La gestion du Risque de Marché :
Application de la Valeur-à-Risque

K. M. Bensafta[1].

Résumé :

Dans cet article, on présente les différentes directives de l'amendement Bale II, pour le calcul du risque de marché et la détermination des fonds propre, pour les banques ayant des activités sur les marchés internationaux. Parmi ces directives, l'utilisation du modèle interne, du calcul du risque de Marché. On présente alors, les différentes méthodologies de calcul du risque de marché, au moyen de la Valeur-à-Risque, parmi lesquelles, les méthodes paramétriques (Variance-covariance, RiskMetrics et GARCH), et les méthodes non paramétriques (Simulation Historique et Simulation de monte Carlo). On présente également le Backtesting et le test de Kupiec, qui permet la validation du modèle interne choisi par l'institution financière.

Mots clés : *Valeur-à-Risque, amendement de Bâle, Risque de Marché, RiskMetrics, GARCH, Simulation, Test de Kupiec.*

Abstract:

The aim of this article is to present the Basle amendments of 1996, for the minimal capital requirements and the internal model of Value at Risk measure of the market risk. We present the different calculus methodology of VaR, such as, parametric methods (Variance covariance, RiskMetrics and GARCH) and non parametric methods (Historical Simulation and Monte Carlo Simulation). We present also, the Kupiec Test, as a tool of choice between the best internal models of VaR estimate.

Key words: *Value at Risk, Basle amendments, RiskMetrics, Market Risk, GARCH, Simulation, Kupiec Test.*

[1] Maître assistant, Université de Chlef

1. Introduction : La gestion du risque

Lorsqu'on a demandé à J.P. Morgan de prédire le marché boursier, sa réponse fut la suivante : *«Le marché boursier fluctuera»*. Cette citation englobe, ce que nous connaissons le mieux à propos des marchés financiers, qui essentiellement fluctuent. Le changement est la seule constante. C'est pourquoi la gestion des risques est devenue si prédominante au cours des dernières années. Il aurait dû toujours en être ainsi, mais c'est récemment seulement que cette industrie a développé des outils pour une meilleure compréhension des risques financiers.

Toute institution financière, est confrontée à plusieurs types de risques, dont le risque opérationnel, le risque commercial, le risque stratégique et le risque financiers. Dans cet article, nous nous intéresserons à la gestion d'un des composants du risque financier, le risque de Marché. Celui-ci, résulte des mouvements des prix dans les marchés financiers. La disponibilité des données et des informations sur ces marchés financiers, nous permet d'examiner ce type de risque mieux que les autres.

Il existe par ailleurs différentes manières pour mesurer le risque de marché, compte tenu des portefeuilles, qui sont à sa charge, ou en sa possession. Parmi les mesure de quantification du risque, la Variance du portefeuille d'actifs financiers. Une méthode particulièrement intéressante, utilisant la Variance, dans la mesure du risque, est la « Valeur-à-Risque » (VaR), largement popularisé par la banque d'investissement J. P. Morgan, qui l'a introduite en 1994, par son model de gestion de risque *« RiskMetrics »*.

Une définition succincte de la VaR, est de dire : « La Valeur-à-Risque d'un portefeuille d'une certaine valeur initiale, est le maximum de perte, dont peut souffrir ce portefeuille, dans un horizon future donné et pour un seuil de confiance donné ». Cet horizon peut être de 1 jour à plusieurs semaines et le niveau de confiance, peut être choisi entre 95% à 99.9%.

Ces dernières années, et après les faillites biens connues de certaines grandes banques, au débuts des années 1990, tel que la Barings Bank, plusieurs institutions financières, dont les activités de finance internationale, peuvent se chiffrer en milliards de dollars, ont commencées à adoptées la Valeur-à-Risque, pour gérer, quantifier et établir des informations correctes sur les portefeuilles qu'ils détiennent. La mesure de la VaR a également été promue par le Comité de Bâle, dans ces amendements de 1996 sur les modèles Interne de mesure du risque, et ces Directives sur la Charges de fond propres.

Compte tenu de la diversité de nature des actifs financiers qui existent, tel que les taux de change, les Swap, les Bonds, les taux de change spot, les taux de change futurs, les actions, les indices spot, les prix de matières premières, les options…etc. Plusieurs méthodologies de calcul de la VaR ont vue le jours, chacune plus appropriés à tel ou tel instrument financier. Parmi ces méthodologies, les institutions financières peuvent choisir entre la méthode dite de *« Simulation Historique »*, les méthodes de *« Variance covariance »* et *« la Simulation de Monte Carlo »*. Dans cet article, nous allons présenter ces différentes méthodes, les avantages et inconvénients de chacune des méthodes, et enfin quelques tests d'évaluation des méthodes qui permettent la validation du modèle interne.

2. Le Risque financier :

Dans la littérature financière, on distingue quatre types de risques : le Risque Commercial, le Risque Stratégique, le Risque Opérationnel et le Risque Financier. Le Risque Commercial concerne uniquement le risque de la présence d'un produit sur le marché. Le Risque Stratégique résulte des changement fondamentales dans l'environnement politique économique (expropriation, nationalisation…etc.). Le Risque Opérationnel due à un mauvais système de gestion et de management. Le Risque Financier, causé par les mouvements dans les marchés financiers. Tous ces risques sont importants ; cependant, nous dans cette étude nous intéressé aux seulement au risque financier.

Le Risque financier peut être partager en trois autres risques; le Risque de Marché, du aux changements dans les prix des actifs financiers, le Risque de Crédit du aux non respect des engagements des partenaires contractant des crédits et le Risque de Liquidité due à une activité insuffisante sur le marché.

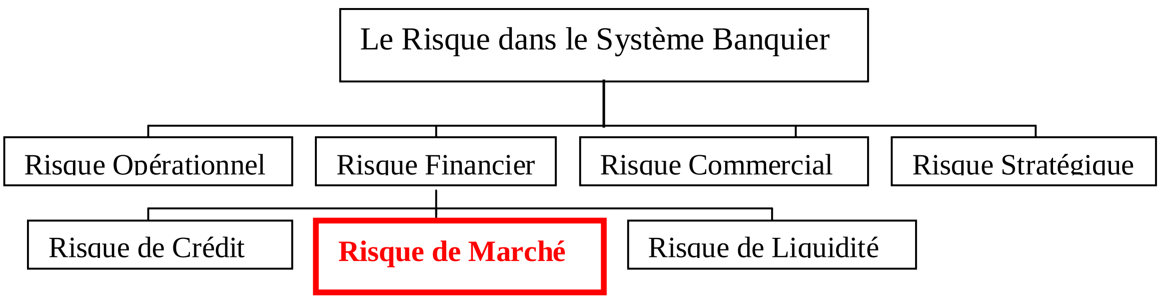


Figure 1 : Différents risques dans le système banquier

2.1. Le Risque de Marché :

Le Risque de Marché fait partie intégrante des activités de prêt et de dépôts de la Banque, ainsi que de ses activités de financement, de négociation et de placement. Il désigné le risque de perte qui découle de l'évolution anormale ou désavantageuse des taux d'intérêt, des taux de change, le prix des actifs financiers dans les marchés de matières première, le cours des actions et les prix des produits dérivés. Les différents risques sont définis comme suit :

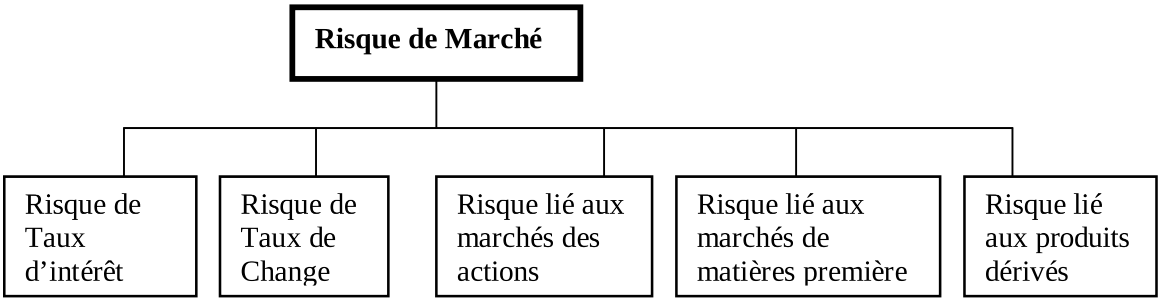


Figure 2 : Le risque de Marché

2.1.1 Le Risque de taux d'intérêt :

Les activités de financement, de prêt et de placement de la Banque donnent lieu à un risque de taux d'intérêt. Pour ces activités, l'impact des Variations des taux d'intérêt se reflète dans le revenu d'intérêts net.

