

UNIVERSITÉ PARIS NANTERRE

M2 MBFA - GDA

MESURE DE RISQUE FINANCIER

**\*\* Mini-Mémoire\*\***

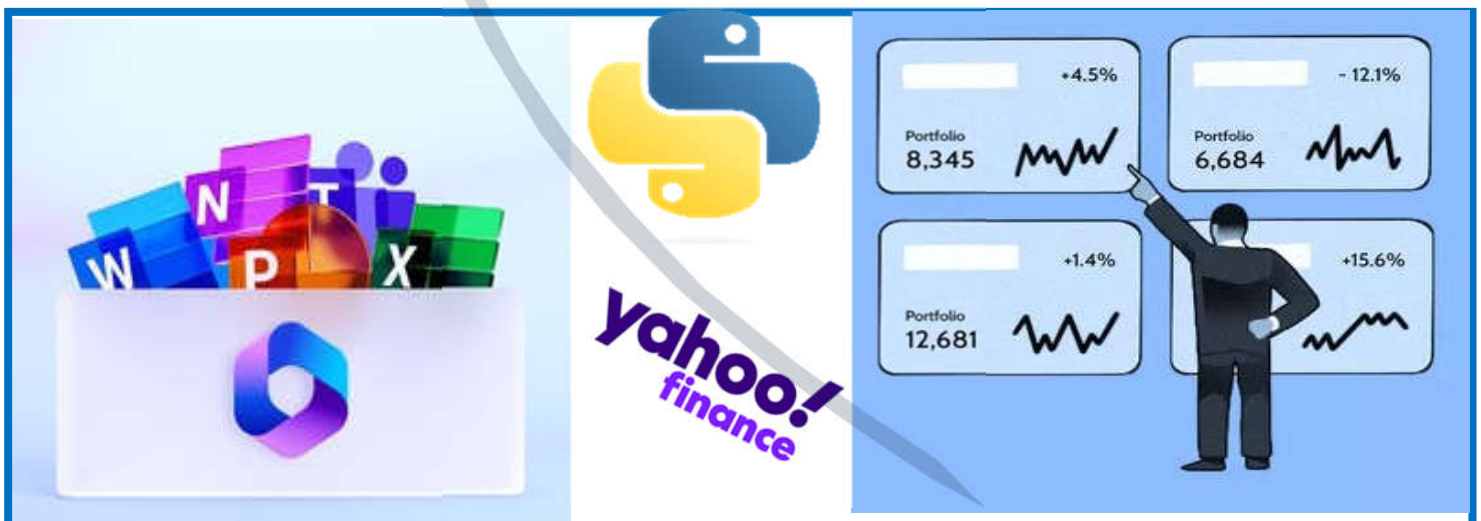
## ÉTUDE DE LA PERFORMANCE DE LA VAR HISTORIQUE ET CAVIAR SUR L'ACTIF MICROSOFT AVEC PYTHON

❖ Participant:

● **KAMELA K. Alesterd Percys**    N° Etudiant : 43013237

❖ Sous la Supervision de :

● **Thomas Chuffart**



INTRODUCTION ET CONTEXTE .....	3
I. LA GESTION DES RISQUES FINANCIER .....	3
1. Définition et Evolution du Risques .....	3
2. Evolution des Approches de Mesure de risque. ....	4
3. Présentation mathématique de la VaR .....	4
II. Expansion des Approches de mesure de risque .....	5
1. Une mesure adoptée par le Comité de Bâle.....	5
2. Exigences de Fonds Propres et Valeur à Risque (VaR).....	6
III. METHODES DE MESURE DE RISQUE DE MARCHE (cas de la VaR).....	6
1. Les méthodes non-paramétriques, .....	6
2. Les méthodes semi-paramétriques,.....	7
3. Les méthodes paramétriques, .....	7
IV. PRESENTATION DES MODELES VAR HISTORIQUE ET CAVIAR .....	8
1. Estimation de ma VaR grâce à l'approche Historique :.....	8
2. Estimation grâce ave le model CAViaR (Travaux de recherches).....	8
V. TRAVAUX COMPARATIFS SUR LA VAR ET LE CAVIAR APPLIQUE A MICROSOFT .....	10
1. Présentation de l'environnement et des outils de travaux .....	10
2. Méthodologies de notre travail.....	11
VI. ETUDES DE CAS SUR MICROSOFT .....	11
1. Contexte de Notre Etude de Cas.....	11
2. Collecte et traitement de données .....	12
3. Calcul des rendements et Histogramme.....	13
4. Analyse Statistique .....	14
5. Application et BackTesting des différents modèles (VaR et CAViaR).....	14
Interpretation: .....	15
6. Hit et Violation de la VaR associé aux faits Économiques.....	15
CONCLUSION .....	18

# INTRODUCTION ET CONTEXTE

L'attention accordée à la gestion de risque dans le secteur financier ne cesse de croître, surtout avec les récentes crises et phénomènes économiques majeurs. Les travaux et recherches effectués dans le domaine permettent d'améliorer les outils de gestion de risque du quotidien par les institutions universitaires et bancaires et toutes autres entités impliquées.

Parmi ces outils se trouve la VaR (Value-at-Risk) ou Valeur en risque en français notée VaR, qui est une méthode d'évaluation du risque de marché d'un portefeuille d'actifs financiers, sa particularité est qu'elle peut ressortir l'évolution de la perte de valeur qu'a subi un actif ou un portefeuille sur un horizon de temps défini. Il est réputé pour sa capacité à résumer en un seul nombre l'exposition au risque d'un actif ou d'un portefeuille d'actifs. Il est utilisé par plusieurs acteurs financiers pour définir le niveau de risque ainsi que l'exigence en capital de couverture de positions sur les marchés par les institutions financières.

La transformation progressive de la gestion des risques dans le secteur financier, débute par une exploration du développement de la VaR comme outil prédominant de mesure du risque, mettant en évidence son adoption généralisée stimulée par les directives du Comité de Bâle à travers les différents accords tel que de Bâle 1, ainsi que ses révisions post-Bâle 2 ainsi qu'une importance dans la détermination des exigences réglementaires en matière de fonds propres des Institutions financières systémiques.

## I. LA GESTION DES RISQUES FINANCIER

### 1. Définition et Evolution du Risques

Il existe plusieurs types de risque qui dépendent du secteur d'activité. Dans le secteur de la Finance, les risques sont classés en deux catégories. Les risques dit systémiques et les risques non systémiques.

#### - Le risque systémique

Le risque systémique se définit comme un événement négatif de nature quelconque qui a un impact sur un grand nombre d'actifs ou bien la totalité. Il est sensible aux facteurs tel que la politique fiscale, les taux d'intérêt, le PIB, la bonne santé économique du pays ou zone économique. Les causes du risque systémiques sont des événements qui agissent au niveau macroéconomique et qui rependent ainsi ce risque sur des industries ou des marchés sur lesquelles sont cotés ces actifs. Ces risques affectent les marchés en modifiant le rendement de l'actif suite aux fortes variations du prix issue du départ précipité de certains investisseurs risquophobe qui souhaitent quitter le marché.

