

Analyse économétrique et financière des rendements de STMicroelectronics et du CAC 40



Etudiantes :

Judith ANAGONOU

Fotamana Ramatou Irene TRAORE

Chargée du cours :

Mme Imen GHATTASI

Année : 2025

SOMMAIRE

Introduction.....	3
1) Présentation des actifs	3
2) Analyse des données.....	4
2-1) Choix du type de prix.....	4
2-2) Mise en contexte économique.....	5
2-3) Vérification de la stationnarité des données.....	6
2-4) Calcul des rendements	7
3) Vérification des faits stylisés	10
3-1) Stationnarité et absence d'autocorrélation	10
3-2) Test de nullité de la moyenne des rendements.....	13
3-3) Gaussien à grande échelle.....	13
3-4) Effet ARCH.....	14
4) Estimation du modèle MEDAF.....	17
4-1) Fondement théorique, interprétations et utilité	17
4-2) Estimation du modèle MEDAF et interprétation des résultats.....	18
5) Bilan de la volatilité de l'action STM et du portefeuille de marché CAC 40.....	22
5-1) Bilan de la volatilité du STM	22
5-2 Bilan de la volatilité du CAC 40	24
6. Prévisions.....	26
Conclusion.....	27

Introduction

Dans le cadre du cours d'économétrie financière nous travaillons sur un projet qui vise à appliquer les outils économétriques étudiés à l'analyse d'un actif financier coté au CAC 40. L'objectif principal est d'étudier le comportement des rendements journaliers de cet actif en le comparant à l'indice de marché, sur une période allant du 02 juin 2023 au 6 juin 2025.

A cet effet, notre étude a porté sur l'action STMicroelectronics et est structurée en plusieurs étapes à savoir le traitement des données financières téléchargées sur Euronext Paris, la vérification des faits stylisés, l'estimation du modèle MEDAF/CAPM et l'analyse de la volatilité à travers l'estimation d'un modèle GARCH pour modéliser la dynamique du risque.

1) Présentation des actifs

❖ CAC 40

Le CAC 40 est l'indice boursier de référence de la Bourse de Paris. Il regroupe les 40 plus grandes entreprises françaises cotées sur Euronext Paris, sélectionnées en fonction de leur capitalisation boursière et de leur liquidité. Souvent utilisé comme baromètre de l'économie française, cet indice reflète les performances des secteurs clés tels que le luxe, l'industrie, la finance et la technologie. Son évolution est influencée par divers facteurs économiques, politiques et financiers, aussi bien au niveau national qu'international. Dans le cadre de notre projet, le CAC 40 est utilisé comme **portefeuille de marché de référence** dans l'estimation du **modèle MEDAF**, et comme **variable explicative de la volatilité systémique** à laquelle l'action STMicroelectronics est exposée.

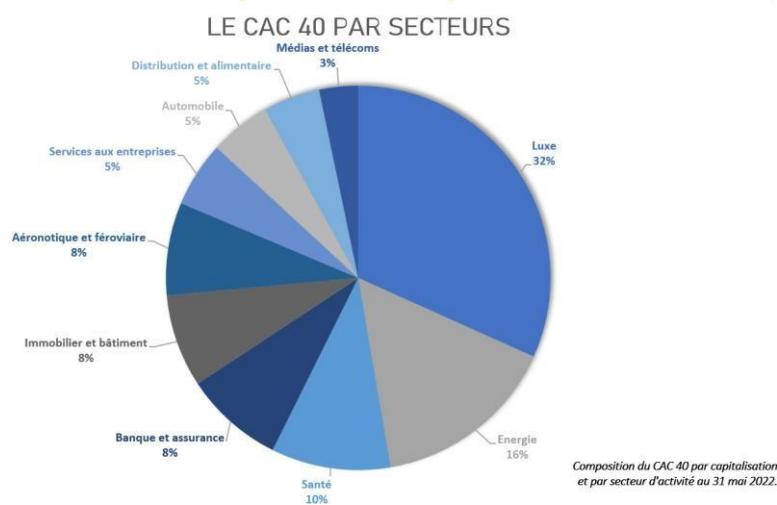


Figure 1 : Composition du Cac 40 par capitalisation et par secteur d'activité au 10 mai 2022

❖ STMicroelectronics

Créée en 1987 par la fusion de SGS Microelettronica (Italie) et de Thomson Semiconducteurs (France), STMicroelectronics (ISIN : NL0000226223) en abrégé **STM** conçoit, fabrique et commercialise une large gamme de **composants électroniques** utilisés dans des secteurs clés tels que l'automobile (systèmes embarqués, ADAS), l'industrie (capteurs, gestion de puissance), l'électronique grand public (smartphones, objets connectés), et l'énergie (microcontrôleurs, convertisseurs). Le groupe franco-italien, dont le siège est situé à Genève, est coté à la fois sur **Euronext Paris** et sur la **Bourse de Milan**, et fait partie intégrante de l'indice **CAC 40**. STM joue un rôle stratégique dans la transition numérique et énergétique, et bénéficie d'une **forte exposition aux marchés internationaux**, notamment aux États-Unis et en Asie. De ce fait, l'entreprise est sensible aux tensions géopolitiques et aux politiques commerciales, notamment celles de l'administration américaine. Dans ce projet, l'action STMicroelectronics est analysée pour évaluer sa **performance financière** par rapport au marché global (via le CAC 40), ainsi que pour modéliser sa **volatilité** au moyen d'outils économétriques avancés.

2) Analyse des données

Afin d'atteindre l'objectif principal de ce travail, l'analyse des données a été structurée autour de plusieurs étapes essentielles : la justification du choix du type de prix, l'identification des faits économiques pour contextualiser les évolutions observées, la vérification de la stationnarité des données, condition préalable à toute modélisation fiable et enfin, le calcul et la comparaison des rendements (arithmétiques et logarithmiques), suivis d'une interprétation économique, afin de mieux comprendre la sensibilité du titre STM et celle de l'indice CAC 40 à leur environnement de marché.

2-1) Choix du type de prix

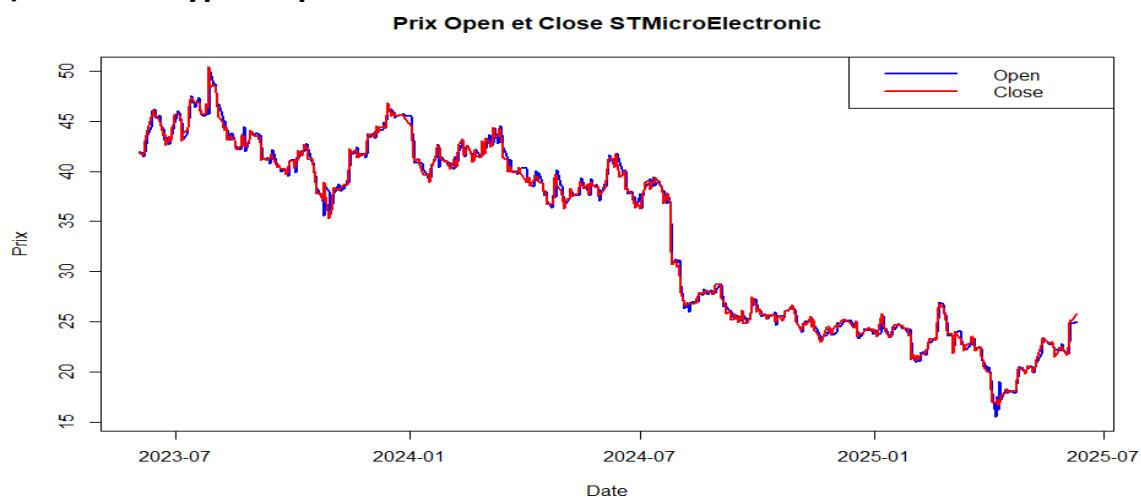


Figure 2 : Evolution des prix d'ouverture et de clôture du titre STM

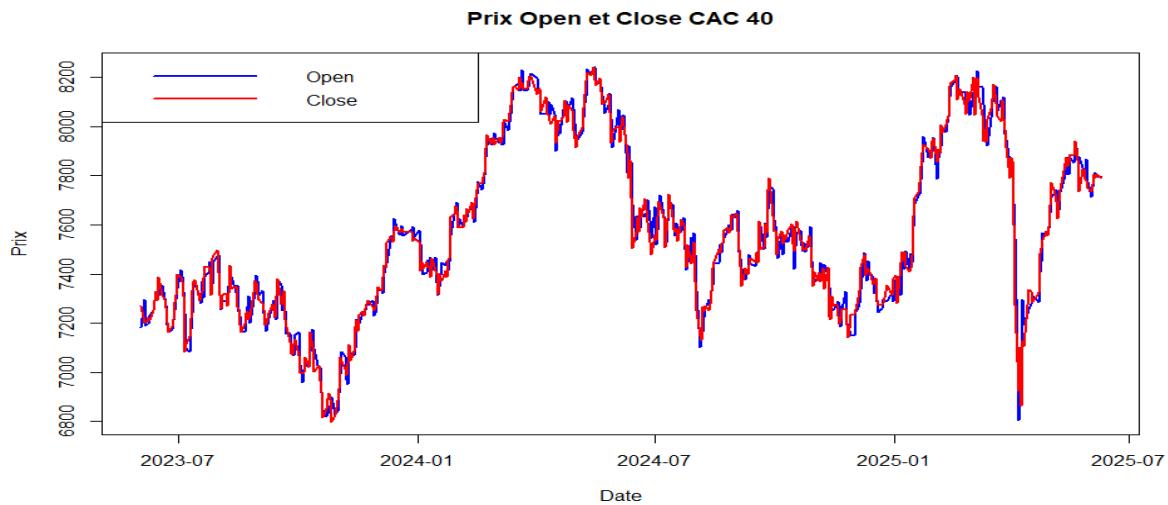


Figure 3 : Evolution des prix d'ouverture et de clôture du CAC 40

Les figures 2 et 3 présentent respectivement l'évolution des prix d'ouverture et de clôture de STMicroelectronics et du CAC 40 sur la période allant du 2 juin 2023 au 9 juin 2025. Pour chacun de ces deux actifs, on observe une forte proximité entre les cours d'ouverture et de clôture, traduisant une faible dispersion intra journalière.

Cette configuration suggère que la majorité des séances boursières se sont déroulées dans un environnement relativement stable, sans annonces majeures ni épisodes de volatilité excessive. Ainsi, l'analyse conjointe des prix "Open" et "Close" met en évidence que le choix entre ces deux types de prix n'affecte pas fondamentalement l'analyse des rendements. Toutefois, dans une optique économétrique, **le prix de clôture est retenu pour la suite du travail**, car il est généralement considéré comme le plus informatif : il intègre l'ensemble des informations disponibles et reflète la réaction finale du marché à celles-ci.

2-2) Mise en contexte économique

Les figures 3 et 4 ci-dessous montrent respectivement l'évolution des prix de clôture à l'échelle hebdomadaire du STM et du CAC 40 sur la même période (meilleure appréciation des tendances à cette échelle).