2.1.2 Le Risque de Change :

Le risque de change de la Banque découle des activités de négociation, des activités de change et des investissements dans les filiales étrangères. Dans ses activités de négociation, la Banque achète et vend des devises sur les marchés au comptant, les marchés à terme et les marchés des options, autant pour les besoins de ses clients que pour son propre compte.

2.1.3 Le Risque lié aux Marché des actions :

La Banque négocie des actions pour ses clients et pour son propre compte. Le risque lié aux actions découle des changements dans la valeur d'un placement dans un titre donné ou des fluctuations globales du marché boursier, dans le cas d'opération sur les indices boursiers.

2.1.4 Le Risque lié aux Marché des matières premières :

Les opérations sur marchandises portent sur les métaux précieux, les métaux et les produits énergétique, de même que sur les contrats d'options et les contrats à terme qui s'y rattachent

2.1.5 Le Risque lié aux produits dérivés :

Les produits dérivés constituent un important outil de gestion du risque, tant pour la Banque que pour ses clients. La Banque utilise des produits dérivés pour gérer le risque de marché lié à ses activités de financement et de placement. Pour gérer le risque de taux d'intérêt dans ses activités de prêt à taux fixe, la Banque fait appel à des swaps de taux d'intérêt, à des contrats à terme normalisés, à des contrats de garantie de taux d'intérêt et à des options. Elle a recours aux swaps, aux contrats et aux options pour gérer le risque de change.

2.2 La Mesure du Risque :

La Banque peut faire appel à diverses techniques pour mesurer et contrôler le risque de marché qu'elle assume dans ses diverses activités. Pour chaque type d'activité, elle peut déterminé les mesures principales du risque. Parmi ces techniques de mesure nous citerons, les tests de résistance au stress ; les analyses de sensibilité ; l'analyse des écarts et la Valeur-à-Risque, qui est l'objet de cet article.

2.2.1 La Valeur-à-Risque :

Comme nous l'avons défini en introduction, La valeur à risque (VAR) est une estimation de la perte éventuelle qui pourrait, à un seuil de confiance donné, découler du maintien d'une position pendant une période déterminée.

2.2.2 Les tests de résistance au stress :

Alors que la VAR permet de mesurer les pertes éventuelles sur des marchés normalement animés, les tests de résistance au stress examinent l'incidence, sur les portefeuilles de valeurs détenues à des fins de négociation, de mouvements anormalement amples sur le marché et durant des périodes d'inactivité prolongée.

2.2.3 L'analyse de sensibilité :

L'analyse de sensibilité évalue l'effet de l'évolution des taux d'intérêt. Les modèles de simulation permettent à la Banque d'évaluer le risque de taux d'intérêt de façon dynamique. Ils tiennent compte d'hypothèses relatives à la croissance, à la composition des affaires nouvelles, à l'évolution des taux d'intérêt, à la forme de la courbe de rendement, aux options rattachées aux produits, aux échéances et à d'autres facteurs. Les modèles de simulation et l'analyse des scénarios sont particulièrement importants pour gérer le risque dans les produits de dépôt, de financement et de placement que la Banque offre à sa clientèle privée.

2.2.4 L'analyse des écarts :

L'écart de taux d'intérêt est une mesure courante de la sensibilité aux taux d'intérêt. Un écart sensible au passif existe lorsque davantage d'éléments de passif que d'éléments d'actif sont soumis à des fluctuations de taux dans une période donnée. La Banque se sert de l'analyse des écarts dans ses activités bancaires de gros et de détail.

Parmi ces méthodes, la mesure de la VaR est la plus courante. Nous allons dans la section, nous commencerons par un bref historique des conditions de son application et son introduction par le comité de Bâle et les principale méthodes pour le calcul de la VaR. suivante, définir de manière plus formelle la Valeur à Risque

3. La Valeur à Risque :

Depuis le milieu des années 90, le pivot du processus de mesure du risque de Marché, est sans aucun doute, la Valeur à Risque (VaR), adoptée par le Comité de Bâle comme la mesure de référence. L'utilisation de la VaR à des fins de contrôle de risque interne par les banques s'est surtout répandue après les événements du mois de février 1994. Avant cette date, une banque exerçant des activités obligataires pouvait raisonnablement évaluer le risque de ses positions à quelques pour cent près et espérer compenser partiellement la perte dans une monnaie par un gain dans une autre. On donne dans la section suivante, un bref historique de la création du comité de Bâle, et l'utilisation de la mesure de la VaR.

3.1. Historique : le comité de Bâle

L'instabilité financière toujours croissante, a poussé à une régulation plus ferme. Le 15 juillet 1988, les banques centrale du G-10[2], plus le Luxembourg et la Suisse, ont signées les « Accords de Bâle »[1]. Une entente qui a pour objet de fournir le champs d'action des banques, en imposant la « Charge minimale de fonds propres », applicable à tous les membres du comité. L'accord de Bâle exige au banques, un capital fond propre équivalent à 8% du poids total du risque. Il fixe l'exigence minimale de fonds propres « *Minimal Capital Requirements* » imposée aux multinationales bancaires, ces fonds propres servant à couvrir les risques des pertes financières.

[2] Le membres du G-10 sont : la Belgique, le Canada, la France, l'Allemagne, l'Italie, le Japon, la hollande, la Suède, la Grande Bretagne et les USA.

L'accord de Bâle de 1988, connu sous le nom « *Bâle I* », souffrait de plusieurs critiques, notamment pour la description exacte du risque de Marché[2]. Il a cependant, mis en place nombre de propositions qui traitent de sa mesure, des propositions qui devaient être incorporé aux amendements des accords sur le capital de 1996[3]. Ainsi, en Janvier 1996, le comité de Bâle suggérait deux approches de calcul des réserves de capital, pour le risque de marché : le modèle Standard, « *Standard Model Approach* », et le modèle Interne, *« Internal Model Approach »*[4]. Selon l'approche suivie ; la charge des fonds propres ou « Capital Requirements », est calculée en multipliant la Valeur-à-Risque par un facteur compris entre 3 et 4 (voir section …).

En Août 1996, les institutions régulatrices des banques américaines, approuvaient les accords de Bâle II. La banque de réserve fédérale, permettait l'utilisation de deux années de données historique, pour l'implémentation du modèle. Pour la première fois, les banques été autorisées à utiliser leurs propre modèle de gestion du risque et à calculer leurs Valeur à Risque (VaR) et leur fond propre.

L'utilisation de la VaR c'était rapidement répandu. Les institutions financières ayant des échanges commerciaux et des investissements important en volume, commençaient à utiliser la méthodologie de la VaR dans leur gestion du risque « Risk Management ». En octobre 1994 la JP Morgan introduits son système RiskMetrics[5]. Janvier 1995, La Deutsch Bank commençait à utiliser le système dbAnalyst. Bankers Trust introduit en 1996, le système RAROC et Le Crédit Suisse développe PrimeRisk et PrimeClear en 1997.