#### - Le Risque Non Systémique

Le Risque Non systémique est similaire au risque systémique, juste qu'il impacte un nombre d'actif appartenant à un secteur d'activité, une zone économique, soumis aux mêmes conditions de marché. La principale caractéristique des risques non systémique est qu'elles sont limitées à un ou plusieurs facteurs spécifiques et par la suite se reflète sur l'actif qui se limite à un contexte bien spécifique sans toutefois agir sur d'autres actifs présents sur les marchés.

Au sein de l'entreprise, le risque non systématique se décompose en 2 types de risque qualifié de risque D'entreprise ou de risque financier.

- Le risque d'entreprise est fortement lié aux flux de trésorerie propre à l'entreprise, tel que les trésoreries d'exploitation ou de bénéfice qui peuvent impacter les activités de l'entreprise.
- Le risque financier quant à lui repose sur la capacité financière de l'entreprise vis-à-vis des dettes, des créanciers, du capital, et de la solvabilité des fournisseurs.

Toutes ces informations sont disponibles sur internet et mis à la disposition de tout investisseur qui souhaite consulter de prêt la santé financière de l'entreprise. Car l'une des meilleures manières d'examiner le potentiel d'une entreprise est de consulter sa gestion financière pour en savoir plus sur sa gestion des dettes et de trésorerie.

## **2. Evolution des Approches de Mesure de risque.**

Dans les années qui ont précédés 1990, les méthodes utilisées pour quantifier le risque de marché n'étaient applicables qu'à certains produits, et par certaines institutions. C'est à la suite d'un enchaînement de catastrophes financières, au développement des instruments dérivés et à l'augmentation de la volatilité des marchés financiers que le besoin de décrire le risque à travers un indicateur unique est née.

Depuis la publication d'une étude 1993 par « le groupe des trente » qui dans leurs travaux ont recommandé la VaR comme mesure de risque de marché des portefeuilles, cette méthode a commencé à se répandre. À la suite de cela, la banque JP Morgan, au travers de son système, RiskMetrics, a mis à disposition gratuitement sur internet des données financières et a surtout dévoilé sa méthodologie de calcul de VaR d'un portefeuille. Cette source d'informations a évidemment joué un rôle considérable dans l'adoption de cette mesure de risque par un grand nombre d'établissements financiers, d'entreprises et de fournisseurs de programme.

En 1996, le Comité de Bâle a également contribué à l'essor de la VaR avec des réglementation financière qui font adopter de nouvelles règles qui contraignent les établissements financiers à détenir un niveau minimal de fonds propres ajusté aux risques auxquels ils s'exposent. Pour le calcul de ces exigences au titre du risque de marché, les institutions financières ont eu dès lors le choix entre :

- L'utilisation de la méthode standard (pondération des positions nettes)
- Le développement de systèmes internes (basés sur le calcul de VaR).

## **3. Présentation mathématique de la VaR**

La VaR correspond à la perte maximale attendue sur un horizon donné, à un niveau de confiance donné. Ainsi, dans le cas d'un portefeuille d'actifs financiers, la VaR traduit le montant maximal attendu des pertes du portefeuille dues aux mouvements de marché sur un horizon de temps donné, à un niveau de confiance donné.

Mathématiquement, la VaR d'un portefeuille d'actifs se matérialise comme un quantile de distribution des pertes et profits (P&L) de ce portefeuille. Une VaR de portefeuille égale à X, calculée sur un horizon de n jours avec un seuil de confiance de  $\alpha$  signifie qu'avec un degré de certitude  $\alpha$ , le portefeuille ne subira pas de perte de valeur supérieure à X dans les n prochains jours.

Il faut noter que :

- Le niveau de confiance  $\alpha$  est compris entre 0 et 1. Il représente la probabilité que la perte soit inférieure à la VaR.
  - L'horizon de détention de l'actif n'est généralement fixé à 1 jour. A partir de cette VaR à un jour, il est possible d'estimer la VaR sur une durée de détention plus longue, par exemple grâce à la formule de la racine carrée qui sera présenté plus bas.
- Notons X un risque et  $\alpha$  un niveau de probabilité, alors la VaR de X au niveau  $\alpha$ , sur un horizon de n jours, est définie comme suite :  $VARx[\alpha,n] = -F^{-1}x(\alpha)$ . Avec  $FX(.)$  correspondant à la fonction de répartition associée à la distribution de pertes et profits (P&L) du risque X.

## II. Expansion des Approches de mesure de risque

Nombreuses sont les institutions internationales qui ont adoptés la VaR dans leurs activités et process.

### 1. Une mesure adoptée par le Comité de Bâle

#### a. Bâle 1

Créé en 1974, le Comité de Bâle visait à renforcer la stabilité financière mondiale en établissant des normes de contrôle prudentiel et en favorisant la coopération internationale. L'accord de Bâle I de 1988 introduisit le ratio Cooke, fixant le minimum de fonds propres à 8% des engagements de crédit des banques pour homogénéiser la sécurité financière et limiter la concurrence inégale.

$$\text{Ratio Cooke} = \frac{\text{Fonds propres réglementaires}}{\text{Risque de crédit}} \geq 8\%$$

En 1996, cet accord s'étend pour inclure le risque de marché, permettant aux banques de calculer ce risque via des méthodes standardisées ou des modèles internes basés sur la VaR, avec des critères stricts pour leur utilisation.

#### b. Bâle 2

En 2004, la réforme Bâle II fut mise en place pour adresser les limites de Bâle I, en introduisant trois piliers pour une couverture plus exhaustive des risques, incluant le risque opérationnel. Elle exige que les banques maintiennent un ratio McDonough de minimum 8%, calculé sur la somme des différents types de risques.

#### c. Révisions de Bâle 2

Post-crise financière de 2007-2008, Bâle II fut révisé pour intégrer de nouvelles directives sur le calcul de la VaR, incluant l'obligation de calculer une VaR stressée et d'ajuster les méthodes de calcul pour les périodes de détention plus courtes, sous réserve de l'approbation réglementaire.

Piliers de Bâle II			
Exigences minimales en fonds propres		Surveillance prudentielle	Discipline de marché
Calcul des exigences en fonction de l'évaluation du risque de marché, du risque de crédit et du risque opérationnel		Calcul du capital économique et allocation du capital. Test d'adéquation des fonds propres en cas de crise	Uniformisation des pratiques financières. Renforcement de la communication. Transparence

## 2. Exigences de Fonds Propres et Valeur à Risque (VaR)

À la suite de l'adoption des modèles internes de risques propres aux institutions financières, les exigences en fonds propres sont désormais liées à la VaR (Value at Risk). Ces Institutions financières doivent conserver un capital au moins équivalent au plus élevé entre la VaR du jour précédent et un multiple de la moyenne des VaR calculées sur les 60 derniers jours, conformément à l'amendement de 1996 et aux directives ultérieures.