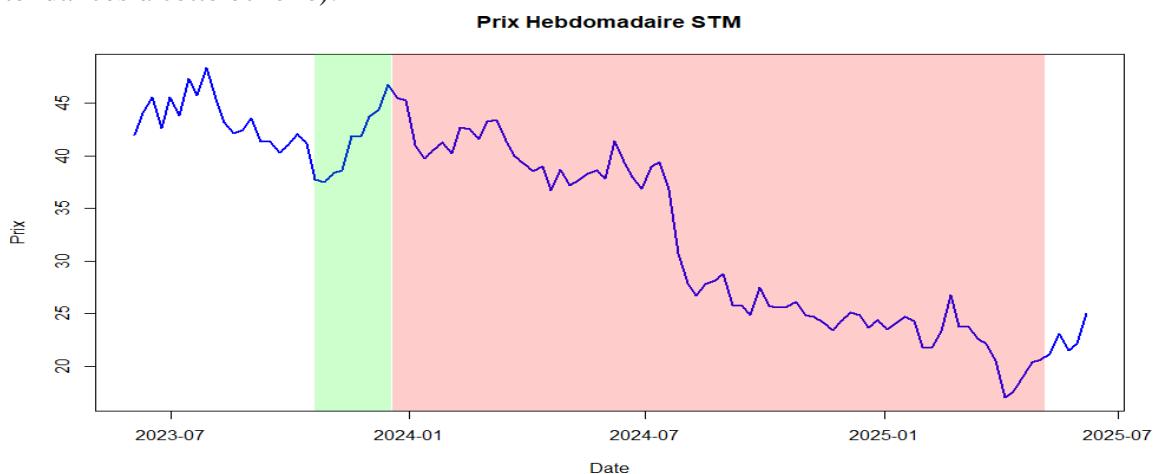


Figure 4 : Tendances prix du STM de juin 2023 à juin 2025

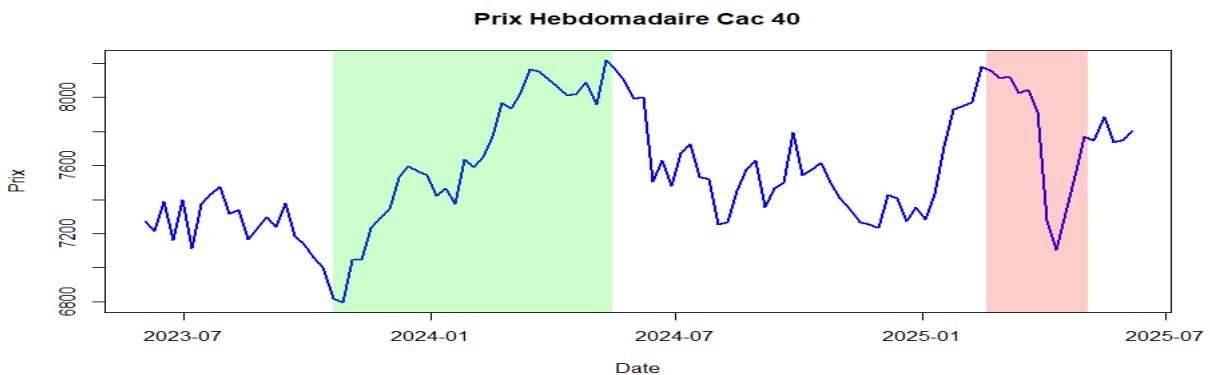


Figure 4 : Tendances prix du CAC 40 de juin 2023 à juin 2025

Entre juin 2023 et juin 2025, les cours de STMicroelectronics et de l'indice CAC 40 ont connu des évolutions contrastées, influencées par divers facteurs économiques. En juin 2023, STM bénéficiait d'un environnement favorable lié à la reprise post-Covid, à la forte demande en semi-conducteurs et au soutien du **Chips Act européen**. Toutefois, dès 2024, cette dynamique s'est essoufflée avec la normalisation de la demande dans les secteurs clés, un surstockage persistant et des tensions commerciales. La situation s'est dégradée début 2025, notamment après la publication des résultats du 1er trimestre le **24 avril**, révélant une chute de **27 % du chiffre d'affaires** et de **89 % du bénéfice net**, aggravée par la crise dans l'automobile européenne. En mai 2025, des tensions entre actionnaires français et italiens ont affaibli la gouvernance, menant à un plan de **1 000 suppressions d'emplois** d'ici 2027.

De son côté, le **CAC 40** a progressé jusqu'en mai 2024 (pic à **8 200 points**) grâce à une politique monétaire souple de la BCE et à la reprise industrielle. Mais à partir de mi-2024, l'indice a chuté de près de **7 %**, en réponse au **resserrement monétaire** de la BCE pour lutter contre l'inflation, ainsi qu'à la **crise énergétique** et à la flambée des coûts de production. Les tensions commerciales début 2025 entre les **États-Unis, l'Europe et la Chine** ont amplifié le recul des exportations françaises. Cela a particulièrement affecté les entreprises du CAC 40 exposées à l'Asie, entraînant une **baisse de la confiance** des investisseurs et un **ralentissement des investissements privés**, pesant sur la croissance économique.

2-3) Vérification de la stationnarité des données

La stationnarité, condition essentielle en économétrie, suppose que les propriétés statistiques d'une série temporelle restent constantes dans le temps. Pour s'assurer de sa présence, nous avons analysé les séries de prix de STM et de son indice via les fonctions ACF et PACF, puis confirmé cette propriété à l'aide du test de Dickey-Fuller.

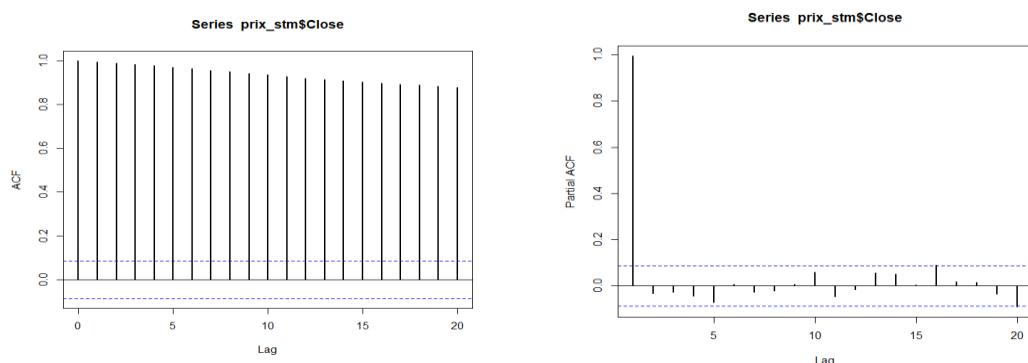


Figure 5 : ACF et PACF des prix des clôtures du STM

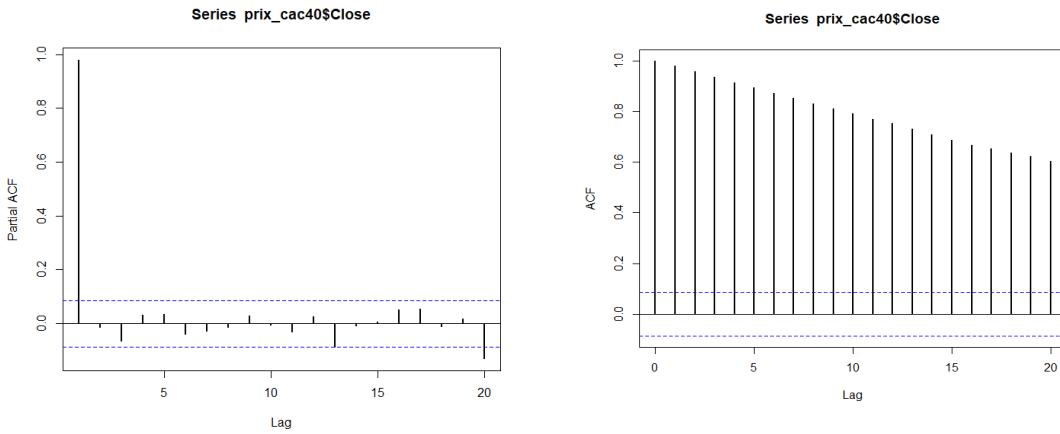


Figure 6 : ACF et PACF des prix des clôtures du CAC 40

Les représentations graphiques de l'ACF et du PACF des prix de clôture de STMicroelectronics et du CAC 40 indiquent une non-stationnarité des séries. En regardant l'ACF de chacune des séries de données, nous observons une décroissance exponentielle, signe manifeste de non-stationnarité tandis que les PACF ne révèlent aucune significativité notable sur les lags. Par ailleurs, les tests de Dickey-Fuller appliqués aux deux séries aboutissent à des p-values supérieures à 5 % (0,63 dans les deux cas), ce qui confirme statistiquement la non-stationnarité sous l'hypothèse alternative d'une tendance explosive. De ce fait, une analyse économétrique directe des prix n'est pas appropriée. Ainsi, une transformation des données, notamment par le calcul des rendements, s'impose pour la poursuite de nos analyses.

2-4) Calcul des rendements

2-4-1) Choix de la méthode de calcul des rendements

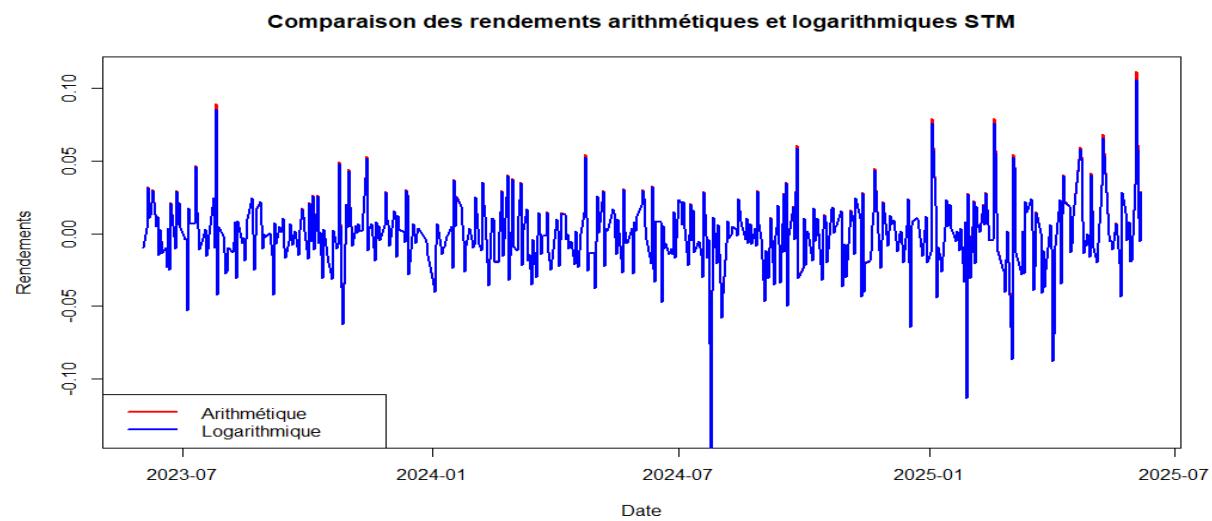


Figure 7 : Rendements du STM calculés avec les méthodes arithmétique et logarithmique

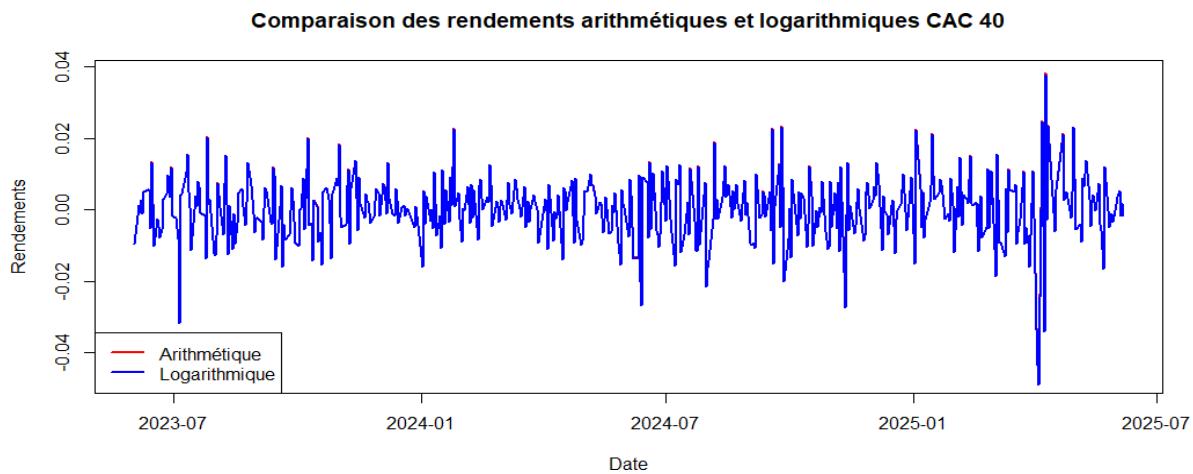


Figure 8 : Rendements du CAC 40 calculés avec les méthodes arithmétiques et logarithmiques

Les graphiques ci-dessus présentent les rendements du STM et du CAC 40 calculés avec les méthodes arithmétique et logarithmique. Ils mettent en évidence la forte similitude entre les séries de rendements arithmétiques et logarithmiques. Cette proximité suggère que le choix de la méthode de calcul des rendements a peu d'incidence sur la dynamique de ceux-ci. Dans la suite de l'analyse, **nous retiendrons le calcul des rendements par différentiation logarithmique**, méthode largement utilisée en finance. En effet, cette méthode permet d'additionner les rendements sur plusieurs périodes, ce qui n'est pas le cas avec les rendements arithmétiques et elle contribue à stabiliser la variance des séries, favorisant ainsi les propriétés statistiques requises pour les modèles économétriques.

2-4-2) Mise en contexte économique et lien avec l'évolution des prix

Après l'analyse des prix et le choix d'une méthode de calcul, les rendements ont été replacés dans leur contexte économique. Contrairement aux prix, ils mettent en évidence l'intensité et la fréquence des variations, facilitant l'identification des chocs de marché. Les figures 9 et 10 présentent l'évolution des rendements du STM et du CAC 40 entre juillet 2023 et juin 2025. Les pics observés reflètent l'impact d'événements économiques, financiers ou géopolitiques majeurs sur les actifs. Ces fluctuations, parfois atténuées dans les courbes de prix, apportent un éclairage essentiel sur la réactivité et la sensibilité du titre et de l'indice aux perturbations du marché.