Les prépositions de Bâle II, étaient devenues effectives à partir de Janvier 1998. Le capital standards du risque de Marché était devenu impérative pour toutes banque ayant un compte commercial (Actions et Obligations) supérieur à 1 milliard de dollars. De plus, le comité décidé de fixer l'horizon de prévision « Holding period » à dix jours ouvrables (2 semaines) et le niveau de confiance à 99%, correspondant à une perte au delà de la VaR, chaque 100 jours, en utilisant au moins une année de donnée historiques.

Ces règlementations successives, venaient en réponses aux scandales financiers des années 90. En effet, cette période, a été marquées par les révélations par la presse sur des catastrophes financières conséquences d'un management trop confiant. En février 1994, la hausse du taux d'escompte par la Réserve fédérale américaine a créé une onde de choc qui s'est propagée dans l'ensemble des marchés financiers mondiaux. Les banques se sont alors trouvées devant une situation où leurs obligations perdaient jusqu'à 10 % de leur valeur, et ce dans toutes les monnaies en même temps et en quelques semaines. Ce mouvement sur les taux d'intérêt s'est rajouté à un autre problème important que des banques devaient gérer celui du contrôle interne sur les positions risquées tenues par leurs propres traders. On peut à cet égard rappeler plusieurs exemples de faillites lié aux risques de marché.

3.2 Exemples de faillite due aux risques de marché

3.2.1 Le cas Orange County :

Bob Citron, le trésorier du fonds de retraite, avait la charge de gérer un portefeuille de 7,5 milliards de dollars. Pour améliorer la performance de ce fonds, il a emprunté 12,5 milliards de dollars via des prêts, ce qui lui a permis d'investir 20 milliards de dollars dans des obligations d'Etat dont la maturité moyenne était de quatre ans. A cause de mouvement des taux d'intérêt, cette stratégie a été anéantie. En février 1994, les pertes sur les instruments financiers prêtés ont conduit à des appels de marge, ce qui a entraîné une difficulté de financement à court terme. En Décembre 1994, le fonds du comté d'Orange et le comté d'Orange lui-même ont été déclarés en cessation de paiements. Le mois suivant, le solde des actifs du fonds a été réalisé, conduisant à une perte de **« 1,64 milliard de dollars »**.

3.2.2 Le cas de la Banque Barings :

Nicolas Leeson, trader employé dans une succursale de Singapour, engagea des sommes importantes en spéculation sur l'indice Nikkei (position facilitée par le fait qu'il était à la fois responsable du back-office et du trading). Il pariait sur la hausse de la Bourse japonaise en vendant à terme des contrats sur l'indice Nikkei 225. Mais le séisme de Kobe provoqua une chute brutale du Nikkei et ses pertes atteignirent **« 6 milliards de francs »**.

3.2.3 Le cas Daiwa :

Le 26 septembre 1995, la banque Daiwa a annoncé qu'elle avait accumulé des pertes estimées à **« 1,1 milliard de dollars »**. Elle a réalisé plus de 30.000 transactions sur onze ans en bons du Trésor américains. A cause des mouvements des taux d'intérét, les pertes croissaient, le gestionnaire avait excédé ses limites de position pour tenter de récupérer les pertes. Il a commencé à vendre, des obligations appartenant à ses clients et déposées dans la succursale new-yorkaise de la banque. Daiwa était la douzième banque du Japon à l'époque, mais à la suite des révélations de ces pertes, Daiwa a fermé sa succursale de New York et la direction générale a démissionné en octobre 1995 et les autorités de régulation américaines ont ordonné à Daiwa l'arrêt de ses opérations aux Etats-Unis.

3.2.4 Le cas MGRM :

En 1992, MetallGesellshaft Refining and Marketing (MGRM) mit en oeuvre ce qu'elle crut être une stratégie profitable : la société accepta de vendre mensuellement des montants déterminés de produits pétroliers, pendant une période de 10 ans, à un prix fixé au-dessus du marché. MGRM acheta donc des contrats futurs d'énergie à court terme pour couvrir les engagements à long terme. La stratégie de couverture omit de prendre en compte un détail : si les prix du brut devaient chuter, les profits de la vente de produits pétroliers seraient réalisés sur le long terme, mais les pertes sur les contrats futurs d'énergie allaient être réglées immédiatement. Ce fut le cas ! La société connut donc une crise de trésorerie. En décembre 1993, MetallGesellshaft solda ses positions au pire moment avec une perte de **« 8,2 milliards de francs »**.

3.2.5 Le cas Morgan Grenfell :

Peter Young, gestionnaire de fonds chez Morgan Grenfell (MG), se servit de l'argent investi dans les trois plus gros fonds de placement de sa société pour acheter des actions « spéculatives ». Cet investissement comprenait une part de 30 millions de dollars dans une société au passé en dents de scie, dont Peter Young acheta les actions 2 dollars au-dessus du cours. Quand les responsables de la réglementation londonienne commencèrent à enquêter sur la valorisation des actifs des trois plus gros fonds de Morgan Grenfell, la société cessa la commercialisation de ces fonds en trois jours. A la suite de cette annonce, 30 % des investisseurs retirèrent leur argent. Cet échec coûta **« 400 millions de dollars** » à la société. Le préjudice causé à la réputation de Morgan Grenfell s'est révélé encore plus coûteux.

3.2.6 Le cas Bankers Trust :

Bankers Trust fut poursuivi en justice par quelques-uns de ses plus gros clients, qui se plaignaient que la banque les ait induits en erreur concernant la prise de risque et la valeur des produits dérivés qu'ils lui avaient achetés. Procter & Gamble, s'était à l'époque engagé dans des transactions sur produits dérivés en pariant sur la stabilité ou la baisse des taux d'intérêts américains. La Réserve Fédérale ayant augmenté les taux d'intérêt de façon répétitive en 1994, Procter & Gamble poursuivit donc Bankers Trust pour **« 195 millions de dollars »** de perte. A l'issue d'un procès, Bankers Trust fut condamné à payer 93 millions de dollars à ses clients, dont 78 millions à Procter & Gamble. Mais les plus gros dégâts concernèrent la réputation de Bankers Trust.

3.2.7 Le cas du Lloyd's :

Le Lloyd's de Londres essaya de s'établir aux Etats-Unis, en pratiquant une politique de polices d'assurances avec remboursements illimités, ce qui lui donna un avantage compétitif. Malheureusement, à cette période, l'exposition à l'amiante et autres polluants causèrent de sérieux problèmes de santé qui donnèrent suite à de nombreuses plaintes et procès. Les pertes commencèrent à apparaître en 1991, **« 509 millions de livres sterling »**, ce qui constitue les plus grosses pertes annuelles de toute l'histoire de la société.

3.2.8 Le cas de Confederation Life :

Afin de s'assurer un rendement dans une industrie de plus en plus compétitive, Confederation Life investit massivement dans le marché immobilier au cours des années 80 et 90 (73 % des actifs en 1993). Mais la performance du marché immobilier ne fut pas à la hauteur des attentes et les pertes commencèrent à être lourdes au début des années 90. Entre 1990 et 1993, la valeur moyenne du mètre carré passa de 208 dollars à 129 dollars. A terme, les autorités réglementaires, craignant la panique des investisseurs, intervinrent pour mettre fin à Confederation Life. Les liquidateurs estimèrent les pertes à **« 1,3 milliards de dollars »**.

A la lumière de ces exemples de catastrophes financières, on peut constater que certains facteurs internes à l'entreprise peuvent quelquefois générer les dégâts considérables que nous avons évoqués. En effet, on retrouve souvent à la source des difficultés citées une mauvaise appréciation et un contrôle défaillant des risques encourus par l'activité de la société ; la Barings en est l'exemple le plus significatif à travers ses investissements inconsidérés sur le Nikkei, mais également la MetallGesellshaft en raison de son pari à long terme sur les produits pétroliers. Ces entreprises n'ont pas accordé un contrôle suffisant à leur activité ou à leur organisation. Autre erreur souvent commise : une confiance absolue mise entre les mains de professionnels dont personne ne remet en cause les compétences et qui firent des choix dangereux à un moment de la vie de l'entreprise.