## III. METHODES DE MESURE DE RISQUE DE MARCHE (cas de la VaR).

Trois catégories principales sont utilisées pour estimer la Value at Risk (VaR), nous pouvons citer :

- Méthodes **non-paramétriques** telles que la Simulation Historique, la Simulation Historique Pondérée, et la Simulation Historique Filtrée.
- Méthodes **semi-paramétriques** incluant CAViaR et la théorie des extrêmes.
- Méthodes **paramétriques** comme ARCH, GARCH univarié, GARCH multivarié et RiskMetrics.

### 1. Les méthodes non-paramétriques,

La simulation historique et ses variantes pondérées ou filtrées, s'appuient essentiellement sur des données Historiques de l'actif sans faire d'hypothèses sur la distribution des rendements.

Elles offrent l'avantage de capturer les queues de distribution épaisses présentes dans l'historique, ce qui est particulièrement pertinent pour les instruments ou portefeuilles constituées de plusieurs actifs.

- Principes de la VaR non Paramétrique :

Le calcul de la VaR utilise directement les rendements historiques d'un portefeuille, sans ajustement ou hypothèse sur leur distribution future. Cela consiste à ordonner les rendements passés, puis à sélectionner la valeur au seuil de la VaR. Exemple du 5ème percentile pour une VaR à 95%.

- Variantes :
  - **Simulations Pondérées** : Donne plus de poids aux observations récentes, sous l'hypothèse que les conditions de marché plus récentes sont plus représentatives des conditions futures.
  - **Simulations Filtrées** : Intègre des techniques pour ajuster les rendements historiques en fonction de conditions de marché changeantes ou de facteurs externes.

- Avantages :

La capture efficace des événements extrêmes et les queues épaisses des distributions de rendement, souvent observées dans les données financières réelles.

Il est beaucoup utilisé pour les actifs ou marchés où les données historiques montrent une volatilité significative ou des anomalies de marché non captées par des modèles plus simples.

## **2. Les méthodes semi-paramétriques,**

Les méthodes semi-paramétriques tel que le modèle CAViaR et la théorie des extrêmes, ces approches combinent les avantages des approches paramétriques et non-paramétriques, car elles permettent de modéliser les queues de distribution tout en incorporant certaines hypothèses statistiques pour améliorer la robustesse et la précision des estimations.

Dans l'ensemble, cette méthode fournit un équilibre entre les approches non-paramétriques et paramétriques. Elles permettent une certaine flexibilité en intégrant des hypothèses spécifiques sur le comportement des queues de distribution ou en se concentrant sur les événements extrêmes, sans pour autant adhérer pleinement aux contraintes d'une distribution normale. Cette catégorie représente une solution intermédiaire, cherchant à capturer la complexité des marchés financiers tout en restant pragmatique dans l'application.

- **Les approches utilisées sont les suivantes :**

Le Modèle CAViaR estime la VaR directement en tant que quantile conditionnel, adaptant dynamiquement ses prévisions à l'évolution des conditions de marché.

La Théorie des Extrêmes est Utilisée pour modéliser et évaluer le risque de mouvements de prix extrêmement rares, basée sur la statistique des extrêmes.

- **Avantages :**

Cette approche est plus flexible que les modèles paramétriques, permettant d'intégrer des connaissances spécifiques sur les comportements des queues sans être complètement dépendant des hypothèses de distribution normale.

Il est adapté pour les marchés en évolution rapide ou pour les instruments financiers où les événements extrêmes jouent un rôle crucial dans la prise de décision de risque.

## **3. Les méthodes paramétriques,**

Les méthodes paramétriques reposent sur des hypothèses statistiques définies concernant la distribution des rendements, telles que la normalité, ce qui peut simplifier le calcul mais aussi introduire des biais.

Les modèles utilisés incluent :

- Les modèles ARCH et GARCH : Modèles qui estiment la volatilité des séries temporelles financières en supposant que les variations actuelles sont dépendantes des variations passées.
- Modèles Risk Métriques qui Utilise des modèles de volatilité conditionnelle pour estimer la VaR et d'autres mesures de risque.

- **Avantages et Limites :**

Ces modèles facilitent les calculs analytiques de la VaR, particulièrement utiles pour des portefeuilles complexes où la compréhension de la volatilité est essentielle.

Ses Limites reposent sur la dépendance à des distributions spécifiques peut mener à des sous-estimations du risque, en particulier dans des conditions de marché stressées ou inhabituelles.

Elles offrent une approche structurée pour l'estimation de la volatilité et l'adaptation aux changements du marché, malgré les défis liés au risque de modèle et à la nécessité de calculs intensifs.

## **IV. PRESENTATION DES MODELES VAR HISTORIQUE ET CAVIAR**

Plusieurs méthodologies sont utilisées pour calculer la VaR, ces méthodes se distinguent par leur manière unique de traiter les données et d'intégrer les modèles statistiques.

### **1. Estimation de ma VaR grâce à l'approche Historique :**

La VaR Historique est une méthode qui repose sur la donnée historique et les étapes du processus d'estimations sont les suivants :

- Collecte des données de pris de l'actif (Données Historique sur un horizon de temps défini)
- Mise à l'échelle des données historique
- Calcul des rendements logarithmique
- Détermination des quantiles et Estimation du niveau de VaR correspondant
- Backtesting et vérification.

### **2. Estimation grâce ave le model CAViaR (Travaux de recherches)**

La presentation de cette approche sera en grande majorité sur les travaux menée par les chercheurs Robert F. Engle et Simone Manganelli de l'université de New York, aux États-Unis, sur le modèle CAViaR. [Lien vers l'article : <http://dx.doi.org/10.1198/073500104000000370>.

D'après le contenu du document, le modèle CAViaR (Conditional Autoregressive Value at Risk by Regression Quantiles) se distingue de façon avantageuse de la traditionnelle Value at Risk (VaR) grâce à son approche directe et adaptative pour estimer les quantiles de distribution des rendements futurs.

Les étapes suivies dans le document se présentent comme suit :

#### **a. Modélisation des Quantiles de la VaR à travers un processus autorégressif**

Le modèle CAViaR propose de modéliser directement le quantile de la VaR à travers un processus autorégressif. Cette approche implique l'utilisation de régressions quantiles pour estimer les paramètres du modèle CAViaR.

#### **b. Spécification du Modèle CAViaR:**

Plusieurs formes de spécification CAViaR sont possibles, incluant le modèle adaptatif, la valeur absolue symétrique, la pente asymétrique et le modèle GARCH indirect.

Chaque modèle réagit différemment aux rendements passés, avec des coefficients qui s'ajustent en fonction des observations précédentes et des variables observables au temps  $t$ .