- STM

Analyse des rendements : zone stable et pics STM

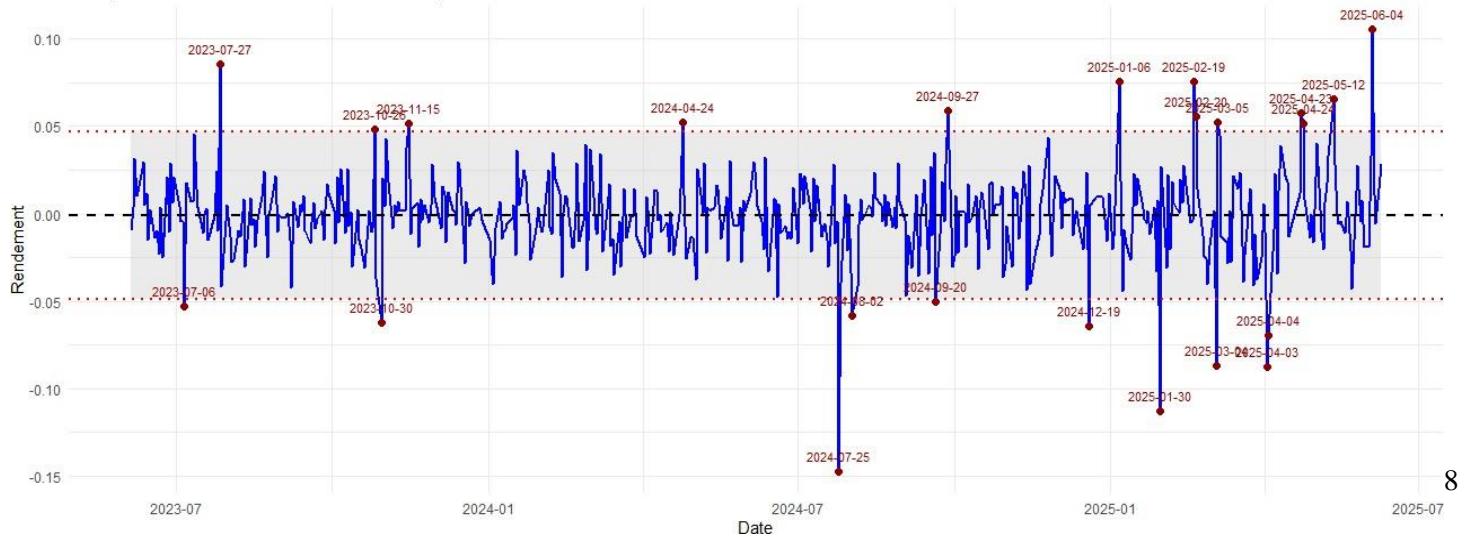


Figure 9 : Analyse des rendements : zone stable et pics remarquables STM

Au cœur de l'été 2023, le **27 juillet** a vu un pic de rendement haussier (+6 à 7 %), propulsé par la publication de résultats du 2^e trimestre supérieurs aux attentes (CA de 4,33 Mds \$ en hausse de 12,7 %, marge brute de 49 %), instaurant une confiance renouvelée dans les segments automobile et industriel. En revanche, le **30 octobre 2023**, la valeur a légèrement vacillé, probablement en réaction à une période de publication des résultats du fabricant (autour du 26 octobre) mais sans annonces majeures, suggérant un environnement d'incertitude durant les publications trimestrielles. Le **25 juillet 2024** a marqué une rupture nette : le titre a revu à la baisse ses prévisions annuelles (revenus désormais estimés entre 13,2–13,7 Mds \$, marge brute tombant à ~40 %), conséquence directe de la faiblesse persistante de la demande automobile et industrielle, provoquant une chute de cours prononcée.

Début 2025, plusieurs vagues impactent le titre : fin janvier, le plan de restructuration (2 000–3 000 suppressions de postes) a suscité un stress perçu sur la profitabilité, suivi début février par l'annonce d'une **puce photonique de pointe développée avec AWS**, qui a créé un rebond haussier ponctuel reflétant l'attrait pour l'innovation en IA. Cependant, le **2 avril 2025**, l'imposition des nouveaux droits de douane par Trump (tarifs de 10 % à 20 % sur les semi-conducteurs et imports UE), dans le cadre du “Liberation Day”, a déclenché un krach global (–10 % sur le S&P 500) et une forte baisse pour STM, en raison des anticipations d'un renchérissement des coûts et d'une paralysie des chaînes d'approvisionnement.

- CAC 40

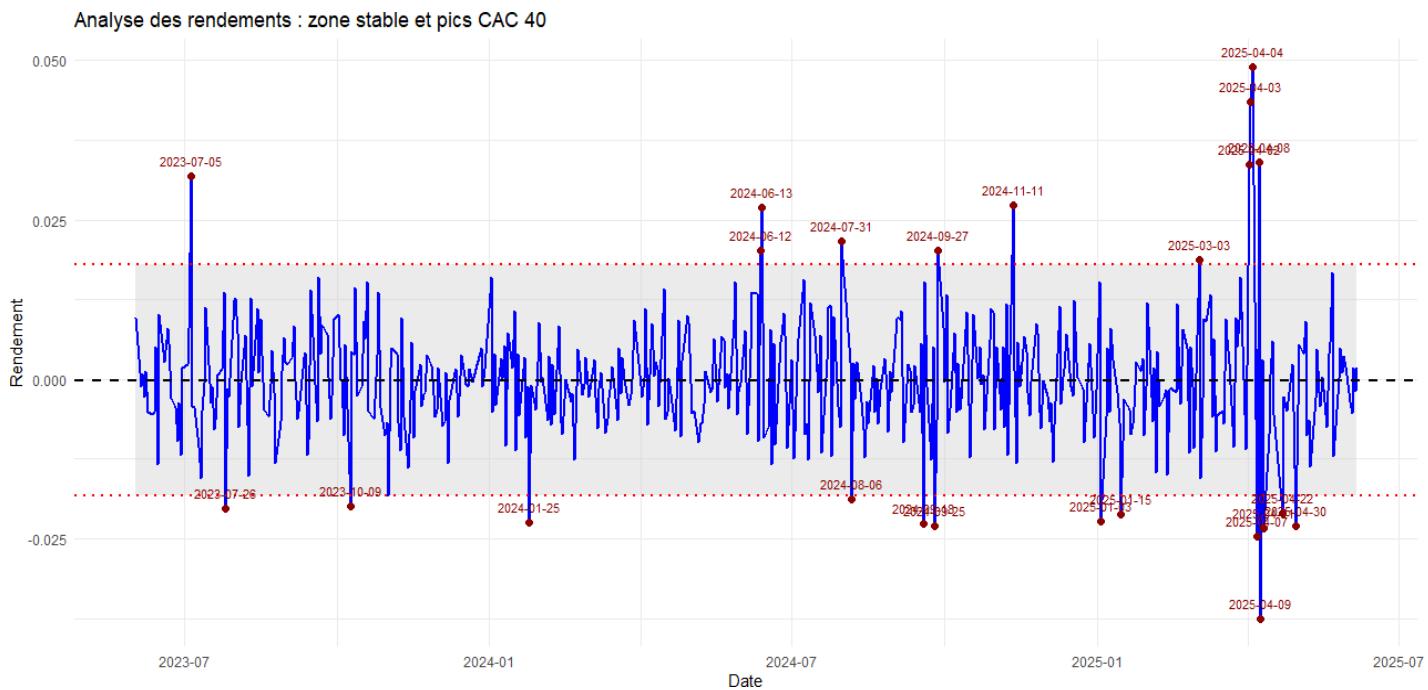


Figure 10 : Analyse des rendements : zone stable et pics remarquables CAC 40

En ce qui concerne le CAC 40, dès le **5 juillet 2023**, l'indice connaît une poussée haussière stimulée par l'anticipation des résultats semestriels des grandes entreprises françaises, ce qui renforce la confiance des investisseurs. Un tournant décisif survient le **25 juillet 2024**, lorsque

plusieurs entreprises de l'indice, notamment dans les secteurs technologique et industriel, révèlent des prévisions revues à la baisse. Par ailleurs, les annonces de **Renault et Airbus**, signalant une contraction de la demande mondiale, entraînent une correction marquée de l'indice, mettant en évidence les inquiétudes des investisseurs concernant la croissance économique européenne.

Début **2025**, le marché oscille entre incertitude et reprise. En **janvier 2025**, les annonces de restructurations et de suppressions d'emplois dans les secteurs de l'énergie et des télécoms nourrissent alors les craintes sur la rentabilité future des entreprises du CAC 40. En **février 2025**, une impulsion positive est observée après les révélations d'**avancées technologiques majeures**, notamment par **Dassault Systèmes et STMicroelectronics**, qui mettent en avant leur innovation dans les domaines des semi-conducteurs et de l'intelligence artificielle. Cette annonce provoque un rebond haussier, confirmant l'attrait des investisseurs pour les sociétés tournées vers l'innovation. Cependant, le **2 avril 2025**, le marché subit un choc brutal à la suite de l'annonce des **nouveaux droits de douane imposés par Donald Trump**, visant particulièrement les importations européennes. Cette politique protectionniste déclenche une **chute massive du CAC 40**, traduisant l'inquiétude des investisseurs quant à la perturbation des échanges commerciaux transatlantiques et ses conséquences sur les entreprises exportatrices.

Les semaines qui suivent ce krach boursier voient une tentative de stabilisation du marché. Le **16 avril 2025**, une légère reprise est constatée après les déclarations rassurantes de la **BCE et de la Commission européenne**, qui annoncent des mesures de soutien aux secteurs les plus exposés. Cependant, cette dynamique est rapidement mise à mal le **12 mai 2025**, où une nouvelle correction du marché intervient après la publication des chiffres de croissance du **premier trimestre 2025**, montrant des résultats en deçà des attentes. Cette annonce accentue la prudence des investisseurs, renforçant un climat de marché plus conservateur. Toutefois, un retournement apparaît le **3 juin 2025**, lorsque des négociations entre l'**Union Européenne et les États-Unis** sont initiées, laissant entrevoir une possible atténuation des barrières tarifaires mises en place en avril. Cette perspective ravive l'intérêt des investisseurs et soutient les rendements du CAC 40. Enfin, le **4 juillet 2025**, une nouvelle hausse est enregistrée à la suite de la publication des prévisions économiques du **second semestre 2025**, affichant des signaux encourageants d'un redressement économique progressif.

3) Vérification des faits stylisés

Les propriétés statistiques des données financières révèlent plusieurs faits stylisés : ce sont des comportements récurrents observés dans de nombreuses séries financières. On retrouve par exemple la volatilité variable dans le temps (volatilité conditionnelle), des rendements centrés mais non normalement distribués (présence de queues épaisse), ou encore une absence d'autocorrélation des rendements, mais une autocorrélation des carrés de rendements. Ces faits sont essentiels à identifier car ils influencent le choix des modèles économétriques. Dans ce travail, nous les examinons sur les rendements de l'actif étudié et sur ceux du CAC 40, en vue de vérifier s'ils sont présents et essayer d'en proposer une lecture économique.

3-1) Stationnarité et absence d'autocorrélation

- Stationnarité

Nous examinons la stationnarité des nouvelles données afin de garantir la stabilité des propriétés statistiques des rendements, puis nous analysons la présence éventuelle d'autocorrélation afin d'évaluer la dépendance des rendements entre le passé et le présent.