On peut donc en conclure qu'une faiblesse du contrôle interne, une faible supervision des employés, des négligences à limiter le champ d'action des collaborateurs, un manque de collégialité dans la prise de décision stratégique, sont autant de causes de catastrophes qui auraient pu être évitées. Avec un système de gestion de risque satisfaisant, les fraudes auraient dû être découvertes en quelques jours ou en quelques heures et non pas en quelques mois ou quelques années. C'est pourquoi un cadre de gestion de risque global de l'entreprise validé par la direction générale, accepté et utilisé par les collaborateurs, est un outil indispensable tout particulièrement quand il s'agit des marchés financiers.

Par ailleurs, la gestion des risques repose sur une infrastructure, des politiques et des méthodes qui permet de gérer l'information, d'établir des limites de transactions, d'évaluer la performance et enfin de répondre aux exigences de la réglementation.

3.3. Définition formelle de la VaR:

La Valeur à Risque (VaR) est devenue la mesure standard du risqué, employée par les institutions financières et les régulateurs. La popularité de la VaR est essentiellement due à son concept assez simple. Cependant, sa mesure est un vrais chalenge de statistique, et aucune des méthodes qui seront développées plus loin, ne procure une entière satisfaction. Puisque la VaR peut être évaluer comme le quantile des rendements futurs d'un portefeuille, conditionnellement à l'information présente et puisque la fonction de distribution des rendements de portefeuille change dans le temps, le chalenge est de trouver le bon modèle dynamique, qui décrit ce changement[6].

La Valeur-à-Risque est la mesure du maximum de changement potentielle, dans la valeur d'un portefeuille d'instruments financiers, avec une certaine probabilité et sur un certain horizon. La VaR répond à question suivante : combien je peu perdre avec une probabilité α % dans un horizon donné.

Exemple :

On considère une institution financière, dont la devise de base est le dollar US. Cette institution détient une position de 150 millions d'Euro[7]. Quel est la Valeur-à-Risque dans un horizon de 1 jour, à 5% de probabilité ?

- La première étape de calcul, est de déterminer l'exposition au risque de Marché. Puisque la devise de base est le dollar US (USD), en supposant que la taux de change EURO/USD est aujourd'hui de 1.31, alors la position de l'institution financière est de (150)(1.31) = 196.5 millions USD.
- Quel est le risque ? de combien le taux de change EURO/USD peut-il potentiellement changer ? afin de répondre à cette question, supposant que la vraie distribution de probabilité de rendement du portefeuille soit f1(x) :

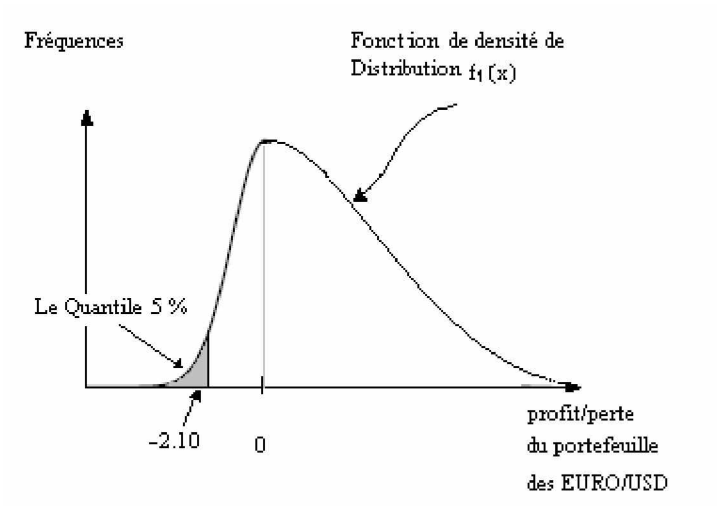


Figure 3 : Distribution des rendements d'un portefeuille hypothétique euro/usd

Le graphique, signifie que dans 95% des cas, la perte de change, dans un horizon de 1 jour, d'un portefeuille de EURO/USD, ne dépassent pas -2.10 % de sa valeur initiale.

Pour notre exemple, cela signifie que :

- Il y a une probabilité de 5 %, que la valeur initiale du portefeuille varie de -2.10 %.
- La Valeur-à-Risque dans notre cas, liée au risque de change, est de :
  VaR = (-2.10) (196.5) (0.01) = 4.1265 millions USD

- D'une autre manière, on dira : « pour un position initiale de 150 millions d'euro, les pertes d'une institution financière, dont la devise de base est le USD, sont dans 95 % des cas, inférieurs à 4.1265 millions USD, pour le lendemain.

Selon notre définition précédente, la valeur de la VaR est obtenue à partir de la fonction de probabilité de distribution des rendements[8], en déterminant le quantile p, de la fonction de densité de distribution, des rendements du portefeuille :

$$1-\alpha = F_{\Delta p}(-VaR) = \int_{-\infty}^{-VaR} f_{\Delta p}(x)dx$$

Où $F_{\Delta p}(x) = \Pr(\Delta p \le x)$ est la fonction de répartition des rendements du portefeuille sur une période, et $f_{\Delta p}(x)$ leur fonction de densité de distribution.

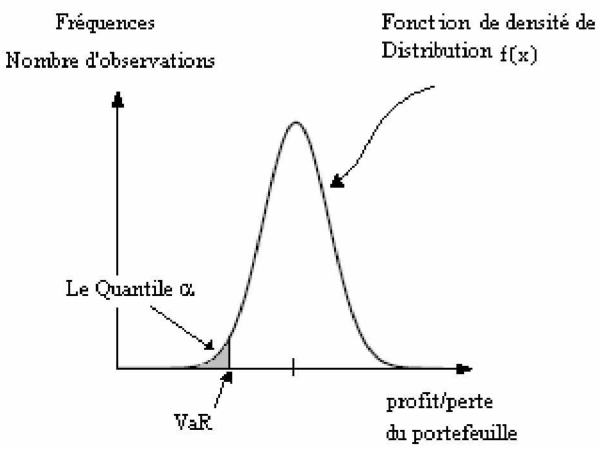


Figure 4 : Fonction de densité de Distribution des rendements et calcul du quantile de la VaR

Les méthodologies VaR diffèrent selon la définition de la fonction de densité de distribution. Les techniques traditionnelles de approximations de la distribution des rendements sont :

- les méthodes paramétriques
- la simulation historique
- la simulation de Monte-Carlo

3.4 Méthodes de Calcul de la VaR :

3.4.1 Méthodes Paramétriques:

Dans cette section, nous allons présenter plusieurs méthodes paramétriques de calcul de la VaR. En particulier les méthodes de Variance covariance, qui relient directement la mesure de la Valeur-à-Risque à la Variance des rendements du portefeuille. Intuitivement, plus la Variance et importantes plus la valeur à risque est grandes.

En introduction nous allons discuter des méthodes de dite naïf, appelé méthodes statiques, on cherche alors à identifier les paramètres de la loi de distribution statique des rendements. Pour ces méthodes, on ne peut pas prendre en compte le regroupement de la volatilité et l'hétéroscédasticité, présentes dans les séries de rendements d'actifs financiers. On utilisera alors, les méthodes de modélisation de la Variance par le modèle de RiskMetrics et les modèles de type ARCH, introduit par Engle (1982).