### c. Estimation et Tests :

Les paramètres du modèle CAViaR sont estimés par minimisation de la fonction de perte de régression quantile. L'usage d'un nouveau test quantile dynamique (DQ), est introduit pour évaluer la performance des modèles de quantile, en vérifiant que la probabilité de dépasser la VaR soit indépendante de toute l'information passée.

Cela illustre la capacité des modèles CAViaR à s'adapter à de nouveaux environnements de risque, et Les résultats ont suggèrent que les modèles CAViaR offrent une alternative viable aux méthodes traditionnelles pour la mesure et la prévision du risque de marché.

Dans l'ensemble, nous pouvons dire que :

- L'approche historique de la VAR est appréciée pour sa simplicité, tire parti des rendements passés sans supposer de distribution spécifique,
- L'approche semi-paramétrique (CAVIAR) quand a elle offre une plus grande flexibilité et une meilleure adaptation aux conditions changeantes du marché qui comprend à la fois des données historiques et des modèles statistiques pour estimer la VaR, ce qui la rend plus adaptée pour gérer les actifs ou les portefeuilles avec des caractéristiques de rendements complexes.
- Une comparaison des Deux approche se présente comme suit :

Aspect	VaR Traditionnelle	Modèle CAViaR
<b>Approche d'Estimation</b>	Estime la distribution complète des rendements puis dérive la VaR.	Modélise directement le quantile d'intérêt de la distribution des rendements, offrant une approche plus directe et adaptative.
<b>Méthodologie d'Estimation</b>	Souvent basée sur des hypothèses restrictives (normalité, indépendance).	Utilise les quantiles de régression, capturant efficacement l'autocorrélation et les changements dans la distribution au fil du temps.
<b>Robustesse et Flexibilité</b>	Peut sous-estimer ou surestimer le risque en raison de ses hypothèses sur la distribution des rendements.	Adaptatif aux conditions du marché changeantes, robuste face aux distributions à queues lourdes.
<b>Justification Théorique</b>	Repose sur des hypothèses spécifiques pour la distribution des rendements.	Sa capacité à s'adapter dynamiquement aux conditions de marché justifie son utilisation comme outil de gestion de risque plus précis et fiable.

## V. TRAVAUX COMPARATIFS SUR LA VAR ET LE CAVIAR

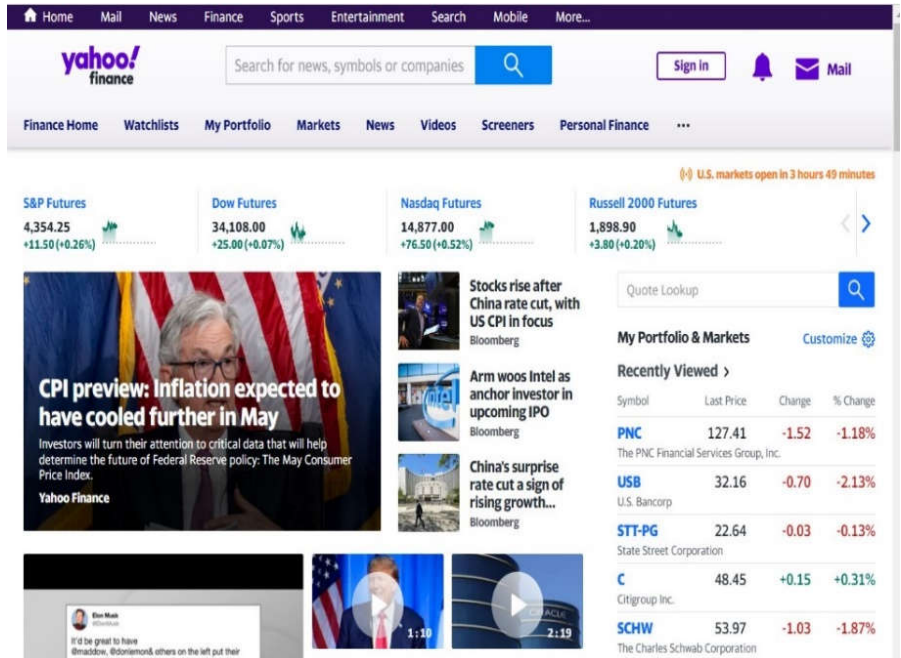
### 1. Présentation de l'environnement et des outils de travaux

Ici nous allons présenter l'ensemble des outils que nous avons utilisés ou exploité pour la réalisation de notre projet, l'un des avantages majeurs était la gratuité de ces outils ou ressources.

- **Présentation du site Yahoo Finance**

Yahoo Finance est une section du site yahoo.com (site de messagerie électronique) qui est spécialement dédiés à l'actualité financière portant sur les données de marché (essentiel à nos travaux), les graphiques, des analyses, l'actualités sur les actifs, les entreprises et l'économie en général. Tout utilisateurs ou investisseur peut y suivre les cotations l'actualité économique pour ajuster la performance de leurs placements et activités.

Dans le cadre de nos travaux, le site Yahoo finance vas nous permettre d'obtenir les prix de cotation des actifs sur lesquelles vas porter notre étude.

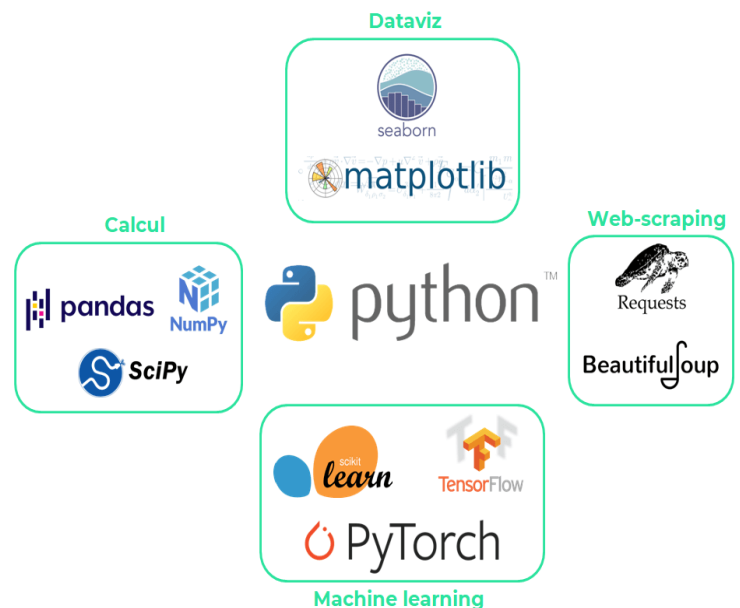


### Présentation de Python et de ses Librairies

Python est un langage de programmation Open Source qui est utilisé pour le développement de site web avec ses librairies tel que flask, django etc...

il est aussi largement utilisé en analyse et traitement de données grâce à d'autres librairies tel que Numpy, Pandas, Matplotlib pour les graphiques. C'est un langage très utilisé dans plusieurs domaines de recherche tel que le marketing, la santé, la finance et plus encore. Sa popularité provient de sa flexibilité, facilité d'utilisation et popularité qui regroupe une grande communauté de développeurs.

