004519	S.D. dependent var	0.265103	
S.E. of regression	0.265701	Akaike info criterion	0.040721	
Sum squared resid	47.72364	Schwarz criterion	0.060695	
Log likelihood	-10.82488	Durbin-Watson stat	1.862204	

Dependent Variable: RUSD Method: ML - ARCH (Marquardt) Date: 11/11/15 Time: 10:37 Sample(adjusted): 2 680 Included observations: 679 after adjusting endpoints Convergence achieved after 14 iterations Variance backcast: ON				
	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
Variance Equation				
C	0.009035	0.003470	2.603697	0.0092
ARCH(1)	0.110220	0.023507	4.688840	0.0000
GARCH(1)	0.838960	0.036234	23.15415	0.0000
R-squared	-0.007507	Mean dependent var	0.035265	
Adjusted R-squared	-0.010488	S.D. dependent var	0.407318	
S.E. of regression	0.409448	Akaike info criterion	0.983685	
Sum squared resid	113.3300	Schwarz criterion	1.003658	
Log likelihood	-330.9610	Durbin-Watson stat	2.114356	

Annexe 6 : Estimation du modèle VGARCH (1,1)

Diagonal vech multivariate GARCH model						
Sample: 03/01/2013 - 30/09/2015			Number of obs =		679	
Log likelihood = -252.11919						
	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[99% Conf. Interval]	
R_EUR						
_cons	.0184701	.0082044	2.25	0.024	-.002663	.0396033
R_USD						
_cons	.0359962	.0138348	2.60	0.009	.00036	.0716324
Sigma0						
1_1	.0017228	.0013534	1.27	0.203	-.0017634	.0052091
2_1	-.0013235	.0006598	-2.01	0.045	-.0030231	.0003761
2_2	.0013014	.0025133	0.52	0.605	-.0051724	.0077752
L. ARCH						
1_1	.2411207	.0343407	7.02	0.000	.152665	.3295764
2_1	.1221509	.0221028	5.53	0.000	.0652178	.1790839
2_2	.1309117	.0294412	4.45	0.000	.0550762	.2067473
L. GARCH						
1_1	.7484995	.0361331	20.72	0.000	.6554269	.8415721
2_1	.8718779	.023008	37.89	0.000	.8126131	.9311427
2_2	.8661605	.0331645	26.12	0.000	.7807344	.9515867

Table des matières

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I : LES RISQUES DE MARCHE DANS L'ACTIVITE BANCAIRE.....	4
INTRODUCTION.....	4
SECTION 1 : CONCEPTS DE BASE LIES AUX RISQUES	5
1.1. Définition du risque.....	5
1.2. Caractéristiques d'un risque	6
1.2.1. Vraisemblance	6
1.2.2. Conséquences (Impact)	7
1.3. Le Risk management	7
1.3.1. Définition.....	7
1.3.2. Processus de management du risque	8
SECTION 2 : MESURE DES RISQUES DE MARCHE ET CADRE REGLEMENTAIRE	11
2. 1. Définition et composantes des risques de marché	11
2.1.1. Définition.....	11
2.1.2. Composantes des risques de marché	11
2. 2. Approches classiques de mesure des risques de marché	12
2. 3. Réglementation bancaire accordée aux risques de marché.....	15
SECTION 3 : LES INSTRUMENTS DE COUVERTURE CONTRE LE RISQUE DE CHANGE 20	
3.1. Les opérations de change à terme.....	20
3.1.1. Définition.....	20
3.1.2. Les types d'opérations à terme	20
3.1.3. Avantages et inconvénients	21
3.2. Les opérations de swaps devises/dinars.....	21
3.2.1. Les swaps de change	22
3.2.2. Les swaps de devises	23
3.2.3. Avantages et inconvénients	23
3.3. Les options de change devises/dinars.....	24
3.3.1. Définition.....	24
3.3.2. Les types d'options de change :.....	24
3.3.3. Caractéristiques des options de change	24
3.3.4. Les opérations sur les options de change.....	25
3.3.5. Avantages et inconvénients	26

CONCLUSION	27
CHAPITRE II : LA GESTION DU RISQUE DE CHANGE	28
INTRODUCTION	28
SECTION 1 : QUANTIFICATION DU RISQUE DE CHNAGE DANS LE CADRE DE LA VAR	29
1. 1. Origine et définition de la Value at Risk	29
1.1. 1. Origine de la Value at Risk.....	29
1.1. 2. Définition de la VaR.....	30
1. 2. Les paramètres de la VaR.....	31
1.2.1. L’horizon temporel.....	31
1.2.2. L’intervalle de confiance.....	32
1. 3. Méthodes de calcul de la VaR	32
1.3.1. La méthode historique	32
1.3.2. La simulation de Monte Carlo	33
1.3.3. La méthode paramétrique	34
1. 4. Avantages et limites de la VaR	37
1.4. 1. Apport de la VaR pour la banque	39
1.4. 2. Limites de la VaR.....	40
SECTION 2: MESURE DES PERTES EXTREMES ET APPLICATION DU BACKTESTING ..	41
2.1. Valeur à risque conditionnelle : CVaR.....	41
2.1.1. Définition de la valeur à risque conditionnelle.....	41
2.1.2. Mesure de la CVaR en cas d’une distribution normale	42
2.2. Le test de validation : Backtesting.....	43
2.2.1. Kupiec Tests	44
2.2.2. Cadre réglementaire	45
2.3. Le concept de Stress Testing	45
2.3.1. Définition du Stress Testing	46
2.3.2. Les exigences réglementaires accordées aux Stress testing	47
2.3.3. Les techniques du Stress Tests	47
2.4. Le concept de la VaR stressée	50
2.4.1. Contexte et définition	50
2.4.2. Les paramètres de la VaR stressée	50
2.4.3. VaR stressée et exigences minimales de fonds propres.....	50
CONCLUSION	52
CHAPITRE III : VALIDATION EMPIRIQUE SUR UN PORTEFEUILLE DE DEVISES	53
INTRODUCTION	53

SECTION 1 : METHODOLOGIE DE RECHERCHE	54
1.1. Le choix du modèle	54
1.2. Calcul des rendements	54
1.3. Les tests statistiques	55
1.3.1. Test de la normalité	55
1.3.2. Test de stationnarité : Augmented Dickey Fuller	57
1.4. Calcul de la VaR.....	58
SECTION 2 : PRESENTATION ET ANALYSE DES DONNEES	60
2.1. Présentation de l'échantillon	60
2.2. Calcul des rendements du portefeuille.....	61
2.3. Analyse descriptive des rendements.....	62
2.3.1. Etude de la normalité.....	62
2.3.2. Etude de la stationnarité	64
2.3.3. Etude de la corrélation.....	66
SECTION 3 : RESULTATS D'APPLICATION DE LA VAR	67
3.1. VaR historique.....	67
3.2. VaR par simulation de Monte Carlo.....	70
3.3. VaR paramétrique.....	72
3.3.1. Estimation du modèle ARCH (1) et GARCH (1,1).....	72
3.3.2. Estimation du modèle VGARCH (1,1).....	74
3.3.3. Calcul de la VaR.....	75
SECTION 4 : APPLICATION DE LA CVAR, LE BACKTESTING ET LES STRESS TESTS ...	78
4.1. Calcul de la CVaR.....	78
4.1.1. CVaR historique	78
4.1.2. CVaR du modèle GARCH et VGARCH.....	80
4.2. Le Backtesting.....	81
4.3. Implémentation des scénarios de Stress Tests	83
CONCLUSION GENERALE	86
BIBLIOGRAPHIE	89
ANNEXES	92