3.4.1.1. Modèles statiques Gaussiens :

La majorité des modèles VAR basée sur la Variance, suppose la normalité de distribution selon les hypothèses de base, bien que les différentes études sur les données financières à haute fréquence (journalières et intra journalières) ont établi des faits et propriétés asymétriques et léptokurtiques dans les distributions empiriques[9]. Cependant, la distribution normale présente plusieurs avantages et caractéristiques intéressantes. En effet, les paramètres de distribution sont faciles à estimer, en plus, la propriété d'additivité de Variable normale est très importante dans le calcul de la VAR à « horizon h » à partir de la VaR à un jour, ce qui est indiqué dans les directives de Bale I. En effet, en supposant que les rendements soient indépendants et identiquement et normalement distribués, nous pouvons écrire :

$$VaR^{(h)} = \sqrt{h} \cdot VaR^{(1)}$$

La formule précédente est connue par *« la règle du racine carré du temps »*. Elle est très pratique, pour la détermination de la VaR à h-périodes, sur la base de la VaR à un jours. Bien que cette propriété, soit liée à la loi Normale, elle est parfois utilisé dans d'autres modèles de mesure de la VaR, même si la distribution des rendements de portefeuille n'est pas considéré gaussienne, ou que les rendements ne soient pas indépendants. Une autre caractéristique de l'additivité, est que la distribution marginale d'une distribution normale multivariée, est aussi normale. En conséquence, le risque d'un portefeuille linéaire multivarié, peut être exprimé en fonction du risque de chaque composant.

Considérant que les rendements logarithmiques du portefeuille soient indépendants, identiquement et normalement distribuer : $r_t \xrightarrow{iid} N(\mu, \sigma^2)$, alors, la valeur-à-risque du portefeuille est :

$$VaR = -W_0 (e^{\mu + \sigma \Phi^{-1}(p)} - 1)$$

Où

- W_0 est la valeur initiale du portefeuille
- $\Phi(..)$ représente la fonction de répartition de la loi Normale centrée réduite
- μ et σ les paramètres de distribution des rendements empiriques, que l'on peut estimer efficacement par la méthode de maximum de vraisemblance.

3.4.1.2. Modèle Statique de Distribution de Student :

Il est connu que les séries de rendement (rendement logarithmique) des actifs financiers, sont caractérisées par des queues de distribution plus large et plus pointues que la loi normale. Pour rendre compte de cette leptokurtisité, nous pouvons considérer d'autres lois de distribution des rendement, tel que la loi de Student. Cette loi est définie par trois paramètres :

- le paramètre de position μ (il peut être nulle ou proche de zéro)

- le paramètre de forme γ
- le nombre de degrés de liberté ν

Une Variable aléatoire qui suit la loi de t-Student non centrée, de moyenne μ, de Variance σ et v degrés de liberté. Lorsque v tend vers l'infini, la loi de t-Student rejoint la loi normale. Pour des valeurs de v >4, la loi de t-Student présente des queue plus épaisses que la loi normale (Kurtosis >3).

Supposant que les RLP[3] suivent la loi t-Student, pour l'estimation des paramètres de distribution empirique, nous devons définir la fonction de log vraisemblance de la loi t-Student centrée :

$$l_t = T\left\{\ln\left(\frac{\Gamma(\nu+1)}{2}\right) - \ln\left(\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)\right) - \frac{1}{2}\ln\left((\pi(\nu-2)) - \ln(\sigma)\right\} - \frac{(\nu+1)}{2}\sum_{1}^{T}\left[\ln\left[1+\frac{(r_t-\mu)^2}{\sigma\sqrt{(\nu-2)}}\right]\right]$$

Ou Γ(..) est la fonction Gamma[4].

Les estimations des paramètres μ, ν et γ, sont obtenues par la maximisation de la fonction L par des méthodes numériques. En effet, il n'existe pas une forma analytique des dérivées de la fonction L. on utilise souvent l'algorithme BHHH. Dans ce cas, la Valeur-à-Risque est donnée par :

$$VaR = -W_0\left(e^{\mu+F_\nu^{-1}(p)} - 1\right)$$

Où F(..), est la fonction de répartition de la loi t-Student centrée réduite.

Il faut rappeler que dans le cas d'une distribution normale, nous pouvons utiliser la règle du racine carré du temps, pour le calcul de la VaR à 10 jours, à partir de la VaR à un jour. Cette méthode est également utilisée dans le calcul similaire, pour la distribution t-Student, en l'absence d'une formule analytique.

Modèles dynamiques :

On entends par modèles dynamiques, les modèles ou la Variance des rendement, est défini par un processus dynamique, décrivant une Variation au cours du temps. Parmi ces modèles, nous citons le processus EWMA et les modèles GARCH. Ces processus permettent en outre, de considérer le phénomène de regroupement de la volatilité, présent dans les séries de rendement d'actifs financiers.

---

[3] Rendement Logarithmique du Portefeuille

[4] La fonction Gamma est définie par $\Gamma(\alpha) = \int_0^\infty e^{-x}x^{\alpha-1}dx$ et $\Gamma(1/2) = \sqrt{\pi}$

3.4.1.3 Les modèles de type GARCH :

Le modèle Autorégressif Conditionnellement Hétéroscédastique (ARCH), a été introduit par Engel en 1982[10], puis généralisé par Bollerslev en 1986[115]. Il permet, par sa définition, de capturer la corrélation existante dans la volatilité (le regroupement de la volatilité). Dans le modèle GARCH, on considère que la Variance conditionnelle des innovations (erreurs), dépendant du carré des erreurs passés et de la Variance conditionnelle passé. Les modèles de type GARCH, sont de plus en plus utilisés dans le monde de l'économétrie financière[12].

Soit r_t le rendement logarithmique du portefeuille (RLP), suivant un processus à erreurs GARCH, d'ordre p et q. Il est décrit par les équations suivantes :

$$r_t = \mu + u_t \qquad (1)$$

$$u_t / \Omega_{t-1} \rightarrow D(0, \sigma_t^2) \qquad (2)$$

$$Var(u_t) = \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \cdot u_{t-1}^2 + \cdots \alpha_q \cdot u_{t-q}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2 + \cdots \beta_p \cdot \sigma_{t-p}^2 \qquad (3)$$

$$\omega > 0,\ \alpha_i \geq 0,\ \beta_j \geq 0 \text{ et } \sum \alpha_i + \sum \beta_j < 1 \qquad (4)$$

Ou :

(1) équation de la moyenne conditionnelle

(2) la loi de Distribution des erreurs

(3) équation de la Variance conditionnelle

(4) conditions de positivité de la Variance, et de stationnarité du processus

Le processus le plus utilisé, est le GARCH (1,1), dans quel cas, l'équation de la Variance conditionnelle se réduit à $Var(u_t) = \sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \cdot u_{t-1}^2 + \beta_1 \cdot \sigma_{t-1}^2$. L'estimation des paramètres des équations de la moyenne et de la Variance conditionnelles, nécessite la définition de la fonction de log vraisemblance, qui diffère selon la loi de distribution des erreurs. Ainsi, pour la distribution gaussiennes et la distribution t-Student, les fonctions de log vraisemblance d'un échantillon de taille T sont respectivement (1) et (2) :

$$(1)\quad l_t = -\frac{1}{2}\sum^{T}\left[\ln(2\pi) + \ln(h_t) + \left(\frac{r_t - \mu}{\sigma_t}\right)^2\right]$$

---

[5] Bollerslev, T. (1986): "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity," Journal of Econometrics, 31, 307–327.

$$(2)\ l_t = T\left\{\ln\left(\frac{\Gamma(\nu+1)}{2}\right) - \ln\left(\Gamma\left(\frac{\nu}{2}\right)\right) - \frac{1}{2}\ln((\pi(\nu-2)) - \ln(\sigma_t)\right\} - \frac{(\nu+1)}{2}\sum_{1}^{T}\left[\ln\left[1+\frac{(r_t-\mu)^2}{\sigma_t\sqrt{(\nu-2)}}\right]\right]$$

Selon la loi de distribution des innovations, et la fonction du log vraisemblance, on estime le vecteur des différents paramètres, en utilisant l'algorithme BHHH. Après détermination des paramètres de distribution, on calcul la VaR à un jour, en déterminant la prévisions à un jour, de la Variance conditionnelle[13] :

$$\sigma_{t+1}^2 = h_t = \omega + \alpha \cdot (r_t - \mu)^2 + \beta \cdot \sigma_t^2$$

D'où la Valeur-à-Risque est :

$$VaR^{(T+1)} = -W_0\left(e^{\mu+\sigma_{t+1}\cdot F_\nu^{-1}(p)} - 1\right)$$

Ou F(..), est la fonction de répartition de la loi de distribution des rendements du portefeuille.