Dans le cadre de nos travaux, nous allons l'utiliser pour collecter, traiter et analyser les donnes constituées des prix de cotation de nos actifs financiers.



## **2. Méthodologies de notre travail**

Nous allons mettre en commun l'ensemble des concepts que nous avons développé en amont et le mettre en application sur l'actif Microsoft.

L'approche adopter dans nos travaux est d'utilisé le Langage de programmation Python, plus précisément ses librairies de traitement de données (Pandas, Jupiter, Matplotlib) qui vont nous permettre mener une étude de d'estimation et comparaison des var Historique et semi paramétrique de Microsoft. Pour se faire, nous allons progressivement réaliser les tâches ci-dessous :

- **Collecter les données Financière**

Ici, nous allons collecter les données propres aux actifs sur lesquelles porte notre étude. Cette tâche consistera à utiliser Python pour récupérer les données financières sur le site web Yahoo finance via un API (Application programming Interface)

- **Appliquer un traitement et nettoyage des donner collecté.**

Les données récupérées peuvent contenir des incohérences et défauts tel que (valeurs manquantes, doublons, ...). Nous devons donc nettoyer et préparer les données afin qu'elles soient conformes à l'usage.

- **Valorisation des données collecter**

Ici, nous allons appliquer les librairies python aux données afin de ressortir les entités et plus précisément les valeurs correspondant aux variables des modèles de VaR et CAViaR et interpréter les résultats

## **VI. ETUDES DE CAS SUR MICROSOFT**

### **1. Contexte de Notre Etude de Cas**

Dans Notre étude de cas, nous abordons l'évaluation du risque financier de l'action de Microsoft (MSFT) en utilisant deux méthodes différentes de calcul de la Value-at-Risk (VaR) :

- Les données historiques de prix seront extraites de Yahoo Finance, un fournisseur de données financières gratuit.
- La VaR Historique et le modèle Conditional Autoregressive Value at Risk (CAViaR).
- Nous allons estimer la VaR à 1 jour et à 10 jours et Les résultats seront ensuite soumis à un Backtesting pour évaluer leur validité.

Les informations et données relatif aux marchés boursiers sont largement disponible sur les sites web tel que Yahoo finance, investing, etc.

2. Collecte et traitement de données

- La collecte de données

Elle s’est faite via l’API (Application Programming Interface) de Yahoo finance qui est la branche de Yahoo spécialisé sur marchés financier et qui met gratuitement à disposition des données de cotations d’actif sous différents formats (API, CSV, JSON). Augmenter à cela l’accès est rapide et peut facilement être importer dans Python avec les paramètres OHLCV (Open, High, Low, Close, Volume) de l’actif souhaiter.

Les prix de clôture (Close) collecter via API remonte à une période de 24 ans a compté du 1<sup>er</sup> janvier 1998.

Les données collecter se présente comme suit : (image)

	Open	High	Low	Close	Adj Close	Volume
Date						
1998-01-02	16.203125	16.437500	16.187500	16.390625	10.142842	3974800
1998-01-05	16.406250	16.703125	15.984375	16.296875	10.084826	8037760
1998-01-06	16.218750	16.625000	16.156250	16.390625	10.142842	6783440
1998-01-07	16.234375	16.398438	15.937500	16.195312	10.021975	6149280
1998-01-08	16.078125	16.515625	15.937500	16.312500	10.094493	7761920
...	...	...	...	...	...	...
2022-12-21	241.690002	245.619995	240.110001	244.429993	241.834488	2369060
2022-12-22	241.259995	241.990005	233.869995	238.190002	235.660751	2865170
2022-12-23	236.110001	238.869995	233.940002	238.729996	236.195038	2120700
2022-12-27	238.699997	238.929993	235.830002	236.960007	234.443817	1668860
2022-12-28	236.889999	239.720001	234.169998	234.529999	232.039612	1745710

6289 rows x 6 columns

- Le traitement et Description des données

```
: Open      0
High       0
Low        0
Close      0
Adj Close  0
Volume     0
dtype: int64
```

L’étape de transformation consistait essentiellement a créé des data-Frames(df) pour stocker les données de prix et volume de Microsoft.

L’étape essentiel avant le nettoyage était la sélection des données parmi celles issues de la source de données.

	MSFT
count	6289.000000
mean	66.031250
std	72.945498
min	15.150000
25%	26.860001
50%	31.790001
75%	58.029999
max	343.109985

La statistique descriptive nous montre que Apres inspection des partie entête (Head) et fin (Tail) de nos données, nous avons remplacé les valeurs manquante (Nan) par zéro. Cela se justifie par notre souhait à ne pas modifier la structure de nos donnée et erroné nos résultats et analyses.

- Courbe d’évolution de du Prix de Microsoft



Nous observons des mouvements sur la période fin 1998-2000 et 2007-2009. Cela correspond respectivement à l'ère post-bulle Internet ainsi que la crise immobilière de 2008.

- les périodes 2002-2006 et 2010-2016 sont marqués par une évolution relativement constante
- de 2017 à 2021 et 2023 sont marquées par une volatilité accrue avec une croissance importante du prix qui passe de 100 à 350 avant de redescendre aux environs de 250.

Ces mouvements peuvent se justifier par des facteurs de croissance généralisé, la Covid, l'inflation ou autre facteurs mondiaux.

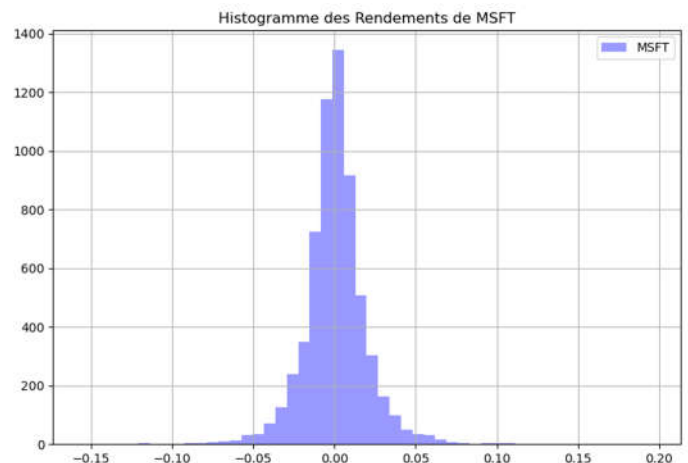
### 3. Calcul des rendements et Histogramme

Le calcul des rendements nous permet de d'apprécier l'évolution des gains et pertes potentiels liés à l'actif Microsoft dans le but d'apprécier le résultat futur possible en cas d'investissement. Le rendement passé donne une idée des rendements à venir. La méthode de calcul se fait de deux façons grâce à la méthode **Shift** ou **Pct.change** de python

- **Histogramme des Rendements de MSFT :**

L'Histogramme nous montre la distribution de la fréquence des rendements et nous voyons qu'ils sont regroupés en intervalles, et la hauteur des barres représente le nombre d'occurrences dans chaque intervalle.