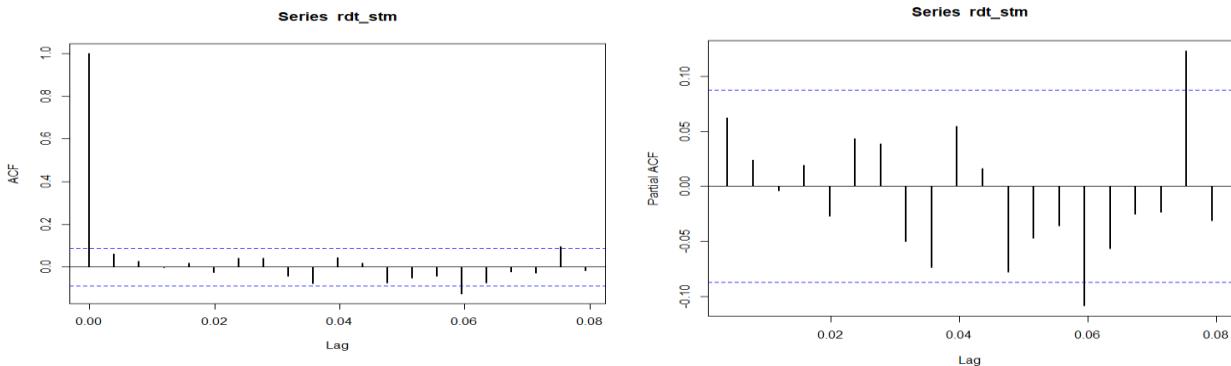


Figure 11 : ACF et PACF des rendements STM

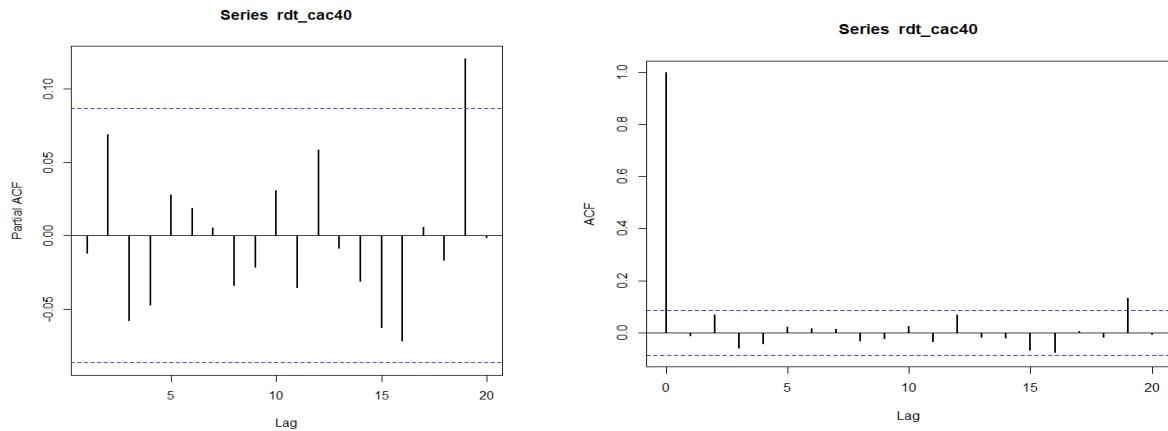


Figure 12 : ACF et PACF des rendements CAC 40

Les figures 11 et 12 présentent l'ACF et le PACF de chacune des séries des rendements du titre et de l'indice. Nous constatons que, contrairement aux prix, l'ACF et le PACF indiquent que les rendements sont stationnaires. Le test de Dickey-Fuller augmenté confirme ce fait stylisé, avec une statistique de -3,5968 et une p-valeur de 0,0375, permettant de rejeter l'hypothèse nulle de racine unitaire au seuil de 5 %. Les rendements respectent la condition de stationnarité et évoluent donc autour d'une moyenne constante avec une variance a priori stable.

- **Statistiques descriptives**

Actifs	Min	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max	Sd	Kurtosis	Skewness
STM	-0.0854	-0.010	0.0000	0.0012	0.0133	0.1473	0.02	7.63261	0.61492
CAC40	-0.0489	-0.0049	0.0007	0.0001	0.0055	0.0376	0.009	-0.6075	6.521344

Tableau 1 : Statistiques descriptives STM et CAC 40

Le tableau 1 ci-dessus présente les statistiques descriptives de l'action STM et du CAC 40. STMicroelectronics (STM) affiche des rendements journaliers plus volatils que l'indice CAC

40, avec une moyenne légèrement positive (0,0012) et un écart-type élevé (0,02), illustrant un profil plus risqué et potentiellement plus rémunérateur. Sa forte **kurtosis** (7,63) souligne une concentration des rendements autour de la moyenne, mais avec une fréquence accrue d'événements extrêmes, tant à la hausse (max : 14,7 %) qu'à la baisse (min : -8,5 %). Le skewness positif (0,615) suggère une asymétrie favorable, avec des rendements positifs extrêmes plus fréquents.

À l'inverse, le CAC 40, indice agrégé, présente une moyenne quasi nulle (0,00013) et une volatilité plus faible (écart-type : 0,0090), ce qui reflète la stabilité relative induite par la diversification. Les extrêmes sont moins marqués (min : -4,9 %, max : 3,76 %), et la kurtosis négatif (-0,61) indique une distribution moins propice aux chocs. Le skewness négatif (-0,61) reflète le fait que les baisses des marchés financiers sont généralement plus abruptes que les reprises. Les investisseurs ont tendance à réagir plus fortement aux mauvaises nouvelles qu'aux bonnes.

Ces caractéristiques confirment les propriétés attendues des rendements financiers : STM, action individuelle, présente une volatilité plus élevée et un risque plus marqué d'événements extrêmes, avec un biais haussier modéré. En revanche, l'indice CAC 40, plus diversifié, montre une volatilité moindre et une distribution plus proche de la normale, avec une légère tendance à des petites pertes plus fréquentes.

- Absence d'autocorrélation

Dans un second temps, l'analyse de l'ACF de chacune des deux séries montre que l'autocorrélation des rendements n'est pas significative. La PACF, quant à elle, ne présente également aucun pic significatif, ce qui suggère une absence de dépendance linéaire entre les rendements passés et présents. Cependant, ces résultats sont tempérés par le test de nullité de l'autocorrélation. En effet, le test de Box-Ljung appliqué aux rendements de l'actif STM donne une statistique $X^2=31.913$, $X^2 = 31.913$, $X^2=31.913$ avec 20 degrés de liberté et une p-value de 0.044. Cette p-value, légèrement inférieure au seuil de 5 %, indique la présence d'une autocorrélation significative à certains retards, remettant ainsi en question l'hypothèse d'absence d'autocorrélation pour cette série.

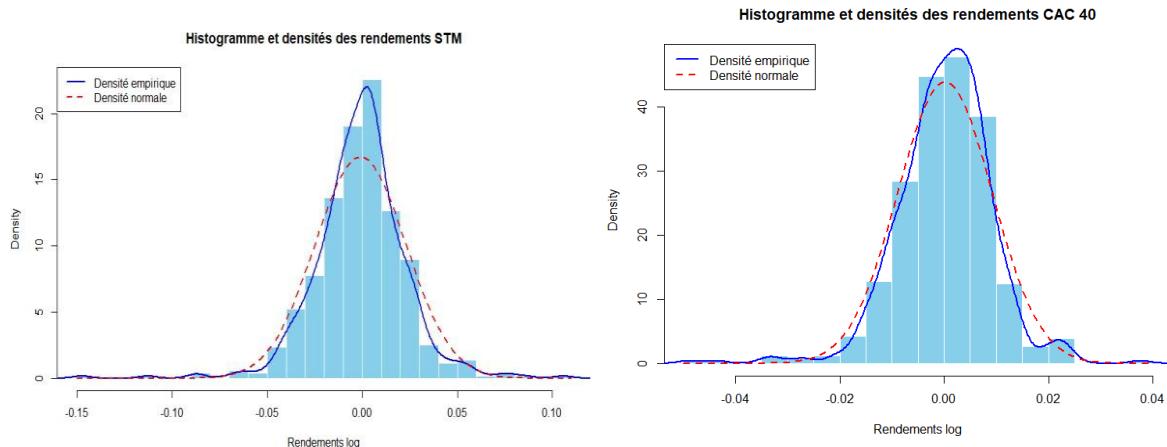
En revanche, le test de Box-Ljung appliqué aux rendements de l'indice CAC 40 donne une statistique $X^2=25.58$, $X^2 = 25.58$, $X^2=25.58$ avec 20 degrés de liberté et une p-value de 0.1801. Cette p-value, bien supérieure au seuil de 5 %, confirme que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation dans les rendements du CAC 40. Les rendements de cet indice apparaissent donc indépendants d'un point de vue linéaire.

Cette différence s'explique par la nature des séries étudiées : les indices boursiers comme le CAC 40, qui représentent un portefeuille diversifié, tendent à atténuer les effets de dépendance temporelle, tandis que les actifs individuels tels que STM peuvent présenter des dynamiques spécifiques, avec des effets de mémoire ou des réactions particulières aux informations du marché. Toutefois, l'autocorrélation peut apparaître sur le CAC 40 à des échelles de temps intra journalières très courtes (environ 20 minutes), où les effets de microstructure du marché interviennent. Il est également important de souligner que l'absence quasi totale d'autocorrélation dans les rendements ne signifie pas nécessairement que ceux-ci soient indépendants.

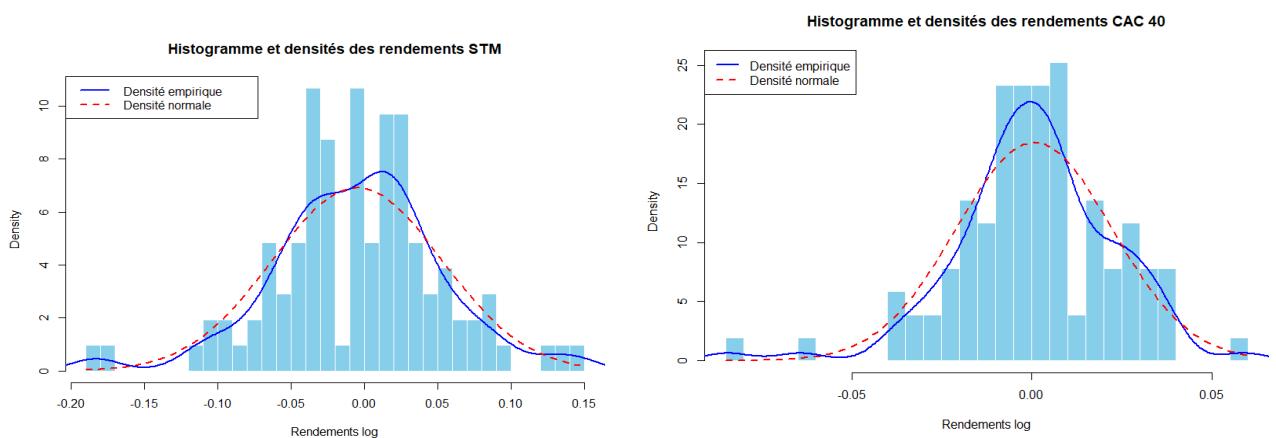
3-2) Test de nullité de la moyenne des rendements

Le test de nullité de la moyenne donne une p-value supérieure au seuil de 5 % (0.36 pour la STM et 0.74 pour le CAC 40). On ne rejette donc pas l'hypothèse nulle selon laquelle la moyenne des rendements est nulle pour les deux séries. Cela signifie qu'il n'y a pas de preuve statistique d'un rendement moyen significativement différent de zéro sur la période étudiée. Économiquement, cela suggère qu'en moyenne, les deux actifs ne procurent ni gain ni perte systématique, ce qui peut être interprété comme un comportement aléatoire des rendements, cohérent avec l'hypothèse d'un marché efficient où il est difficile de dégager des profits prévisibles. Cette absence de moyenne significative suggère que les prix des actions évoluent principalement sous l'effet des nouvelles économiques, des annonces financières et des chocs externes, plutôt qu'en suivant une tendance structurelle prévisible. Ainsi, les stratégies d'investissement basées sur la moyenne historique des rendements ne sont pas pertinentes, et l'analyse doit plutôt se concentrer sur la **volatilité conditionnelle** et les variations de risque.