3.4.1.4 le Modèle RiskMetrics[6] :

Une alternative plus simple que le modèle GARCH (1, 1), est le modèle RiskMetrics introduit par la J.P. Morgan Investment Bank en 1994[14]. Dans ce modèle, les paramètres prennent des valeurs particulières :

- $\mu = \omega = 0$
- $\alpha = 1 - \beta = \lambda$
- $\lambda \approx 0.94$

Étant donné ces valeurs, aucun paramètre n'est à estimer, la Variance conditionnelle des rendements du portefeuille est :

$$\sigma_t^2 = \lambda \cdot \sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda) \cdot r_{t-1}^2$$

Que l'on peut écrire :

[6] Le Modèle RiskMetrics a été introduit par JP Morgan en 1994, la Morgan Investement Bank, donné la possibilité aux institutions financières de 22 pays, en intégrant une base de données de tous les instruments financiers échangés sur les places financières de ces pays. Elle effectué une mise à jour journalière de la base donnée.

$$\sigma_t^2 = \lambda^t \cdot \sigma_0^2 + (1-\lambda) \cdot \sum_{k=0}^{t-1} \lambda^k r_{t-k}^2$$

Ou, σ_0^2 est une valeur initiale de la Variance (Variance à la date t=0). L'effet de cette Variance diminue au cours du temps, puisque $\lambda<1$. En pratique, on peut prendre σ_0^2 égale à la Variance de la série toute entière.

De la formule précédente, il est clair que la Variance conditionnelle est une modélisation moyenne mobile exponentielle pondéré, *« Exponentially Weighted Moving Average EWMA »* : puisque la prévision à l'instant t, est une pondération des prévisions précédentes de la Variance, pondéré par le paramètre λ, et le carré des innovations, pondéré par le paramètre 1-λ.

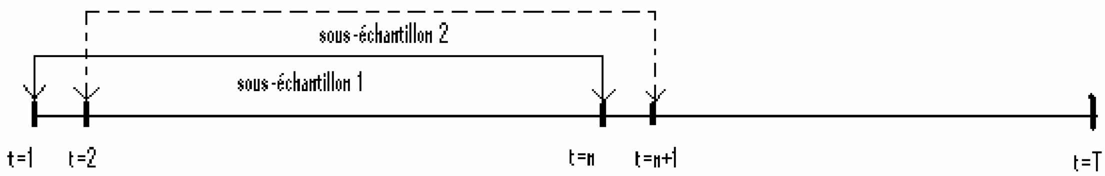
En comparaison avec le modèle GARCH (1,1), le modèle *EWNA* traduit une persistance infinie dans la Variance conditionnelle, équivalent au modèle IGARCH (1,1). Ce qui signifie, q'un chocs entraînant une forte volatilité (Variance conditionnelle), persiste infiniment, tant qu'un autre chocs ne vient pas réduire cette Variation, est empêche alors le retours vers la valeur moyenne *« mean-reverting »*.

3.4.2. Méthodes de Simulation Historique :

Une autre approche dans le calcul de la VaR, est appelée « la simulation historique »[15]. Cette technique non paramétrique, ne nécessite pas des hypothèses sur la loi de distribution des rendements, car elle utilise uniquement la distribution empirique.

La méthodologie HS est conduit comme suit :

1- l'échantillon des rendements est divisé en sous-échantillon de taille égale, appelé « fenêtre » ou *« window size»*. Ainsi, pour un échantillon de taille T, et une fenêtre de taille n, on construit T-n+1 sous-échantillon, tel que deux sous-échantillons adjacents, ont n-1 données en commun.



2- On détermine pour chaque sous-échantillon, le p^{ème} percentile, que nous appelons R_t^p. Ceci nous permet de calculer une estimation de VaR du portefeuille, pour chaque sous-échantillon :

$$VaR_{t+1/t} = -W_0 R_t^p$$

Ainsi, pour le calcul d'une estimation de la VaR à un jour, on utilise les rendements des n-1 jours précédents.

3- On calcul en définitif, la valeur moyenne de la VaR à un jour, ce qui nous fourni la Valeur-à-Risque du portefeuille.

Il faut remarquer que la méthode HS, donne le même poids à toutes les observations, les anciennes sont équivalentes aux plus récentes, se qui n'est pas souhaitable, puisque la mesure du risque, peut changer brusquement à cause d'une très mauvaise ancienne observations. Il apparaît donc, que la méthode HS dépend beaucoup du choix de la fenêtre. En effet, pour une fenêtre très courte, l'estimation de la VaR, sera très sensible aux Variations accidentelles des rendements les plus récents, de l'autre coté, une fenêtre large, aura l'inconvénient de considérer équitablement les récentes et très anciennes observations[16].

3.4.3 Méthode de Simulation de Monté Carlo

La méthode dite « Simulation de Monte Carlo »[17], spécifie un modèle pour le comportement de la série de rendement du portefeuille. Ayant défini le processus de génération aléatoire des prix ou rendement des prix, la simulation de Monte Carlo, fourni les valeur possible du portefeuille, à un horizon h, après l'instant T.

La Valeur-à-Risque VaR peut être déterminer à partir de la distribution simulé des valeurs du portefeuille, selon le processus de génération choisi. La méthodologie SMC est conduit comme suit :

1- Spécifier le processus stochastique, générateur des séries de rendement, de chaque composant du portefeuille, et le processus générateur des corrélations. dans le cas d'un portefeuille multi actions.
2- Simuler aléatoirement les rendements de chaque actif.

3- Obtenir les prix de chaque actif $P_{i,h}$ et Calculer la valeur du portefeuille $W_{p,h} = \sum w_i p_{i,h}$

4- Répéter les étapes 2 et 3, afin d'obtenir une distribution des valeurs du portefeuille.

5- Mesurer la VaR, tel que elle représente la valeur négative du (1-α) percentile de la distribution simulé des valeurs du portefeuille.

3.5. La validation du modèle

Afin de pouvoir juger de la pertinence du modèle Interne, dans la mesure du risque de Marché, à travers la Valeur à Risque, deux tests nous permettent de comparer le quantile théorique (le niveau de confiance), au quantile mesurer par le modèle interne. Le BackTesting introduit par et le Kupiec Test qui permet de construire un intervalle de confiance, d'acceptation du modèle.

3.5.1. Le *« BackTesting »* :

En plus du model interne, il est nécessaire de procéder à un *« Back-test »*[18] de la VaR sur une période de une année (250 jours ouvrables). Il s'agit de vérifier l'adéquation du modèle interne. Les rendements du portefeuille sont comparés à la VaR, en comptant le nombre de fois ou le résultat du portefeuille est plus mauvais que la VaR, le Superviseur obtient une idée sur l'adéquation du modèle interne de la banque, dans la prédiction de l'exposition au risque de marché.

Si ce nombre correspond approximativement à 1% du rapport back-test/ VaR, le modèle est bon, cependant si ce nombre est élevé, une pénalité sera appliqué d'ou l'imposition d'une charge supplémentaire de fond propres. Se qui se reflète sur le coefficient de pénalité appelé *« scaling-factor »*[19]. Le tableau 1, indique les valeurs de pénalité, selon le nombre de violation de la VaR. Le tableau précédent montre que si le nombre de violations de la VaR ne dépasse pas quatre sur les 250 jours nous sommes alors dans la zone verte et le facteur multiplicatif et de trois ce qui signifie que les besoins en fonds propres sont trois fois supérieur à la VAR. ce facteur à peine maximum de quatre équivalents à plus de 9 francs violations de lave VAR, on multiplie alors VAR par quatre. Dans ce cas la banque devrait revoir son modèle de gestion du risque.