Cette distribution semble centrée autour de zéro, avec la majorité des rendements concentrés autour de la moyenne et légèrement orienté à la Droite.



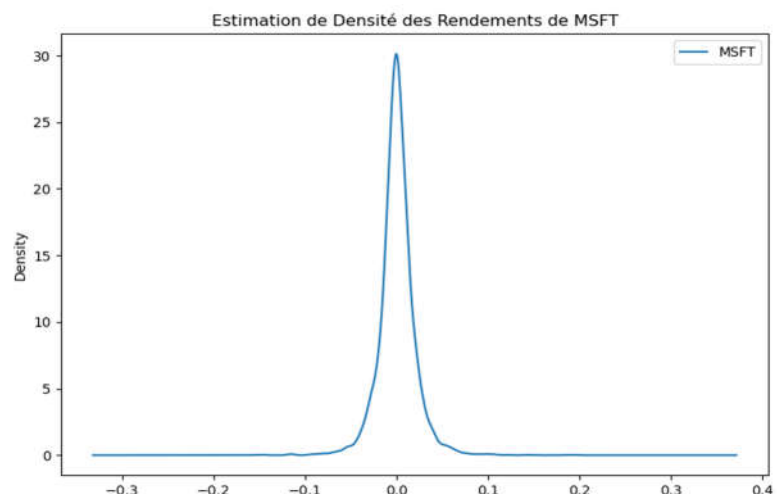
Nous observons des jours avec des rendements légèrement positifs et négatifs, mais peu de jours avec des rendements extrêmes (très hauts ou très bas), ce qui suggère que l'actif ne subit pas de variations extrêmes sur la période observée.

- **Estimation de Densité des Rendements de MSFT :**

La fonction de Densité nous montre la probabilité des rendements de l'actif. Et plus précisément la visualisation de la distribution continue des données.

La pointe aiguë suggère une forte concentration de rendements autour de la médiane, d'où le pic dans la distribution des rendements.

Nous observons une distribution faiblement asymétrique, avec une queue plus épaisse à Droite. Ce qui indique une présence de rendements extrêmement Positifs plus fréquents que les rendements Négatifs de même amplitude.



#### 4. Analyse Statistique

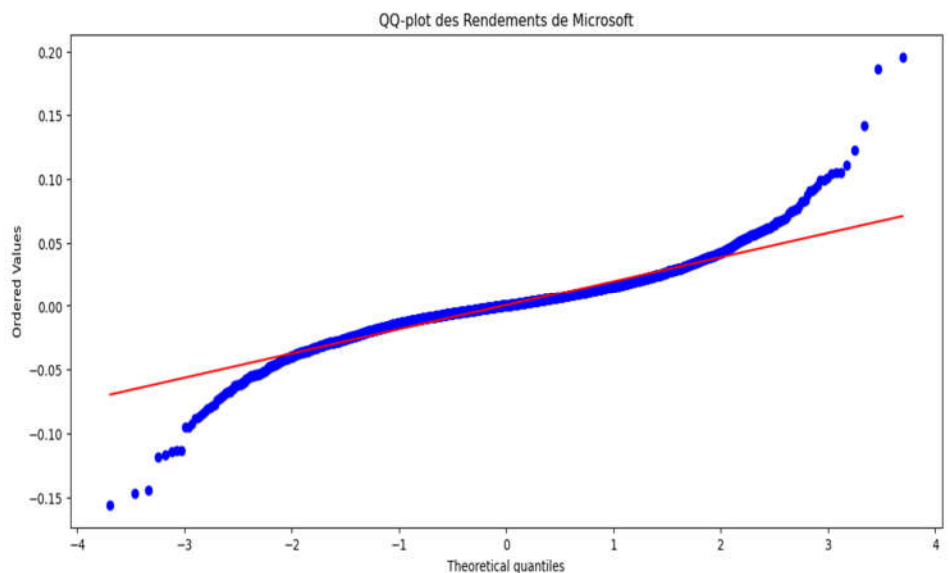
Notre analyse statistique porte essentiellement sur le Skewness et Kurtosis. Le Skewness mesure l'asymétrie de la distribution par rapport à une distribution normale. Et le La kurtosis est une mesure de la tendance des données à produire des valeurs extrêmes (à la fois négatives et positives) par rapport à la distribution normale. Dans le contexte de notre étude, nous pouvons dire que :

- Le Skewness a une valeur légèrement positive de 0.176 et cela indique que les rendements de MSFT montrent une petite inclinaison vers des rendement positifs plus élevés et supérieur aux Négatif.
- Kurtosis : Un kurtosis élevé à 8.222 suggère une forte présence de valeurs extrêmes et une probabilité plus grande de rendements par rapport à une distribution normale.

- **Le QQ-plot (Quantile-Quantile plot) des Rendements de Microsoft :**

Il nous permet de comparaitre les rendements de Microsoft par rapport à une distribution normale afin de voir s'ils sont normalement distribués.

- Nous pouvons dire que les points près de la ligne rouge au centre indiquent une distribution normale, cependant, les extrémités loin de la ligne montrent des rendements extrêmes, signalant un risque plus élevé que prévu selon la distribution normale.