3-3) Gaussien à grande échelle



Figures 13 : Histogramme de fréquence et densité empirique des rendements journaliers du STM et du CAC 40



Figures 14 : Histogramme de fréquence et densité empirique des rendements hebdomadaires du STM et du CAC 40

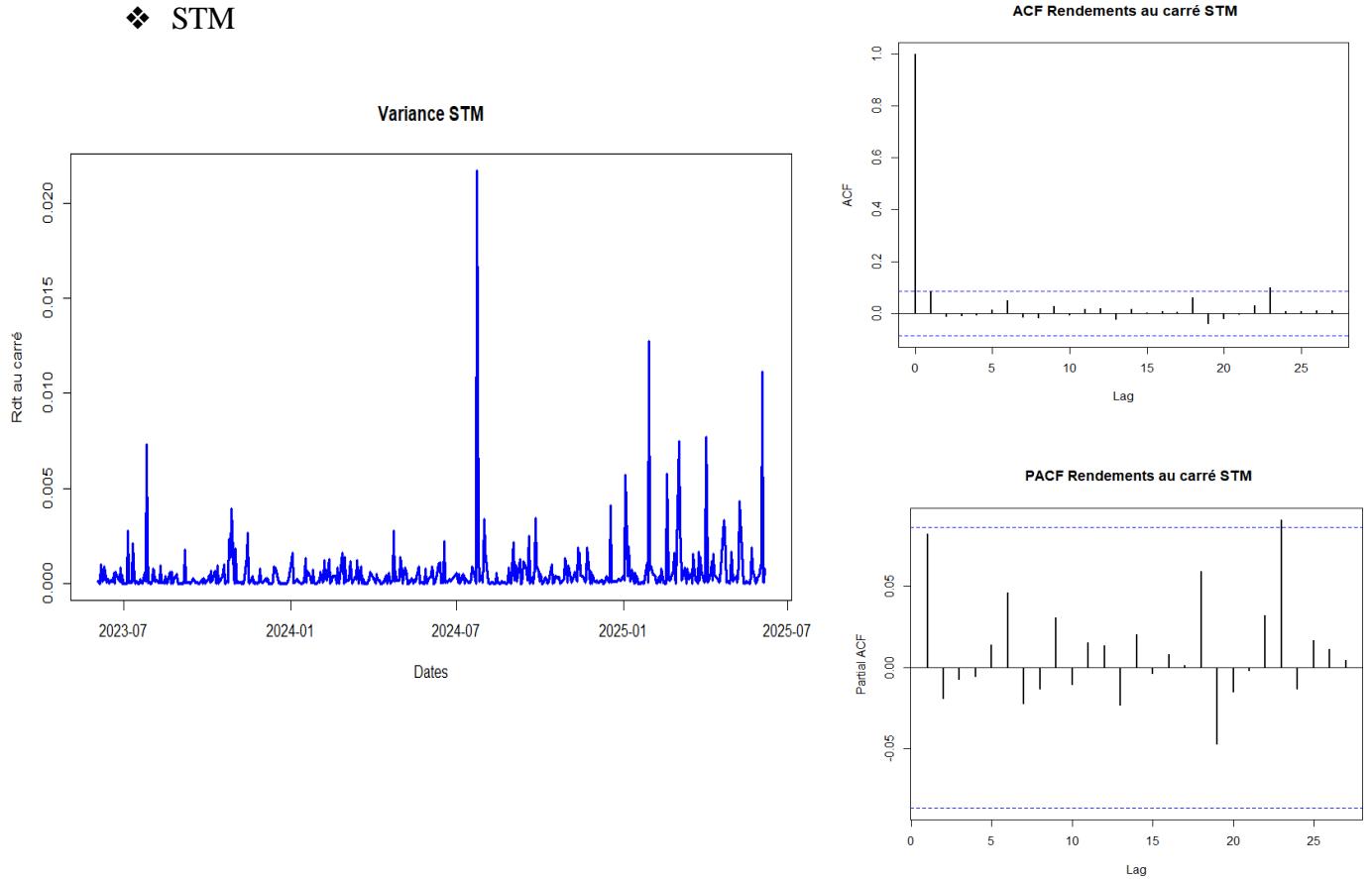
Les figures ci-dessus présentent les histogrammes et les densités empiriques des rendements journaliers et hebdomadaires de STMicroelectronics et du CAC 40. Visuellement, les deux distributions apparaissent globalement centrées autour de zéro, ce qui est cohérent avec les propriétés des séries de rendements.

Pour valider la normalité des rendements, nous avons appliqué le test de Jarque-Bera sur chacune des deux séries. Les résultats du test indiquent une statistique de 516,98 avec une p-value inférieure à 2.2e-16. Ce qui conduit à rejeter l'hypothèse nulle de normalité à l'échelle journalière. Cela signifie que **la distribution des rendements ne suit pas une loi normale à cette échelle**. Par ailleurs, pour l'échantillon hebdomadaire, le test de Jarque-Bera sur les rendements de STM donne une p-value de 0,058, proche du seuil de 5 %, ce qui ne permet pas de rejeter l'hypothèse de normalité. En revanche, pour le CAC 40, la p-value très faible (1,28e-05) indique un rejet clair de la normalité. Cependant, sur un échantillon mensuel du CAC 40, la p-value de 0,5458 confirme la normalité des rendements, suggérant que la normalité dépend de l'échantillon ou de la période considérée. En effet, un rendement sur k jours correspond à la somme des rendements quotidiens sur ces k jours. Lorsque l'horizon k augmente, la loi des grands nombres s'applique et la distribution des rendements sur une longue période (par exemple un mois) tend vers une loi normale. Ces résultats suggèrent que les risques de chocs importants sont sous-estimés à court terme par les modèles qui supposent une normalité des rendements, ce qui a des conséquences importantes en matière de gestion des risques et de valorisation des actifs financiers.

3.4-) Effet ARCH

Un autre fait stylisé fréquemment observé sur les séries financières est le volatility clustering (volatilité conditionnelle dépendante du temps), également appelé effet ARCH. Ce phénomène se manifeste par l'apparition de périodes de forte volatilité, souvent liées à des annonces financières majeures, précédées de périodes relativement stables. Ainsi, la volatilité n'est pas constante dans le temps : elle se regroupe par phases d'intensité élevée. Cette dynamique suggère que les chocs de volatilité ne sont pas aléatoires, mais tendent à se concentrer dans certaines périodes, traduisant une mémoire dans le processus de volatilité. Pour vérifier la présence de l'effet ARCH au niveau des rendements, nous avons utilisé les fonctions d'autocorrélation (ACF) et d'autocorrélation partielle (PACF) des carrés des rendements puis fait le test de nullité de l'effet ARCH. Cette analyse permet d'évaluer la **persistent de la volatilité** et de déterminer si les périodes de forte variabilité **présentent une dépendance temporelle**.

❖ STM



Figures 15 : Volatilité, ACF, PACF du carré des rendements du STM

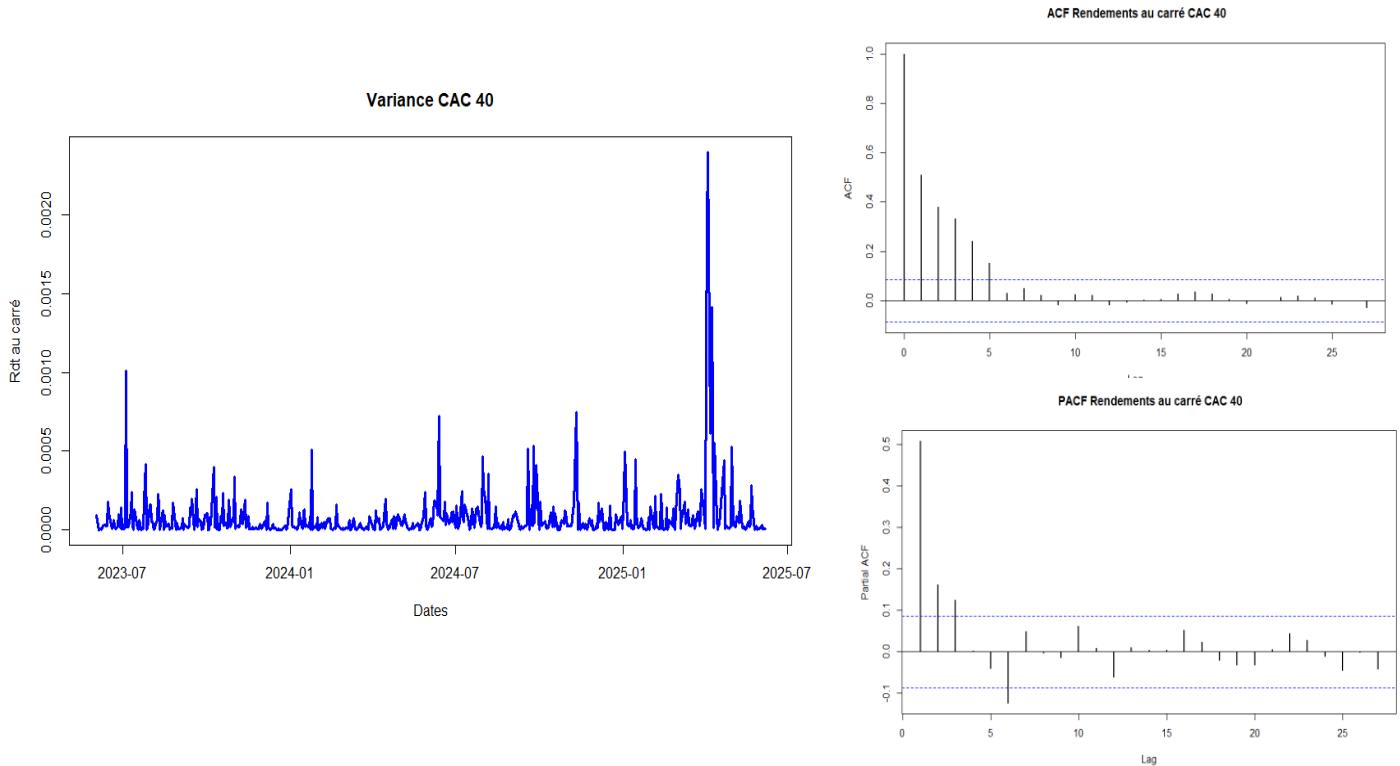
La figure 15 ci-dessus illustre la volatilité des rendements de STM. On remarque des pics significatifs regroupés sur les périodes d'annonces identifiées dans la mise en contexte économique des rendements (publications de résultats, augmentation des tarifs douaniers). Par ailleurs, l'ACF des carrés des rendements révèle un pic quasi significatif à l'ordre 1, suggérant une dépendance temporelle modérée de la volatilité puisque les autocorrélations aux lags suivants restent faibles et proches de zéro (présence d'effet ARCH faible). Le PACF quant à lui révèle que les **autocorrélations partielles sont globalement faibles et restent majoritairement à l'intérieur des bandes de confiance**, suggérant une **faible persistance de la dépendance temporelle de la volatilité si elle existe**. Ces observations suggèrent que les fluctuations futures de STM sont peut-être influencées par ses variations passées, rendant la volatilité prévisible dans une certaine mesure mais sans mémoire excessive des chocs passés. Autrement dit, bien que des épisodes de forte volatilité existent, **leur influence se dissipe rapidement**, sans créer un effet prolongé.

Afin d'approfondir nos analyses précédentes, nous avons réalisé un test ARCH pour vérifier l'hypothèse de présence de volatilité conditionnelle. Les résultats montrent une p-value de 1, ce qui implique que l'hypothèse nulle d'absence d'effets ARCH ne peut être rejetée. Cette absence d'effets persiste même après avoir divisé la série en deux sous-périodes : les p-values très élevées (0,9999 et 1) confirment l'absence de significativité des effets ARCH, même sur des intervalles de temps plus courts. Les faibles valeurs des statistiques de test viennent

renforcer ce constat. Ces résultats suggèrent que la volatilité des rendements de STM n'est pas conditionnée de manière significative par ses valeurs passées.

L'ensemble des éléments (ACF, PACF et test ARCH) convergent vers l'absence d'un effet ARCH significatif sur la série des rendements de STM. La volatilité ne semble pas dépendre de manière substantielle de ses valeurs passées. Toutefois, par souci de rigueur méthodologique, nous appliquerons un modèle GARCH et examinerons la significativité de ses paramètres afin de valider ou non ce diagnostic.

❖ CAC 40



Figures 16 : Volatilité, ACF, PACF du carré des rendements du CAC 40

Tout comme observé pour l'action STM, l'indice CAC 40 présente également des pics de volatilité ponctuels autour des périodes d'annonces. Toutefois, ces fluctuations apparaissent plus marquées, ce qui est caractéristique des indices boursiers, souvent sensibles aux annonces macroéconomiques, aux décisions de politique monétaire ou encore aux tensions géopolitiques, autant de facteurs influençant directement la confiance des investisseurs.

L'analyse de l'autocorrélation des carrés des rendements (ACF) révèle un pic important au premier retard, suivi d'une décroissance progressive mais significative jusqu'au lag 6 environ. Cela traduit une dépendance temporelle marquée de la variance conditionnelle, typique d'un effet ARCH. Cette dynamique suggère que les périodes de forte et de faible volatilité tendent à se regrouper, illustrant clairement un phénomène de *volatility clustering*. Contrairement à l'action STM, cet effet est ici nettement plus prononcé, ce qui peut s'expliquer par la nature agrégée du CAC 40. En tant qu'indice de marché, il réagit aux chocs systémiques affectant l'ensemble des valeurs qu'il regroupe, contrairement à une action individuelle comme STM, dont la volatilité est souvent liée à des événements idiosyncratiques, plus ponctuels et moins persistants.

Par ailleurs, l'analyse du PACF (autocorrélation partielle des carrés des rendements) révèle une structure claire de dépendance conditionnelle. Une autocorrélation significative au premier lag, suivie de valeurs modérément significatives jusqu'au lag 3, avant un retour dans les bandes de confiance, indique une influence immédiate mais non durable des chocs passés sur la volatilité actuelle. Cela confirme la présence d'un effet GARCH à court terme.

Enfin, les résultats du test ARCH LM appliqué aux carrés des rendements viennent confirmer cette conclusion : une statistique de test élevée ($\text{Chi}^2 = 166,05$) et une p-value extrêmement faible ($< 2.2e-16$) permettent de rejeter l'hypothèse nulle d'absence d'effet ARCH. L'ensemble de ces éléments (ACF, PACF et test LM) converge vers le diagnostic d'une variance conditionnelle significativement dépendante du passé. Ainsi, le recours à un modèle GARCH pour modéliser la volatilité des rendements du CAC 40 se justifie pleinement.