Zone	Nombre de violation	Scaling-factor
Vert	0	3.00
	1	3.00
	2	3.00
	3	3.00
	4	3.00
Jaune	5	3.40
	6	3.50
	7	3.65
	8	3.75
	9	3.85
Rouge	Plus de 9	4.00

Table 1: la relation entre le scaling-factor et le Back-test

Si le modèle interne de la banque avait sous-estimé le risque de marché, la base de calcul des fonds propres, la VAR sera faible, cependant le facteur multiplicatif sera élevé et supérieur à 3. De l'autre côté, si la VAR estimé par le modèle de interne étaient larges, alors, les opportunités de profit de la banque seront réduits (Voir Lucas 1997 et Vlaar 1998).

3.5.2 Le Kupiec Test

Afin de pouvoir comparer plusieurs méthodes de calcul de la VAR, nous allons utilisé la définition précédente du Backtesting, et construire un intervalle de confiance bilatérale. on défini également l'échantillon d'estimation utilisé pour estimer le modèle en question, et prédire la VAR du portefeuille, et l'échantillon d'évaluation pour évalué le modèle obtenu. Nous allons également calculer le nombre de jours dans l'échantillon d'évaluation ou la pertes du portefeuille est supérieure à ce que le laisser prédire la VAR. La division de ce nombre par la taille de l'échantillon, nous fournira le « *failure-rate* ».

Par la suite de cette grandeur sera compare aux quantile p à gauche de la distribution, utilisé pour le calcul de la VAR. Si ces eux grandeurs se rapprochent, notre prévisions de la VaR du portefeuille est précise, dans le cas contraire, le modèle doit être rejeter. Kupiec[20] (1995) a développer un test de rapport de vraisemblance afin de pouvoir rejeter ou de retenir le modèle de la valeur à risque. Soit N le nombre de fois ou la perte du portefeuille et supérieur à la Valeur-à-Risque dans un échantillon de taille T. Idéalement le rapport N/T doit être égale au quantile de gauche p, ce qui permet de définir l'hypothèse suivante :

$$\begin{cases} H_0 : N/T = p \\ H_a : N/T \neq p \end{cases}$$

On définit la statistique du rapport de vraisemblance

$$LR = 2\left[\log\left(\left(\frac{N}{T}\right)^{N}\left(1-\frac{N}{T}\right)^{T-N}\right) - \log\left(p^{N}\left(1-p\right)^{T-N}\right)\right].$$

Sous l'hypothèse nulle, la statistique LR suit un khi-deux à un degré de liberté. Pour un niveau de confiance 100 (1-α), nous pouvons vous construire un intervalle de confiance qui indiquera si le modèle doit être rejetée ou pas. Conformément à la à convention[21], alpha est égale 5%. Le tableau suivant indique les régions d'acceptation pour différentes valeurs du quantile et de T.

A titre d'exemple, pour un échantillon d'évaluation de 250 jours, et un quantile de 1%, tel que c'est fini par le comité de Bâle, la valeur critique du test, est égale à 6 au niveau de confiance 95 %. Le modèle de la VAR doit être rejetée si le nombre de violations est supérieur à 5 pour 250 séquences jours ouvrables. Il faut remarquer que le facteur de pénalités défini dans la Back-test selon les directives Bâle I, est légèrement plus sévère, puisqu'il préconise d'augmenter le scaling-factor pour N>4, alors que la probabilité d'avoir plus de 5 violations au delà de la VAR, est de 10.8%.

Quantile	**Taille de l'échantillon d'évaluation**			
Probabilité	**250**	**500**	**750**	**1000**
5.00%	7≤N≤19	17≤N≤35	27≤N≤49	38≤N≤64
1.00%	1≤N≤6	2≤N≤9	3≤N≤13	5≤N≤16
0.50%	0≤N≤4	1≤N≤6	1≤N≤8	2≤N≤9
0.10%	0≤N≤1	0≤N≤2	0≤N≤3	0≤N≤3
0.01%	0≤N≤0	0≤N≤0	0≤N≤1	0≤N≤1
Puissance du test 5%				

Tableau 2: régions d'acceptation du test de Kupiec

3.6. Comparaison des différentes méthodes:

Avant de comparer les trois approches de calcul de la VaR, nous rappelons que les instruments financiers se divises en instruments linéaires (taux d'intérêt, Swap, Taux de change…) et d »autres instruments non linéaire (Options, Swaption, …), tel que l'indique la table 3 :

Groupe	**linéaire**	**Non-linéaire**
Taux d'intérêt	Bond, Bond futur, cap, floor, taux d'intérêt future, Swap, Bond Zéro-coupon	Option sur Bond, Option sur Bond future, option sur taux d'intérêt…
Taux de change	Taux spot, Taux futur	Option de devises.

Action et Indices	Action spot, Action futur, Indice spot, indice futur.	Option sur action spot, option sur indices.
Prix matières premières	Prix spot, prix futur.	Option sur prix spot, option sur prix futur.
Options exotiques	-	Options asiatiques, options digitale, Barrier, stradels

Table 3 : les différents instruments financiers

Un instrument financier est non-linéaire, si son prix ne change pas proportionnellement au mouvement de l'actif sous-jacent. De ce fait, le risque d'un instrument non-linéaire (ex les options), est plus complexe à évaluer, que le risque d'un instrument linéaire (ex prix spot). Ainsi, Pour cela, chacune des méthodes de calcul de la VaR, que nous avons introduits précédemment sera plus appropriée à l'un ou l'autre type d'instrument, tel que l'indique le tableau suivant :

<table>
<tr><th>Methodologies</th><th>Description</th><th>Application</th></tr>
<tr><td>Paramétrique</td><td>Estimation de la VaR, après estimations des paramètres de la loi de distribution des rendements du portefeuille.</td><td>Très efficace pour les portefeuille linéaire et peu recommandable, dans le cas d'instrument financier non-linéaires</td></tr>
<tr><td>Simulation Historique</td><td>Estimation de la VaR, en stimulant des variables aléatoires, et en réévaluant la position du portefeuille</td><td rowspan="2">Approprié pour tous les types d'instruments, linéaire et non-linéaire.</td></tr>
<tr><td>Simulation de Monte Carlo</td><td>Estimation de la VaR, selon les données historiques. Utilisé la distribution empirique pour la simulation des valeurs futures ;</td></tr>
</table>

Table 4 : Description des méthodes

Du point de vue du gestionnaire, si le portefeuille détenu, contient plus d'instruments non-linéaires que d'instruments linéaires, les approches de simulations seront plus efficaces et plus précises dans la mesure de la VaR, en contre partie, elles sont plus coûteuses et complexe à mettre en œuvre. Il faut rappeler que la simulation historique et la simulation de monte Carlo sont mécaniquement identiques. La différence et dans la manière de générer les scénarios du Marché. La simulation de Monte Carlo génère des scénarios hypothétiques aléatoires, alors que la simulation historique, utilise le passé du marché, comme scénarios.

