


## GESTION DES RISQUES ET VALEUR A RISQUE (VaR)

---

 Ibrahima Dione (Ph.D.) & Van Son Lai (Ph.D., CFA)

 Simulations Stochastiques et Applications en Finance

- Taxonomie des Risques Financiers
- Définition de la Valeur à Risque (VaR)
- Environnement Réglementaire de Bâle
- Approches de Calcul de la VaR
- Calcul de la VaR par Simulations Monte Carlo



- ▷ La gestion des risques (Risk Management) est d'un grand intérêt pour les investisseurs institutionnels, les fonds de retraite, les compagnies d'assurance, les gestionnaires de portefeuille et tout particulièrement les banques.

**Note:** La gestion globale du risque est capitale puisque la santé financière de l'économie en dépend.

- ▷ La gestion des risques englobe les risques quantitatifs (risque de marché, risque de liquidité, risque de crédit, risque d'assurance, etc.) et les risques qualitatifs (risque opérationnel, risque juridique (legal risk), etc.).
- ▷ Un outil de quantifier et de gérer les risques est la valeur à risque (VaR: value at risk).



- ▷ La valeur à risque (VaR) se définit comme une mesure agrégée du risque que donne la perte extrême espérée qui découle de la détention d'un portefeuille ou d'un actif sur une période de temps et un niveau de confiance donnés.
- ▷ Les approches de calcul de la VaR peuvent être classifiées en deux grands groupes : les approches paramétriques et les approches non paramétriques.
- ▷ Nous nous limiterons à fournir les éléments de base de calcul de la VaR du risque de marché (MarketVaR et non d'autres types de risque comme par exemple CreditVaR et OpVaR) à partir des simulations Monte Carlo.

## Taxonomie des Risques Financiers

---

- ▷ Le **risque de marché** correspond aux risques que génèrent les fluctuations des variables du marché telles que les taux d'intérêt, les taux de change, les cours des actions et les prix des commodités, sur les résultats et la valeur économique d'une institution financière ou d'un portefeuille.
- ▷ Le **risque de crédit** est le risque qu'un emprunteur, endosseur, émetteur, réassureur ou une entité, fasse défaut sur ses engagements (par exemple le paiement du principal et des intérêts courus) à temps.
- ▷ Le **risque de liquidité** est le risque qu'une institution financière ne puisse obtenir en temps opportun et de façon rentable les montants en espèces nécessaires pour satisfaire à ses obligations de court terme.
- ▷ Le **risque opérationnel** représente la perte financière ou en terme d'image commerciale suite à des dysfonctionnements ou des inefficiences dans les organisations, les procédures et la logistique.
- ▷ Le **risque juridique** représente les pertes dues aux changements de lois ou mauvaises applications des lois ou encore des failles juridiques.

## Définition de la Valeur à Risque (VaR)

---

### Définition

La **valeur à risque** (VaR) se définit comme une mesure agrégée du risque que donne la perte extrême espérée qui découle de la détention d'un portefeuille ou d'un actif sur une période de temps et un niveau de confiance donnés. En général la période est de 1 jour ou de 10 jours.

- ▷ La VaR fournit une valeur unique qui résume le niveau de risque du portefeuille en prenant en compte le levier financier et la diversification.
- ▷ La VaR répond à la question: «**quelle sera la perte maximale sur une période de temps donnée avec une faible probabilité (par exemple 1%)**».
- ▷ Si l'on note  $\Delta V$  la variable aléatoire représentant la variation de la valeur du portefeuille (variation sur une période de détention de  $j$  jours), alors on détermine la VaR tel que (avec  $\alpha = 1\%, 5\%$  ou  $10\%$ )

$$P(\Delta V < -VaR) = \alpha$$

**Note:** On voit bien que la VaR est le percentile d'ordre  $\alpha \times 100$ . Dans ce cas  $1 - \alpha$  représente le niveau de confiance de la VaR.