4) Estimation du modèle MEDAF

4-1) Fondement théorique, interprétations et utilité

Sharpe (1964) a développé les implications d'un marché où tous les investisseurs partagent les mêmes objectifs et la même information. C'est la théorie du MEDAF (Modèle d'Évaluation des Actifs Financiers ou Capital Asset Pricing Model – CAPM), qui établit une relation naturelle entre le rendement espéré d'un actif et sa variance. Selon ce modèle, le rendement d'un actif financier est fonction de son risque systématique, mesuré par un coefficient de sensibilité appelé bêta. Le MEDAF constitue ainsi une base théorique puissante pour expliquer la formation des prix sur les marchés financiers et guider les choix d'investissement.

4-1-1) Fondements théoriques

L'objectif du MEDAF est d'expliquer le rendement espéré d'un actif financier à partir de son exposition au **risque de marché**. Il s'appuie sur la théorie du portefeuille de Markowitz, qui relie le risque au **niveau de variance** des rendements, et suppose que les investisseurs sont rationnels et averses au risque, disposent des mêmes anticipations, peuvent emprunter et prêter au taux sans risque. Dans sa formulation standard, le MEDAF est donné par $E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot [E(R_m) - R_f]$

Où :

- $E(R_i)$ est le **rendement espéré** (expected return) de l'actif i et dépend de la sensibilité de l'action au marché
- R_f est le **taux sans risque**,
- $E(R_m)$ est le **rendement espéré du portefeuille de marché** (ici, le CAC 40),
- β_i est la **sensibilité** de l'actif au marché, mesurée par $\beta_i = \text{Cov}(R_i, R_m) / \text{Var}(R_m)$

Cette relation linéaire est celle de la droite **de marché des titres** (*Security Market Line*), qui représente le rendement exigé par les investisseurs pour chaque niveau de risque systématique.

Comme le souligne Engle (2003) dans sa conférence Nobel, le MEDAF formalise l'idée que les investisseurs doivent équilibrer **espérance de gain** et **espérance de perte** : le rendement ne peut être compris sans mesurer le risque qui l'accompagne.

4-1-2) Interprétation des coefficients

L'estimation empirique du MEDAF repose sur une **régression linéaire simple** du type $R_i = \alpha_i + \beta_i * R_m + \varepsilon_i$ où α_i mesure une **surperformance ou sous-performance anormale** par rapport au marché et ε_i est l'erreur spécifique, supposée non corrélée au marché.

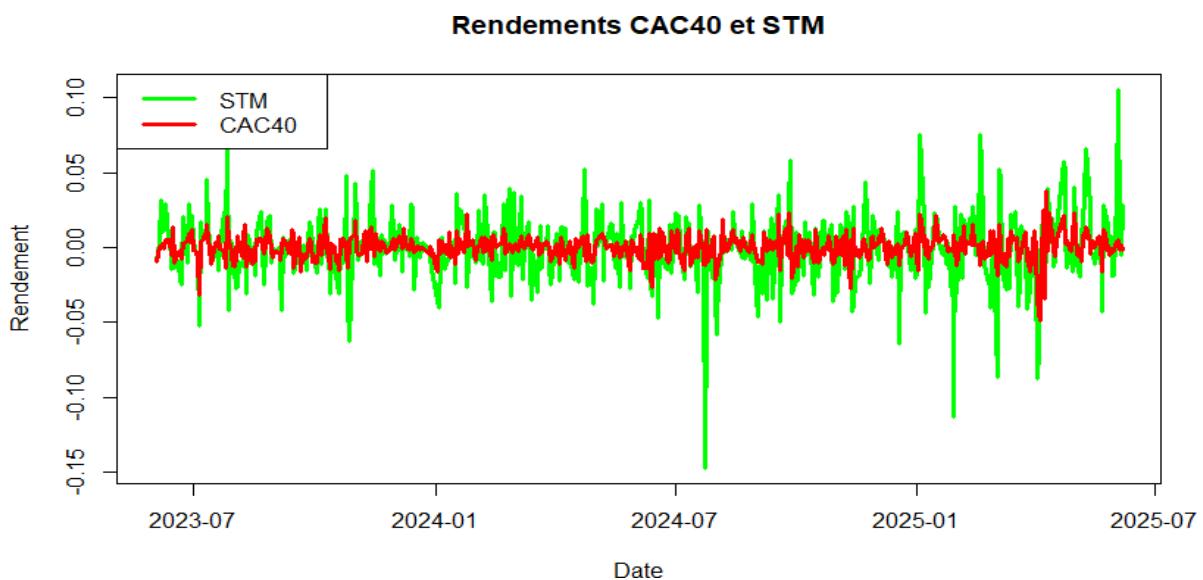
Un actif avec un bêta supérieur à 1 est plus risqué que le marché et offrira donc, en théorie, un rendement espéré plus élevé. À l'inverse, un actif moins risqué ($\beta_i < 1$) offrira un rendement espéré inférieur.

4-1-3) Utilité du MEDAF en gestion d'actifs

Le MEDAF est utilisé dans de nombreux contextes pratiques pour **évaluer la performance ajustée au risque** d'un actif ou d'un portefeuille, **comparer plusieurs titres** en fonction de leur exposition au risque de marché, **déterminer le coût du capital** dans les modèles d'investissement, et utilisé comme base d'une stratégie de **diversification optimale** par la combinaison de l'actif sans risque et le portefeuille de marché (l'investisseur construit la **frontière efficiente**). Il permet également de **décomposer la variance du rendement** d'un actif en deux composantes à travers l'équation $V(R_i) = \beta_i^2 Var(R_m) + V(\varepsilon_i)$ où $V(R_i)$ est la variance du rendement et dépend du risque systématique ($\beta_i^2 Var(R_m)$) et spécifique de l'action ($V(\varepsilon_i)$). Cette décomposition éclaire la prise de décision en gestion de portefeuille, en indiquant quelles sources de risque méritent rémunération, et lesquelles peuvent être éliminées par diversification.

4-2) Estimation du modèle MEDAF et interprétation des résultats

4-2-1) Corrélation entre l'action et l'indice



Figures 17 : Evolution conjointe des rendements du STM et du CAC 40

La figure 16 illustre l'évolution des rendements journaliers de l'action STMicroelectronics (STM) et de l'indice CAC 40. On constate que les deux séries présentent une dynamique globalement similaire, marquée par une alternance de phases de hausse et de baisse souvent synchrones, ce qui témoigne d'une corrélation positive entre les deux actifs. La corrélation

estimée à 0,5307 traduit une relation modérément positive : STM tend à évoluer dans le même sens que le marché tout en conservant une certaine indépendance dans ses variations. Cela reflète à la fois l'influence des tendances générales du marché et l'impact de facteurs spécifiques à l'entreprise.

En vue de mieux approfondir cette analyse, il s'agira dans la suite de notre étude à estimer le coefficient **β (bêta)** dans le cadre du **Modèle d'Évaluation des Actifs Financiers (MEDAF)** qui permettra de mesurer plus précisément la **sensibilité de STM aux variations du CAC 40**, et d'affiner les implications sur les **stratégies d'investissement, la gestion du risque** et la prise de décision des investisseurs.

4-2-2) Estimation du modèle MEDAF

Le modèle d'évaluation des actifs financiers (MEDAF) a été estimé sur la base des **rendements journaliers** de l'action **STMicroelectronics (STM)** et de l'indice **CAC 40**, via une régression linéaire simple de la forme $R_{STM} = \alpha + \beta \cdot R_{CAC40} + \varepsilon$. Cette estimation met en évidence deux paramètres essentiels : **α (alpha)** et **β (bêta)**, qui permettent de comprendre la relation entre STM et le **CAC 40**.

Variable	Estimation	Interprétation
Alpha (α)	-0.0011387	Rendement ajusté non significatif, STM ne génère pas de surperformance indépendante du marché.
p-value de α	0.203	Absence de significativité statistique, STM suit entièrement les variations du CAC 40.
Bêta (β)	1.3937	STM est plus volatile que le CAC 40, amplifiant ses variations.
p-value du β	< 2e-16	Relation statistiquement très significative avec le marché.
R ² ajusté	0.2802	28 % de la variance de STM expliquée par le CAC 40, le reste est spécifique à l'entreprise.
Résidu standard	0.02024	Écart modéré entre les rendements prévus et observés, validant la fiabilité du modèle.

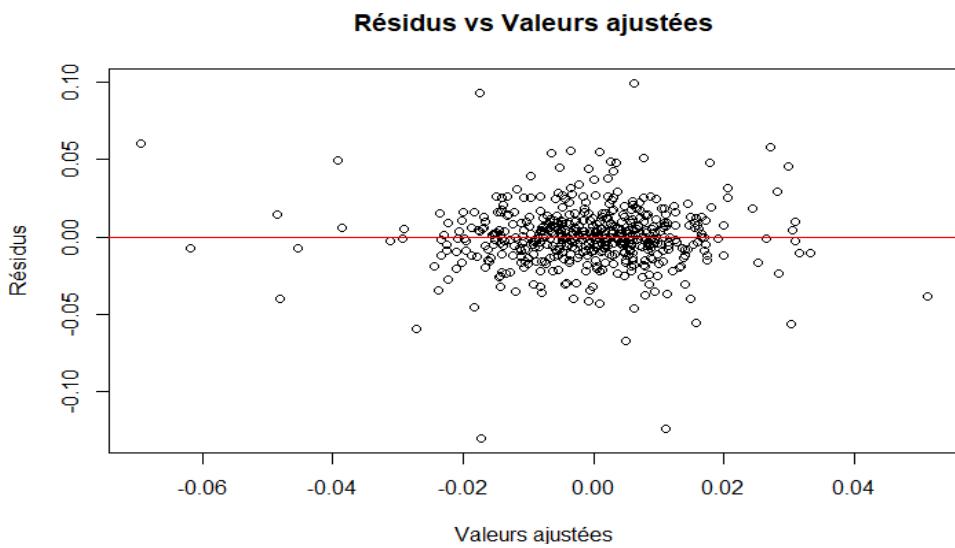
Tableau 3 : Résumé des résultats du modèle MEDAF entre STM et le CAC 40

Le coefficient **α (alpha)**, estimé à **-0,0011387** avec une **p-value de 0,203**, n'est pas statistiquement significatif. Sa performance est entièrement expliquée par les variations du CAC 40. En revanche, le coefficient **β (bêta)**, estimé à **1,3937** avec une **p-value inférieure à 2e-16**, est **hautement significatif**. Cela indique que **STM est 39,37 % plus volatile que le marché** : une variation de 1 % du CAC 40 entraîne en moyenne une variation de 1,3937 % du rendement de STM.

Sur le plan financier, ce profil implique **un niveau de risque élevé**, potentiellement intéressant pour des stratégies dynamiques, mais exposé aux chocs. D'un point de vue économique et géopolitique, **l'absence de surperformance (α non significatif)** reflète **l'influence des tensions internationales** (ex. : guerre commerciale sino-américaine), de **la politique monétaire de la BCE**, et des **fluctuations du marché technologique mondial** sur la rentabilité de STM.

4-2-3) Analyse des résidus du modèle MEDAF

L'évaluation de la qualité d'un modèle de régression passe par une étude attentive de ses **résidus**. Ainsi, l'analyse des **résidus du modèle MEDAF** est un élément fondamental pour vérifier la robustesse et la fiabilité des résultats obtenus. Le graphique ci-dessous met en évidence la **distribution des erreurs de prédiction** du modèle et permet d'examiner **visuellement** si les hypothèses de régression linéaire sont respectées notamment la normalité, l'homoscédasticité, et l'indépendance des résidus.



Figures 18 : Résidus Vs Valeurs ajustées

L'examen des résidus du modèle MEDAF révèle une répartition homogène autour de zéro ainsi qu'une variance stable à priori des erreurs. Toutefois, ce sont les tests statistiques sur ces résidus qui permettront de confirmer la fiabilité des estimations obtenues.

- Autocorrélation des résidus du modèle MEDAF

Le graphique ACF des résidus permet d'analyser l'**autocorrélation des erreurs** et de vérifier si l'hypothèse d'**indépendance des résidus** est respectée. Cela est essentiel pour assurer la validité du modèle de régression et éviter des biais pouvant compromettre l'interprétation des résultats.