Le choix de la méthodologie de calcul de la VaR, est très important, mais très délicats en même temps. Afin de pouvoir orienter ce Choix, on présente dans le tableau suivant, les faiblesses et les avantages de chaque méthode, il convient donc à chacun, de trouver le bon compromis :

Methodologies	**Avantages**	**Faiblesse**
Paramétrique	• Facile avec de simple calculs. • Il n'est pas nécessaire d'avoir un historique très lointain.	• peu précise dans le cas de portefeuille non-linéaire.
Simulation Historique	• précise pour tous les instruments. • Permet le calcul de tous les percentiles. • Pas besoins d'hypothèses sur la distribution des rendements. • Plus souple que la simulation de monte Carlo (moins de scénarios).	• nécessite un historique large, • il est difficile de faire des prévisions à long horizon. • Peu réaliste à un niveaux de confidences élevé (+99%). • Ne présente des queues épaisses, que si l'historique présentes des mouvements extrêmes.
Simulation de Monte Carlo	• précise pour tous les instruments. • Permet le calcul de tous les percentiles. • Il n'est pas nécessaire d'avoir un large historique. Permet l'utilisation des distributions léptokurtiques et asymétriques.	• coûteuse en terme de temps. • Quantifie correctement les queues épaisses, seulement si la distribution utilisée est correctement choisie.

Table 5 : avantages et faiblesse des méthodes de calcul de la VaR

Chacune des méthodes présente des avantages intéressants et des inconvénients gênants. Une manière très intelligible, sera de combiner l'utilisation des différentes méthodes. Afin de résumer les différents tableaux précédents, on présente dans le tableau suivant, une synoptique du panorama des différentes méthodes[22].

Méthodes	Paramétrique				Simulation	
	Statique		Dynamique		Historique	Monte Carlo
	Gaussienne	Student	RiskMetrics	GARCH		
Taille de l'échantillon	+	+	+	+	-	+
Instruments linéaires	+	+	+	+	+	+
Instruments non-linéaires	-	-	-	-	+	+
Queues épaisses	-	+	-	+	-	-
Temps	+	+	+	+	+	-
Hypothèse de distributions	-	-	-	-	+	+

Tableau 6 : Synoptique des recommandations des méthodes de calcul de la VaR

Conclusion :

La VaR a été développée pour donner un indicateur simple de l'exposition d'une institution financière aux risques de marché. En tant qu'outil de gestion du risque elle permet de fournir des informations sur les concentrations de risques par type de marché et par produit financier. Elle permet aussi de fixer des limites de négociation et d'évaluer les performances.

Bien que la notion de Valeur à Risque soit simple, son implémentation ne l'est pas autant. Le chalenge de la meilleure méthode de calcul ne sera jamais relevé, puisque à ce jour, personne ne peu affirmer la certitude sur la loi de distribution des rendements d'actifs financiers. Malgré que les propriétés de ces actifs, sont maintenant bien connues.

Les institutions financières doivent gérer des portefeuilles comprenant une grande Variété d'actifs financiers traditionnels et dérivés et ce, avec des positions importantes dans plusieurs marchés internationaux. La sensibilité des composants du portefeuille aux divers facteurs de risque n'est pas la même car ces derniers diffèrent d'un instrument à l'autre. Nous en avons conclu que le choix de la méthode de calcul de la VaR, dépend étroitement de la nature des instruments qui compose le portefeuille.

En conclusion, Malgré ses limites, la VaR est largement utilisée et le sera certainement de plus en plus d'autant que cette utilisation a été validée par les autorités (qui ont toutefois imposé des hypothèses relativement dures, on rappel ç cet effet, que les accords Bâle II, ont établie le calcul de la VaR sur la base du seuil de confiance de 1 %, et un horizon de 10 jours, avec une implémentation du modèle en considérant au minimum deux années de données historiques.

Ces deux dernières années, d'autres modèles et méthodes d'évaluation de la Valeur-à-Risque se développent, notamment des combinaisons des différentes procédures, se qui permet de tirer les avantages d'une méthode et les combiner avec une autre. Beaucoup de recherches, se tourne vers la modélisation multivariée et la modélisation de la co-volatilité. Puisque les portefeuilles sont de plus en plus diversifiés. D'autres méthodes plus complexes, sont utilisées, tel que la régression des quantile et la régression des quantiles conditionnelle CaViaR, développé par Engle et Manganelli (2002). Ces développements de plus en plus performants, témoigne de l'utilité et l'utilisation en crue de la mesure du risque de Marché, par la Valeur-à-Risque, par de plus en plus d'institutions financières, et dans le Monde dans son ensemble.

Références Bibliographiques :

[1] **Basel Committee on Banking Supervision (BCBS). 1988**. "International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards". Basel Committee Publication No. 4.

[2] **Benston, George J**. **1999**. "Regulating Financial Markets: A Critique and Some Proposals". Washington, D.C.: AEI Press.

[3] **BCBS, 1996** "a. Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks". Basel Committee Publication No. 24.

[4] **Hendricks, D. and B. Hirtle, 1997**, Bank Capital Requirements for Market Risk: The Internal Models Approach, Federal Reserve Bank of New York Economic Policy Review 3 (December), 1-12.

[5] **J.P. Morgan & Co., Inc., Arthur Andersen & Co. SC, and Financial Engineering** Limited, *The J.P .Morgan /Arthur Andersen Guide to Corporate Exposure Management,* published by RISK magazine, (1994).

[6] **Grayling, S.**, editor, 1997, VaR: Understanding and Applying Value-at-Risk, London: Risk.

[7] **Jorion, Philippe**. 1995. "Predicting Volatility in the Foreign Exchange Market," *Journal of Finance*, 2, pp. 507–528.

[8] **Jorion, Philippe. 1995.** "Risk2: Measuring the Risk in Value-at-Risk". *Financial Analysts Journal* 52 (November): 47-56.

[9] **Campbell, J. Y., Lo, A. W, and A. C. McKinley.** "The Econometrics of Financial Markets," manuscript, June 1995.

[10] **Engle, R. F. 1982**, "Autoregressive conditional heteroskedasticity with estimates of the variance of UK inflation," *Econometrica,* 50, pp. 987–1007.

[11] **Bollerslev, T. 1986**: "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity," Journal of Econometrics, 31, 307–327.

[12] **Bollerslev, Tim, Ray Y. Chou, and Kenneth F. Kroner. 1992**. "ARCH Modelling in Finance: A Review of the Theory and Empirical Evidence". *Journal of Econometrics* 52 (1/2): 5-59.

[13] **Christoffersen, Peter F., and Francis X. Diebold. 2000.** "How Relevant is Volatility Forecasting for Financial Risk Management?" *The Review of Economics and Statistics* 82 (1): 12-22.

[14] **J.P. Morgan. 1995**. "RiskMetrics". Technical Manual.

[15] **Hendricks, Darryl. 1996**, "Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data," Federal Reserve Bank of New York *Economic Policy Review.*

[16] **Butler, J. and Schachter, B. 1998,"**EstimatingValue-at-Risk with a Precision Measure by Combining Kernel Estimation with Historical Simulation", *Review of Derivatives Research* **1**: 371–390.

[17] **Lumsdaine, R.L 1995**. "Finite-Sample properties of the maximum likelihood estimator in GARCH (1,1) and IGARCH (1,1) Models: A Monte Carlo Investigation," *Journal of Business and Economic Statistics* , 1, pp. 1–9.

[18] **BCBS, 1996 b**. "Supervisory Framework for the Use of 'BackTesting' in Conjunction with the Internal Models Approach to Market Risk Capital Requirements". Basel Committee Publication No. 22.

[19] **Jackson, P., D. Maude and W. Perraudin,** 1997, Bank Capital and Value-at-Risk, Journal of Derivatives 4 (spring), 73-90, and 1997, in Grayling, S., editor, VaR: Understanding and Applying Value-at-Risk, London: Risk, 173-185.

[20] **Kupiec, P., 1995,** "Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Measurement Models", Journal of Derivatives 3 (winter), 73-84, 1996, in Risk Measurement and Systemic Risk.

[21] **Lopez, Jose A. 1999**. "Regulatory Evaluation of Value-at-Risk Models". *The Journal of Risk* 1 (2): 37-63.

[22] **Beder, T. S. (1995)**, VaR: seductive but dangerous, *Financial Analyst Journal*, Sep-Oct,12-24.