## Environnement Réglementaire de Bâle

---



- ▷ En 1988, le comité de Bâle a introduit le "Basel Capital Accord" (connu sous le nom de Bâle I).
- ▷ Le principal apport était la fixation, par la Banque des Règlements Internationaux (BRI), d'un capital minimum de fonds propres requis pour les banques pour éviter tout risque de non solvabilité (8% pour les prêts corporatifs et 4% pour les prêts hypothécaires résidentiels non assurés).
- ▷ En 1996, le comité de Bâle a approuvé une approche qui a permis aux banques d'utiliser leurs propres modèles internes de gestion des risques.
- ▷ Cependant, ces modèles devaient être conforme à certains critères quantitatifs et qualitatifs.
- ▷ Selon les accords de Bâle I, les critères quantitatifs et qualitatifs que doivent respecter les modèles internes de VaR sont:

Critères quantitatifs	Critères qualitatifs
<ul style="list-style-type: none"> <li>– La VaR doit être calculée quotidiennement sur un horizon de temps de 10 jours.</li> <li>– Le niveau de confiance est de 1%.</li> <li>– Ces modèles doivent alors tenir compte de l'impact sur les prix des produits dérivés de la variation de la volatilité dans le temps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Effectuer des tests de sensibilité ("<i>stress tests</i>") de leurs portefeuilles pour jauger l'impact des conditions extrêmes du marché.</li> <li>– Avoir des unités de gestion des risques indépendantes qui sont reliées directement à la Direction Générale.</li> <li>– Faire l'analyse des systèmes de gestion des risques internes par des auditeurs internes et/ou externes.</li> </ul>

 Les critères quantitatifs et qualitatifs respectés par les modèles internes de VaR.



## I Environnement Réglementaire de Bâle II (en 2007)

- ▷ En 2007, le nouvel accord de Bâle II entre en vigueur et poursuit les mêmes objectifs que ceux de Bâle I.
- ▷ Bâle II ajoute de nouveaux dispositifs capables de traiter et de contrôler le risque opérationnel comme nouvelle source de risque pour les institutions financières.
- ▷ L'accord de Bâle II repose sur les trois piliers essentiels suivants:
  - ★ Exigences minimales de fonds propres basées sur la posture de risque;

**Note:** Les actifs pondérés des risques (RWA) sont la somme des actifs sujets aux risques de marché, de crédit et opérationnel.
  - ★ Processus de surveillance prudentielle;
  - ★ Discipline de marché: Elle permet la divulgation de l'information, la transparence et la viabilité du système financier.



### ▷ Augmentation du niveau et de la qualité des fonds propres:

- ★ Les banques doivent conserver davantage de fonds propres de qualité élevée afin de faire face à des pertes imprévues.
- ★ Le ratio minimal de fonds propres Tier 1 passe de 4% à 6%, les trois quarts au moins devant être de la qualité la plus élevée (actions ordinaires et bénéfices non distribués).
- ★ Les établissements bancaires d'importance systémique mondiale (EBISm) sont soumis à des exigences de fonds propres supplémentaire.

### ▷ Extension de la couverture des risques:

- ★ Les exigences de fonds propres au titre du risque de marché augmentent sensiblement.
- ★ Elles sont calculées sur la base d'une période de 12 mois de tensions sur les marchés.
- ★ Le risque d'ajustement de l'évaluation de crédit est désormais intégré dans le dispositif.

▷ **Limitation du levier bancaire:**

- ★ Un ratio de levier limite l'accumulation de dette visant à financer les investissements et activités des banques (levier bancaire), réduisant le risque d'une spirale de désendettement en phase de retournement conjoncturel.
- ★ Les grandes banques d'importance systémique mondiale (EBISm) sont assujetties à des ratios de levier plus élevés.

▷ **Amélioration de la liquidité des banques:**

- ★ Le ratio de liquidité à court terme (LCR) exige des banques qu'elles détiennent suffisamment d'actifs liquides pour couvrir leurs besoins pendant 30 jours en période de tensions.
- ★ Le ratio de liquidité à long terme (NSFR) encourage les banques à assurer l'appariement des durations de leurs actifs et de leurs passifs.

▷ **Limitation de la procyclicité:** En période de forte croissance économique, les banques affectent des bénéfices à la constitution de volants de fonds propres qu'elles pourront utiliser durant les périodes de tensions économiques.



- ▷ Bâle exige des institutions qui utilisent des modèles internes de VaR de procéder aux tests suivants: le **stress testing** et le **back testing**.
- ▷ Cette approche vise à répondre à des questions du genre:
  - ★ Qu'arrivera-t-il dans les conditions les plus extrêmes du marché?
  - ★ Quel sera le niveau des pertes probables quand la limite de la VaR est franchie?
- ▷ On peut subdiviser le processus de «stress testing» en 3 étapes:
  - ★ Le processus commence par un ensemble de scénarios extrêmes du marché. Ces scénarios trouvent leurs sources dans les crises historiques qu'a connues le marché, ou sont simplement imaginés, telle la supposition d'un mouvement de 10 fois l'écart type des mouvements des prix du marché.
  - ★ Pour chaque scénario, on évalue le changement dans la valeur du portefeuille.
  - ★ On prépare un sommaire des principaux résultats récapitulant les gains et les pertes pour chaque scénario extrême et les secteurs d'activité qui seront éventuellement les plus touchés.