#### 5. Application et BackTesting des différents modèles (VaR et CAViaR)

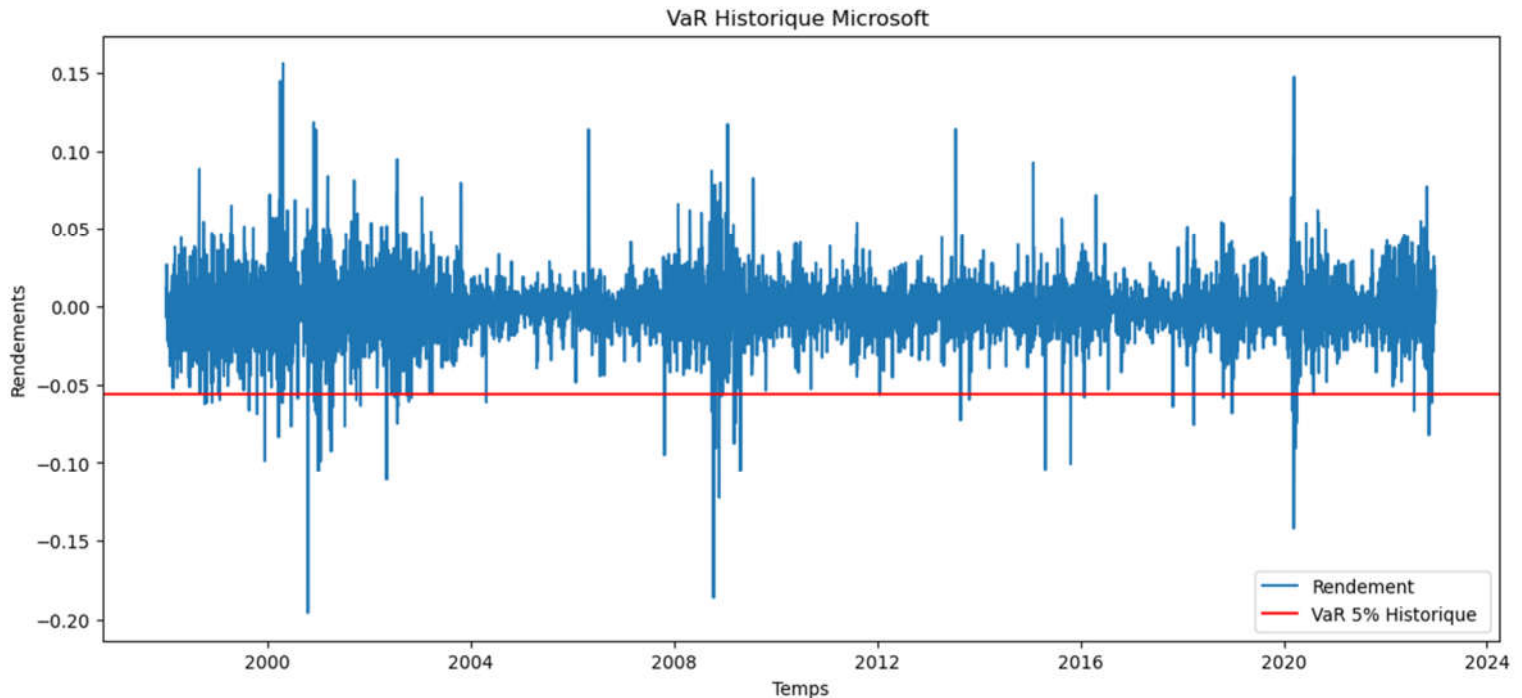
- **Estimation de la VaR par Méthode Historique**

L'estimation de la VaR s'est faite en appliquant les étapes décrits en amont et plus précisément au point II-1, et après cela nous avons multiplié par la racine carrée afin d'obtenir la VaR a jours les valeurs obtenus sont dans le tableau ci-dessous :

VaR sur 1 jours à 95% de confiance	VaR sur 10 jours à 95% de confiance
-0.056	-0.178

- **Backtesting de la VaR Historique**

Le Backtesting consistait à faire une application des niveaux de var obtenu sur le graphique des rendements de l'actif cela s'observe sur le graphique en dessous :



### **Interpretation:**

- Nous remarquons une forte volatilité des Actions de Microsoft. Cela se traduit par des variations importantes sur le graphique avec une attention particulière sur les pics lors des crises économiques majeures.
- La Value-at-Risk (VaR) est représenté par La ligne rouge qui représente la VaR à 95%, indiquant que les pertes ne sont pas prévues de dépasser ce seuil plus de 5% du temps, illustrant le risque maximal accepté.

### **6. Hit et Violation de la VaR associé aux faits Économiques.**

Dans l'ensemble, nous pouvons dire que les cas de Violation du Niveau de VaR s'associe aux faits économiques et nous pouvons les interpréter comme suit :

- La Forte volatilité des années 2000 correspondant à l'éclatement de la bulle internet.
- Crise des Subprimes (2008) est marqué par une augmentation significative de la volatilité a un niveau similaire à celui de la bulle Internet.
- Le 3e Pics de volatilité important en 2020 reflète l'impact de la pandémie sur les marchés financiers (COVID-19)

- **Estimation de la VaR par Model CAViaR**

Au même titre que la VaR Historique, les étapes de calcul ont été présenté en détails au point **II-2**, il faut également souligner que les méthodes employées par les chercheurs Robert F. Engle et Simone Manganelli était complexe, au-delà des possibilités de l'environnement Python, et nécessite aussi une compréhension approfondie de l'économétrie et plus précisément des séries temporelles.

Afin de réaliser un travail qui se rapproche de la leurs, nous avons simplifier le processus en optant pour des Bibliothèques Python gratuites et courantes (Numpy, Pandas, Matplotlib, etc...)

Cela nous a permis de mettre en place un pseudo code dans lequel nous avons implémenter les principes de base du Model Caviar tout en étant conforme a la Documentation. Nous avons estimé différents niveaux de VaR sur différentes périodes.

Les valeurs obtenues sont dans le tableau ci-dessous :

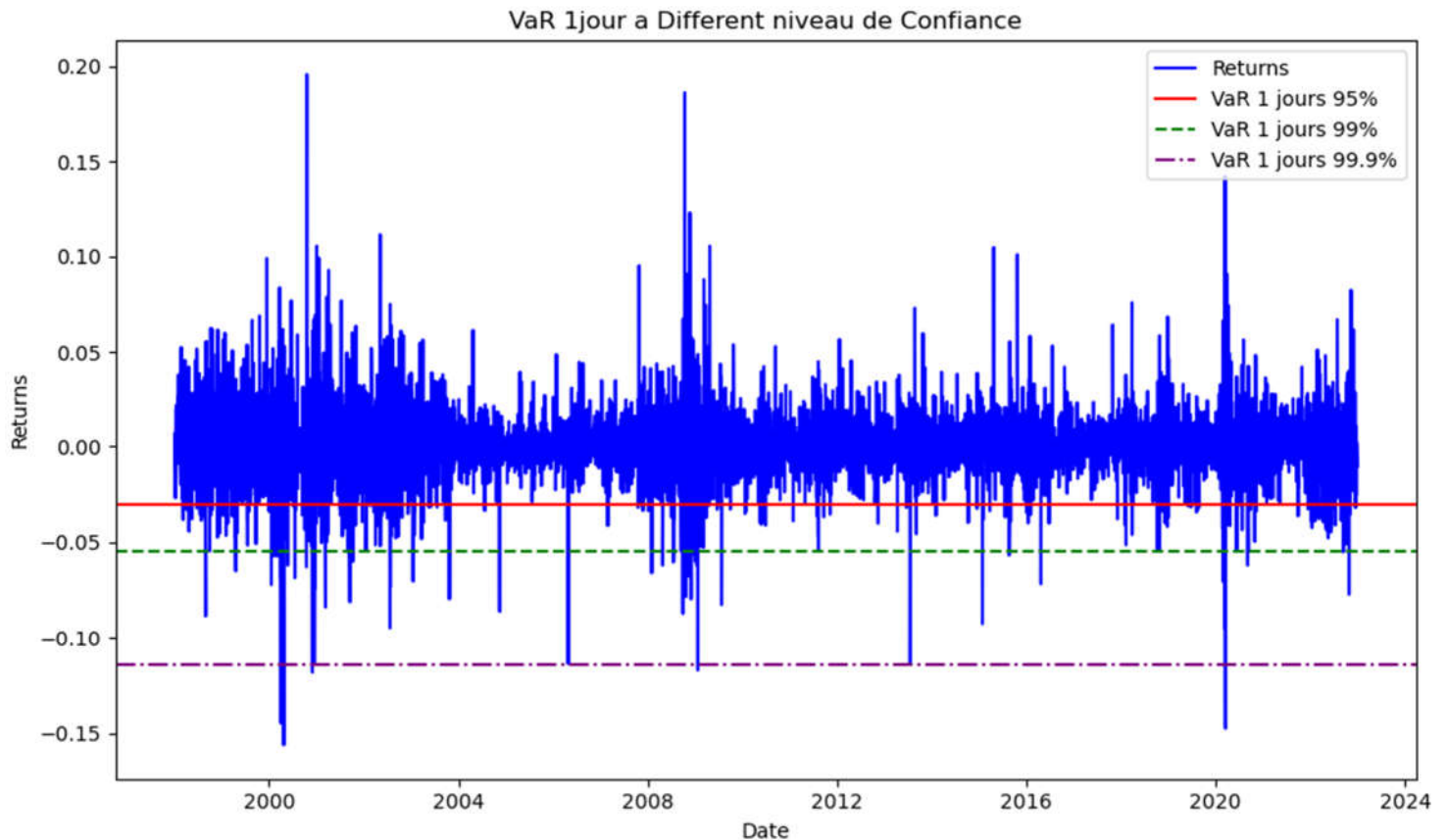
<b>Confiance</b>	<b>VaR sur 1 jours à x% de confiance</b>	<b>VaR sur 10 jours à x% de confiance</b>
<b>95%</b>	-0.029	-0.094
<b>99%</b>	-0.054	-0.172
<b>99.9%</b>	-0.114	-0.361