Series capm\$residuals

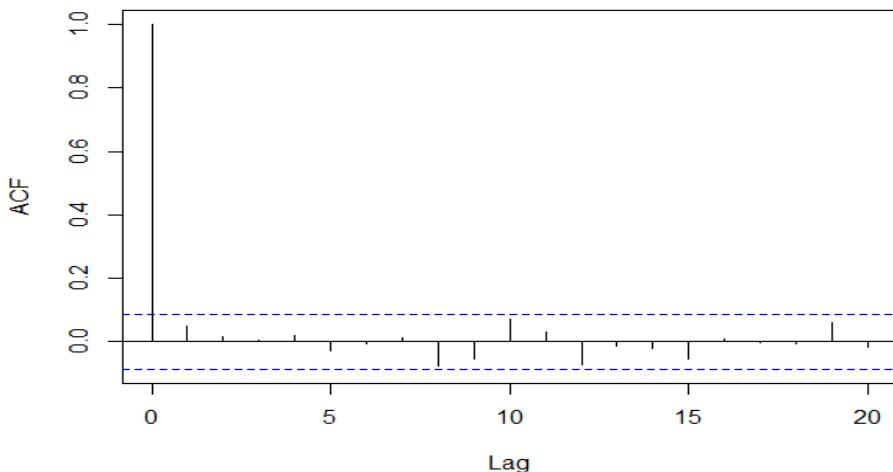


Figure 19 : ACF résidus MEDAF

L'analyse de l'autocorrélation des résidus du modèle MEDAF montre une absence de dépendance temporelle significative. La majorité des corrélations restent faibles et à l'intérieur des intervalles de confiance, validant l'hypothèse d'indépendance des erreurs. Ce résultat renforce la robustesse des estimations et confirme que les variations des rendements de STM sont correctement expliquées par le CAC 40 sans biais lié aux erreurs de prédiction.

- Analyse de la corrélation partielle des résidus du modèle MEDAF

Le graphique PACF des résidus permet d'analyser les **corrélations partielles** entre les erreurs de prédiction du modèle et leurs valeurs passées. Cela est fondamental pour vérifier si des effets retardés persistent dans les rendements de **STMicroelectronics (STM)** et évaluer la pertinence du modèle utilisé.

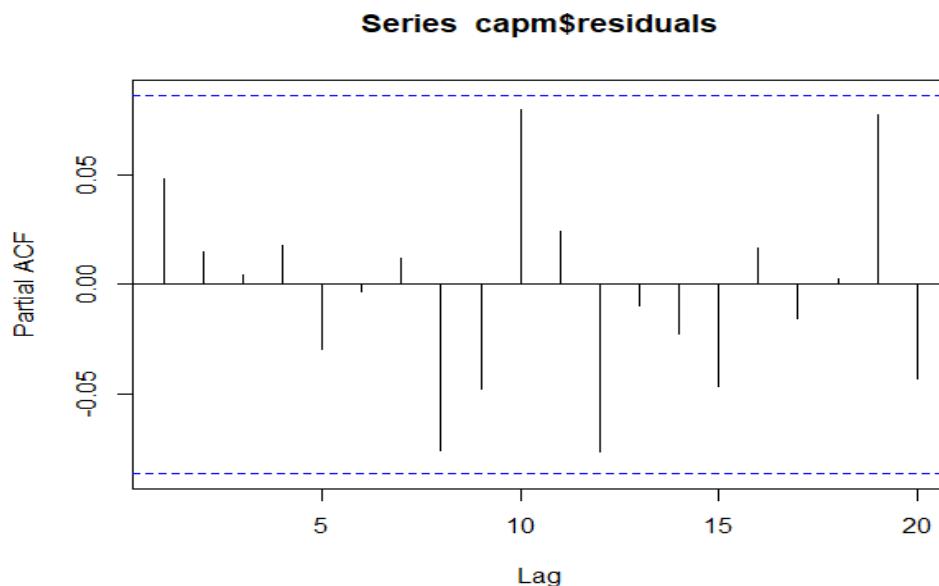


Figure 20 : PACF résidus MEDAF

Le graphique PACF des résidus du modèle MEDAF révèle une autocorrélation partielle non significative, suggérant une mémoire courte des erreurs. Les lags suivants restent majoritairement dans les bandes de confiance, validant l'indépendance des erreurs et confirmant que les rendements de STM sont principalement influencés par des chocs instantanés du marché. Ce résultat renforce la pertinence du modèle et suggère que les fluctuations de STM suivent le CAC 40 sans persistance marquée dans les erreurs de prédiction.

- Test statistiques

Pour approfondir nos analyses, les tests sur les résidus du modèle MEDAF ont été effectué et les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Test	Statistique	p-value	Interprétation
Test de normalité (Jarque-Bera)	$X^2 = 1298.7$	$< 2.2e-16$	Rejet de l'hypothèse de normalité, les résidus ne suivent pas une distribution normale.
Test d'autocorrélation (Durbin-Watson)	DW = 1.9346	0.2309	Aucune autocorrélation significative détectée, les résidus semblent indépendants dans le temps.
Test d'hétérosécédasticité (Breusch-Pagan)	BP = 0.26425	0.6072	Aucune hétérosécédasticité détectée, la variance des résidus semble constante.
Test d'indépendance (Runs Test)	Stat = -0.53505	0.5926	Les résidus semblent aléatoires, aucune structure de non-indépendance détectée.

L'analyse des résidus du **modèle MEDAF** révèle plusieurs éléments clés. Tout d'abord, le **test de Jarque-Bera** montre que les résidus **ne suivent pas une distribution normale** ($p < 2.2e-16$), ce qui pourrait nécessiter une transformation des données ou une meilleure spécification du modèle. En revanche, le **test de Durbin-Watson** indique qu'il **n'existe pas**

d'autocorrélation significative ($p = 0.2309$), ce qui est conforme aux hypothèses du modèle MEDAF concernant l'indépendance des erreurs. Enfin, le **test de Runs** ($p = 0.5926$) suggère que les résidus sont aléatoires, ce qui est un bon indicateur pour la validité du modèle. Aussi, le **test de Breusch-Pagan**, avec une p-value élevée (0.6072), n'a pas révélé de signe d'hétéroscléasticité, ce qui suggère une variance constante. Malgré cela, nous avons estimé un modèle GARCH (1,1) afin d'examiner plus précisément la dynamique de la volatilité des rendements de l'actif.

5) Bilan de la volatilité de l'action STM et du portefeuille de marché CAC 40

5-1) Bilan de la volatilité du STM

Le modèle ajusté met en évidence une structure de volatilité dominée par la composante persistante. En effet, le paramètre ω , représentant la variance de base à une estimation très faible et une p-value élevée (0,2617), indiquant qu'il n'est pas statistiquement significatif. Aussi, le paramètre μ , représentant la moyenne des rendements, n'est pas significatif (vu au niveau des faits stylisés). En revanche, les coefficients $\alpha_1=0,0081$ et surtout $\beta_1=0,9909$ sont **extrêmement significatifs** ($p\text{-values} < 0,0001$), suggérant une volatilité **hautement persistante**. La somme $\alpha_1+\beta_1 \approx 0,999$, très proche de 1, révèle une quasi-non-stationnarité de la variance : les chocs sur la volatilité mettent beaucoup de temps à se dissiper. Le **log-vraisemblance** du modèle est de **1196,63**, légèrement plus faible que celui du CAC 40, ce qui est cohérent avec une volatilité plus difficile à modéliser pour STM. Les critères d'information ($AIC = -4,6445$; $BIC = -4,6197$) indiquent néanmoins un **ajustement satisfaisant** au vu de la simplicité du modèle

Paramètres	Estimation	t-value	$P(> t)$
Mu	-0.001046	-1.53053	0.30276
Oméga	0.0000001	1.1224	0.2617
Alpha	0.008073	6.0500	0.0000
Bêta	0.990927	838,2886	0.0000

Tableau 5 : Paramètres estimés du modèle GARCH sur STM

Les résidus standardisés et leurs carrés ne montrent aucune autocorrélation résiduelle, comme l'indiquent les p-values élevées des tests de Ljung-Box. De même, les tests ARCH LM confirment que le modèle capture efficacement l'hétéroscléasticité conditionnelle. Le test de Sign Bias (incluant les chocs positifs et négatifs) ne met en évidence aucune asymétrie significative, ce qui renforce la validité du modèle symétrique utilisé.

Cependant, plusieurs signaux appellent à la prudence :

- Le test de stabilité de Nyblom affiche une statistique conjointe extrêmement élevée (127,46), bien au-delà des seuils critiques, ce qui suggère une instabilité forte des paramètres au fil du temps. Cela pourrait refléter une évolution structurelle dans le comportement de la volatilité de l'action STM.

- Le test d'ajustement global de Pearson révèle un mauvais ajustement pour tous les regroupements (groupes de 20 à 50 observations) avec des p-values < 5 %. Cela suggère que certaines caractéristiques fines de la distribution ne sont pas bien modélisées par une loi normale classique.

Test	p-value	Conclusion
Ljung-Box (résidus standardisés)	0.20–0.60	Pas d'autocorrélation résiduelle
Ljung-Box (résidus ²)	> 0.31	Pas d'ARCH résiduel
ARCH LM (lags 3, 5, 7)	> 0.81	Hétéroscléasticité bien capturée
Sign Bias (joint)	0.7246	Pas d'asymétrie significative
Test de stabilité Nyblom	127.46	Forte instabilité des paramètres
Pearson GoF (groupes 20 à 50)	< 0.05	Mauvais ajustement global (non normalité)

Tableau 6 : Résultats tests GARCH sur STM

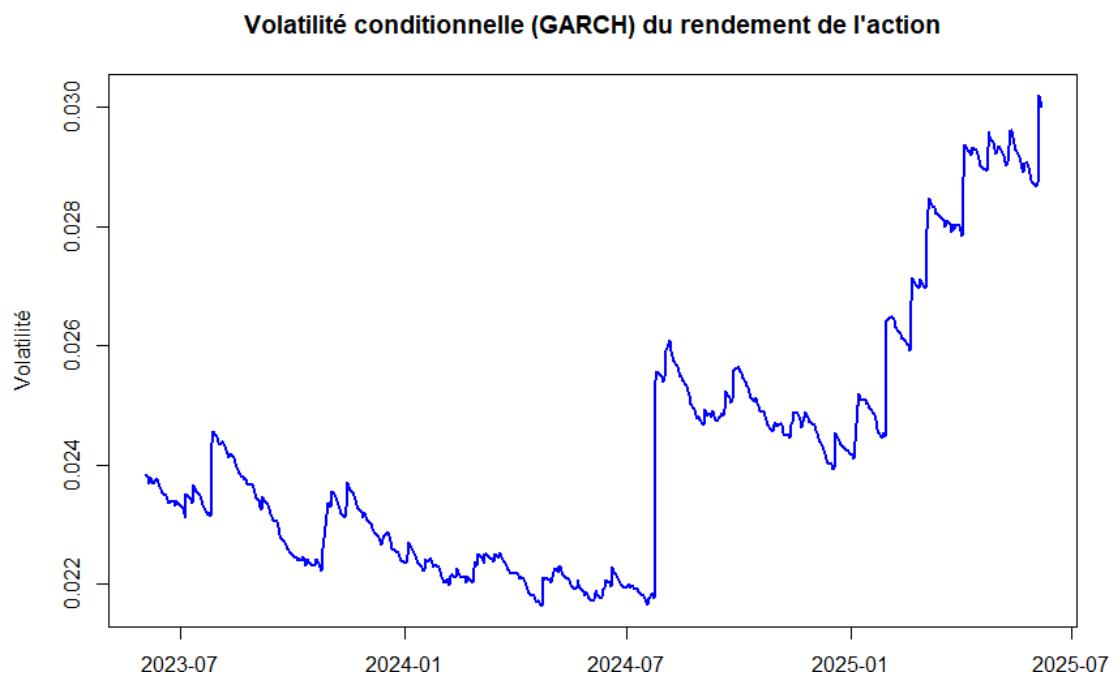


Figure 21 : Volatilité GARCH sur STM

En somme, le modèle GARCH (1,1) pour STM est statistiquement solide sur les paramètres principaux, mais il révèle une dynamique de volatilité extrêmement persistante et une instabilité dans le temps.

5-2 Bilan de la volatilité du CAC 40

Le modèle GARCH (1,1) ajusté présente des paramètres tous significatifs aux seuils standards. Le coefficient constant ω est positif et significatif ($p\text{-value} = 0,00298$), ce qui indique une variance de base non nulle. Les paramètres $\alpha_1=0,1829$ et $\beta_1=0,6100$, tous deux fortement significatifs, confirment la présence d'un effet ARCH (impact des chocs passés) et GARCH (persistance de la volatilité) dans la série des rendements du CAC 40. La somme $\alpha_1+\beta_1\approx0,79$ est inférieure à 1, ce qui implique que la variance conditionnelle est stationnaire et que les effets de volatilité finissent par s'estomper dans le temps. Le **log de vraisemblance** atteint **1728,437**, ce qui témoigne d'un ajustement très satisfaisant du modèle aux données observées. Un log-vraisemblance élevé, combiné à des critères d'information comme l'AIC (-6,7138) et le BIC (-6,6890), suggère une très bonne qualité d'ajustement et l'absence de sur-paramétrisation.