## I Validation du Modèle (backtesting)

- ▷ Le backtesting est une procédure afin de valider à posteriori l'efficacité des systèmes internes de calcul de la VaR. C'est une technique statistique simple qui détermine le nombre de fois où les pertes réellement subies ont excédé le niveau prédit par la VaR.
- ▷ Il s'agit de comparer les distributions de la VaR avec les pertes réelles réalisées dont les éléments à considérer sont les suivants:
  - ★ Trouver la valeur des flux monétaires qui doit être comparée à la VaR : la VaR doit être comparée aux profits et pertes statiques, puisque la VaR suppose une position sur 1 ou 10 jours.
  - ★ Tester l'adéquation du modèle : il s'agit de calculer les fréquences de probabilité des pertes supérieures au niveau estimé par le modèle VaR.



## Approches de Calcul de la VaR

---



- ▷ La VaR non paramétrique s'obtient à partir de la distribution des données historiques et n'implique pas nécessairement de calcul de paramètres d'une distribution théorique.
- ▷ Elle repose sur l'utilisation des séries journalières passées des facteurs de risque qui influent sur le portefeuille, et un modèle d'évaluation ou fonction de prix qui relie les variations de la valeur du portefeuille aux variations des facteurs de risque.
- ▷ Il est ainsi possible, à partir de la composition actuelle du portefeuille, de simuler la distribution empirique de la variation de la valeur du portefeuille, et donc d'en tirer la VaR.



- ▷ Malgré la facilité de compréhension et d'explication de cette approche, plusieurs limites techniques existent:
  - ★ l'hypothèse que le passé permet de prédire le futur immédiat;
  - ★ La taille de l'échantillon de données qui peut aller jusqu'à plusieurs observations;
  - ★ La grande sensibilité des résultats par rapport à la longueur de l'horizon de temps et la période de temps;
  - ★ Les problèmes de cohérence des données collectées



Méthode Delta-Normal ou variance-covariance:

- ▷ C'est une méthode paramétrique qui utilise les données historiques afin de définir la distribution des rendements du marché. Les atouts de cette méthode est qu'elle est flexible et simple.
- ▷ Les faiblesses de cette méthode sont:
  - ★ La linéarité des rendements des portefeuilles,
  - ★ La normalité des changements dans les facteurs de marché;
  - ★ L'existence d'une matrice de covariance qui caractérise les données historiques;
- ▷ La méthode Delta-Normal peut être améliorée pour tenir compte de la convexité des rendements en utilisant une extension de cette méthode qui est la méthode Delta-Gamma.



Méthode des simulations Monte Carlo:

- ▷ Tandis que les scénarios des facteurs de risque sont directement pris du passé dans l'approche de base variance-covariance et dans l'approche des simulations historiques, ils sont simulés à travers une modélisation mathématique d'un processus stochastique pour chaque facteur dans l'approche Monte Carlo.

## Calcul de la VaR par Simulations Monte Carlo

---



## I Calcul de la VaR par Simulations Monte Carlo

- ▷ On considère un portefeuille  $P$  composé de  $N$  actifs de prix  $X_j, j = 1, \dots, N$ . On suppose que les prix des actifs contenus dans le portefeuille suivent des processus d'Itô définis comme suit

$$\Delta X_j = X_j(t-1) \left( \mu_j \Delta t + \sigma_j \sqrt{\Delta t} Z_j(t) \right), \quad j = 1, \dots, N$$

où les valeurs des  $Z_j$  sont tirées d'une distribution normale centrée réduite.

- ▷ Pour calculer la VaR de notre portefeuille:
- ★ Nous simulons un grand nombre de fois, par exemple 100 000 simulations, les prix de nos actifs sur la période de calcul de la VAR;
  - ★ Pour chaque simulation, nous calculons la valeur du portefeuille, ainsi, nous obtenons 100 000 valeurs simulées de notre portefeuille;
  - ★ Finalement pour un niveau de significativité  $1 - \alpha = 99\%$  choisi, la VaR est la valeur du portefeuille excédée par  $1\% \times 100\,000$  répliques.