Ce tableau nous montre un échelonnement de la VaR dans le temps. Sur tous les niveaux de confiance, nous remarquons que la VaR à 10 jours est plus élevée que la VaR à 1 jour. Cela veut dire que : plus un investisseur détient un actif pour longtemps et plus cela est risqué, augmenter à cela, le potentiel de mouvements de prix significatifs est élevé, et donc plus le risque de perte est important.



- **Backtesting du model CAViaR**

Le Graphique du Backtesting se présente comme suite :



Nous observons que les rendements de l'actif Microsoft varient principalement autour d'un point central, nous observons que La distribution des rendements reste serrée autour de la moyenne et cela indique une certaine régularité d'évolution de l'actif. A cela s'ajoute les 3 niveaux de VaR.

- **Hit et Violation de la VaR associé aux faits Économiques.**

Similaire au graphique précédent, Les pics élevé reflète des périodes de volatilité intense ou les actifs subissent des variations importantes. Nous remarquons que les périodes où la valeur de l'actif varie au-delà des valeurs de la VaR (99,9%) sont les année 2000 et 2020.

Les niveaux de VaR à 95% et 99% sont dépassé plusieurs fois et conforme aux périodes d'instabilité décrit en amont.

- La ligne rouge indique le seuil de pertes que l'on ne devrait pas dépasser 95% du temps.
- La ligne en pointillés verts représente la VaR à 99%, qui est dépassée moins fréquemment.
- La ligne en pointillés violets représente la VaR à 99,9%, montrant un niveau de pertes extrêmes qu'on s'attend à ne pas dépasser presque jamais.

# CONCLUSION

Le Niveau de performance d'un investissement est observé sur plusieurs facteurs dont le rendement, ces rendements sont étroitement liés aux pertes subit par d'autres intervenants du mielleux.

Nos travaux ont porté sur deux approches d'estimation de la VaR sur une période allant de 1998 à 2022 et les graphiques des rendements montrent des périodes de volatilité accrue avec des pics, en particulier au début des années 2000 et autour de 2008-2009 et 2020, correspondant respectivement à des périodes de fortes activités marqués par des niveaux volatilité extrêmes sur les marchés.

Notre travail explore différentes méthodes d'estimation de la VaR, Nous évaluons et comparons les résultats VaR à 1 jour et à 10 jours pour différentes probabilités de confiance.

Le Graphique de la VaR historique nous montre la VaR sur une seule ligne a un niveau de 95 %, aidant ainsi à comprendre l'évolution du risque sur des périodes plus longues.

Le Model CAViaR quant à lui nous montre la VaR à différents niveaux de confiance. Le graphique montre les niveaux de risque quotidiens à trois niveaux de confiance (95 %, 99 %, 99,9 %), offrant une vue plus granulaire du risque quotidien potentiel.

Nous pouvons dire que la VaR Historique est fixée au niveau historique de 95 %, ce qui implique une norme unique d'évaluation du risque. Le model CAViaR nous offre une vue plus nuancée avec plusieurs niveaux de confiance, illustrant comment l'évaluation du risque peut varier de manière significative en fonction du niveau de confiance souhaité.

Dans l'ensemble, la VaR du model CAViaR donnent une observation plus claire des risques extrêmes (illustrés par plusieurs niveaux de confiance de la VaR) contrairement au graphique de la VaR Historique.

En Conclusion, nous pouvons dire que, notre travail a mis l'accent sur des résultats obtenus sur les marchés financiers et plus précisément l'evolution de risque de l'actif Microsoft. Notre étude a montré qu'il y'a augmentation de la VaR avec le Niveau de Confiance car plus le niveau de certitude est élevé, plus la perte potentielle estimée est grande.

A cela s'ajoute l'Effet du Temps sur la VaR car la VaR à 10 jours est significativement plus élevée que celle à 1 jour, démontrant que le risque et l'incertitude s'accroissent avec l'allongement de la période.

Dans l'ensemble, notre étude fournit des informations essentielles pour la gestion des risques, en aidant les investisseurs et les gestionnaires de risques à planifier adéquatement contre les pertes potentielles. Les résultats soulignent l'importance de choisir des horizons de temps et des niveaux de confiance appropriés en fonction de la tolérance au risque et des exigences réglementaires.

Le Backtesting de la VaR étudiés offrent est un outil précieux sous forme graphique pour comprendre et gérer le risque financier dans des environnements de marché dynamiques et parfois turbulents. Les graphiques des deux modèles de VaR historique et CAViaR permettent d'appréhender le risque de manière différenciée, adaptée à la fois aux besoins de vision à long terme et aux exigences de réactivité quotidienne. La capacité de ces modèles à capter des informations sur des périodes de stress économique majeur montre leur pertinence et leur nécessité dans le cadre de la planification stratégique de gestion des risques. Enfin, la pratique du backtesting confirme l'utilité de ces modèles en validant leur précision et en guidant les ajustements nécessaires pour améliorer la gestion du risque.