Élément	Estimation	t-value	p-value
ω (omega)	0.000016	2.9702	0.00298
α_1 (alpha1)	0.182902	19.1417	< 0.00001
β_1 (beta1)	0.609987	9.5028	< 0.00001
Log-vraisemblance	1728.437	—	—
Critère d'AIC	-6.7138	—	—
Critère de BIC	-6.6890	—	—

Tableau 7 : Paramètres estimés du modèle GARCH sur CAC 40

Du côté des diagnostics, les tests de Ljung-Box appliqués aux résidus standardisés et à leurs carrés affichent des p-values nettement supérieures à 0,05, ce qui confirme l'absence d'autocorrélation résiduelle dans les rendements comme dans leur volatilité. De plus, les tests ARCH LM montrent que les effets d'hétéroscédasticité conditionnelle résiduelle ont été efficacement capturés par le modèle, avec des p-values très élevées ($> 0,61$). Le test de **Sign Bias**, bien qu'il suggère une légère asymétrie dans les réactions aux chocs négatifs ($p\text{-value} = 0,068$), reste globalement non significatif au seuil de 5 %, ce qui ne remet pas en cause la symétrie de la dynamique conditionnelle de la variance. En revanche, le **test de stabilité de Nyblom** révèle une instabilité potentielle des paramètres dans le temps (statistique conjointe largement supérieure au seuil critique), ce qui invite à la prudence quant à la robustesse du modèle si utilisé sur des périodes futures. Enfin, le test de l'ajustement global de Pearson indique une bonne adéquation entre les valeurs observées et le modèle, avec des p-values toutes supérieures à 0,4.

Test	p-value	Conclusion
Ljung-Box (résidus standardisés)	> 0.95	Pas de corrélation résiduelle
Ljung-Box (résidus ²)	> 0.33	Pas d'hétéroscléasticité résiduelle
ARCH LM (lags 3, 5, 7)	> 0.61	Pas d'effet ARCH résiduel
Sign Bias (positif, négatif, joint)	≈ 0.056	Légère asymétrie négative
Nyblom (stabilité)	Très élevé	Problème de stabilité possible
Pearson GoF (groupes 20 à 50)	> 0.4	Bon ajustement global

Tableau 8 : Résultats tests GARCH sur CAC 40

En ce qui concerne la figure ci-dessous, l'apparition de **pics de volatilité** pourrait être liée à des événements économiques majeurs, justifiant une investigation sur les annonces macroéconomiques et les réactions du marché durant ces périodes critiques. La volatilité modérée en dehors de ces chocs suggère que le marché du CAC 40 suit une dynamique relativement contrôlée, avec des fluctuations typiques d'un indice boursier sensible aux conditions économiques globales. La structure observée confirme **l'hétéroscléasticité conditionnelle**, renforçant l'utilité du modèle GARCH pour anticiper les variations futures. En somme, l'analyse de la **volatilité du CAC 40** a montré une **persistance modérée**, avec des chocs ponctuels influençant la dynamique du marché. Le modèle **GARCH (1,1)** s'est révélé pertinent, captant la structure conditionnelle des variations sans effets ARCH résiduels significatifs. Les tests de diagnostic ont confirmé que le modèle ajusté fonctionne bien, mais une légère asymétrie dans la réponse aux chocs négatifs pourrait justifier une extension vers un modèle **EGARCH ou TGARCH**.

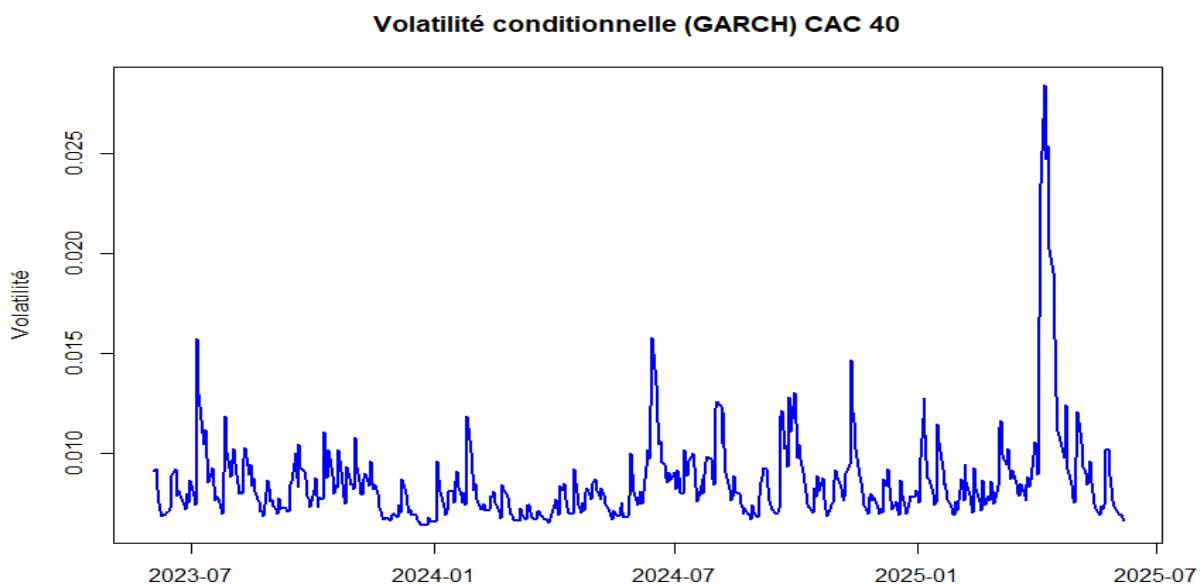


Figure 22 : Volatilité GARCH sur CAC 40

6. Prévisions

Nous avons effectué des prévisions sur le rendement et la volatilité de l'action STM et de l'indice CAC 40 portant sur une période de 25 jours.

❖ STM

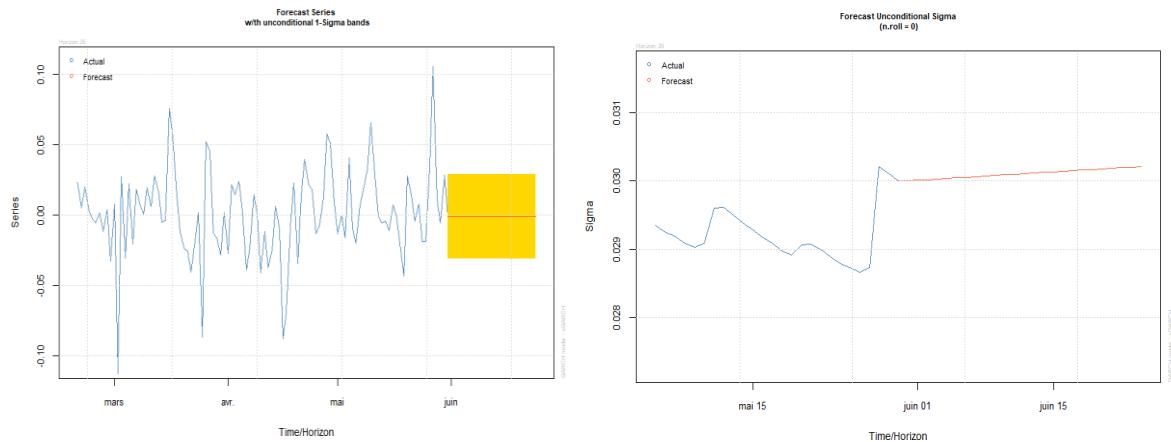


Figure 23 : Prévision rendement et volatilité de STM

Les prévisions effectuées sur STM mettent en évidence une dynamique assez contrastée entre le comportement anticipé des rendements et celui de la volatilité. Le graphique des rendements prévoit une trajectoire relativement stable autour de zéro, sans tendance nette à la hausse ou à la baisse. Cela suggère que le modèle ne détecte pas de force directionnelle marquée dans les performances futures de l'actif. Néanmoins, la bande d'intervalle de confiance (± 1 écart-type), représentée en jaune, s'élargit progressivement, ce qui reflète une incertitude croissante au fil du temps. En contraste, le graphique de la volatilité prévue à l'aide du modèle GARCH (1,1) indique une légère montée de l'écart-type conditionnel après la période d'estimation. Cette hausse graduelle signifie que le modèle anticipe une intensification modérée du risque sur le titre STM dans les semaines à venir. Autrement dit, même si les rendements moyens attendus demeurent quasi neutres, le modèle projette une augmentation de la variabilité potentielle autour de ces rendements.

❖ CAC 40

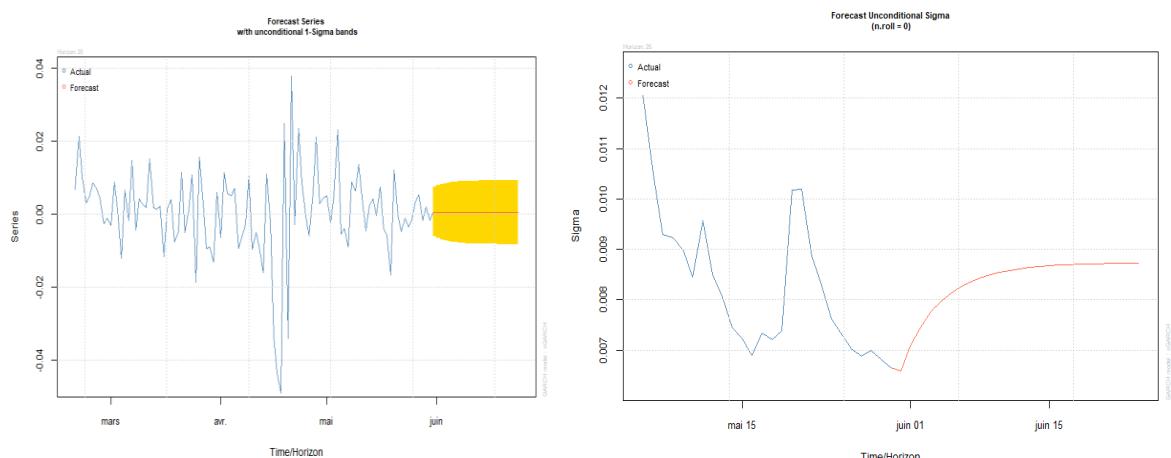


Figure 24 : Prévision rendement et volatilité du CAC 40

Les prévisions de rendement du CAC 40 montrent une dynamique globalement neutre, similaire à celle de STM. Le modèle anticipe un comportement légèrement oscillant autour de zéro, sans orientation haussière ou baissière marquée. La bande de confiance à 95 % (zone jaune) s'élargit avec le temps, ce qui traduit une augmentation progressive de l'incertitude, naturelle à mesure que l'horizon de prévision s'étend. Cette stabilité apparente du rendement attendu indique que le marché n'intègre pas, dans l'état actuel des données, d'anticipation de choc directionnel majeur à court terme. Du côté de la volatilité, le graphique montre une dynamique différente de celle de la STM. La volatilité conditionnelle du CAC 40, après une phase relativement stable, présente une **hausse progressive mais modérée** sur l'horizon des 25 jours. Toutefois, cette montée est **moins marquée** que celle observée pour STM. La volatilité reste contenue dans une fourchette assez étroite, passant d'environ 0,08 à 0,10, ce qui traduit une **incertitude maîtrisée** sur l'évolution des rendements de l'indice. Cela peut refléter une **plus grande stabilité macro-financière** du CAC 40 par rapport à un titre individuel comme STM, souvent plus sensible aux annonces spécifiques à l'entreprise.

Conclusion

A la lumière de notre étude, nous avons pu, à travers ce projet analyser les rendements et la volatilité du titre STM et de l'indice CAC 40 à l'aide du modèle MEDAF et de modèles GARCH (1,1). Le MEDAF a montré une structure fiable, sans hétéroscédasticité ni autocorrélation des résidus, et a fourni des prévisions de rendements stables, proches de zéro pour les deux actifs.

Les modèles GARCH ont révélé des profils de volatilité différents : le CAC 40 présente une volatilité modérée et stable, tandis que STM montre une volatilité beaucoup plus persistante et instable. Les prévisions sur 25 jours ont confirmé cette dynamique : des rendements moyens neutres, mais une volatilité anticipée en hausse, surtout pour STM.

En somme, l'étude met en évidence une décorrélation entre performance attendue et risque anticipé, justifiant l'intérêt de combiner des approches fondamentales et conditionnelles pour mieux comprendre les marchés financiers. Des extensions sont possibles, comme tester des modèles asymétriques ou simuler des scénarios extrêmes.