

Master 1 - Économétrie et Statistiques, parcours Économétrie Appliquée  
Évaluation des actifs financiers

## Analyse annuelle de dix titres financiers

Dossier réalisé par :  
QUINTIN DE KERCADIO Pierre  
CROCHET Florian

Année universitaire 2024 - 2025



# **Sommaire**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I - Introduction</b>  | <b>3</b>  |
| <b>II - Présentation générale des titres</b>   | <b>5</b>  |
| <b>III - Calcul des rendements, statistiques usuelles et performances des titres</b> | <b>25</b> |
| <b>IV - Théorie moderne du portefeuille</b>  | <b>43</b> |
| <b>V - Conclusion</b>  | <b>50</b> |
| <b>VI - Bibliographie</b>  | <b>51</b> |
| <b>VII - Table des matières</b>  | <b>52</b> |

# **I - Introduction**

L'introduction en bourse des clubs de football marque une étape stratégique majeure pour ces institutions sportives. Elle ouvre avant tout des opportunités financières importantes, permettant de lever des fonds essentiels pour moderniser les infrastructures, recruter des talents et soutenir le développement global du club. En devenant des sociétés cotées, les clubs s'engagent également à une transparence financière accrue, renforçant ainsi la confiance des investisseurs et des supporters. Cependant, cette transformation n'est pas sans défis. Les performances sportives, directement liées à l'image et à la valeur du club, influencent fortement le cours des actions, exposant ces derniers aux fluctuations des marchés financiers. De plus, les dirigeants doivent jongler entre la passion des supporters, qui souhaitent avant tout des victoires sur le terrain, et les attentes des actionnaires, souvent focalisés sur la rentabilité. Cette dualité illustre les complexités et les enjeux de l'introduction en bourse dans le monde du football.

Les clubs de football génèrent des revenus à travers différentes sources qui exploitent leur popularité mondiale et leur performance sportive. Tout d'abord, les droits de retransmission télévisée constituent une part importante des recettes, avec des contrats lucratifs pour la diffusion des matchs, en particulier dans des compétitions prestigieuses comme la Ligue des Champions ou les championnats nationaux. Ensuite, la billetterie est une source essentielle, les supporters payant pour assister aux matchs dans les stades, ce qui est amplifié par la vente d'abonnements saisonniers. Les contrats de sponsoring et partenariats commerciaux apportent également des revenus significatifs, les marques étant prêtes à investir pour apparaître sur les maillots, les panneaux publicitaires ou dans les campagnes numériques des clubs. De plus, le merchandising, incluant la vente de maillots, écharpes, et autres produits dérivés, contribue fortement aux recettes, notamment grâce à une base de fans internationale. Enfin, les clubs réalisent des bénéfices importants grâce aux transferts de joueurs, en formant et en vendant des talents pour des montants parfois astronomiques.

Ces différentes sources combinées permettent aux clubs de financer leurs activités, de recruter de nouveaux joueurs et de moderniser leurs infrastructures pour rester compétitifs sur la scène nationale et internationale.

Le projet met l'accent sur 9 clubs de football et 1 crypto-monnaie qui sont les suivants, Juventus Football Club S.p.A. (JUVE.MI), S.S. Lazio S.p.A. (SSL.MI), Olympique Lyonnais Groupe (XXT.SG), Celtic plc (CCP.L), Borussia Dortmund GmbH & Co KGaA (BVB.MU), Sporting Clube de Portugal - Futebol, SAD (SCP.LS), Aalborg Boldspilklub A/S (AAB.CO), Galatasaray Sportif Sınai ve Ticari Yatirimlar A.S. (GSRAY.IS), AFC Ajax NV (AJAX.AS) et Solana USD (SOL-USD).

Dans un premier temps, nous analyserons chaque titre de manière générale afin de mieux comprendre leurs caractéristiques spécifiques. Ensuite, nous procéderons aux calculs des rendements, des statistiques descriptives usuelles et des performances des fonds. Par la suite, nous explorerons la théorie moderne du portefeuille, en mettant en lumière les concepts clés et leurs applications. Enfin, nous conclurons en synthétisant les résultats et les enseignements majeurs de cette étude.

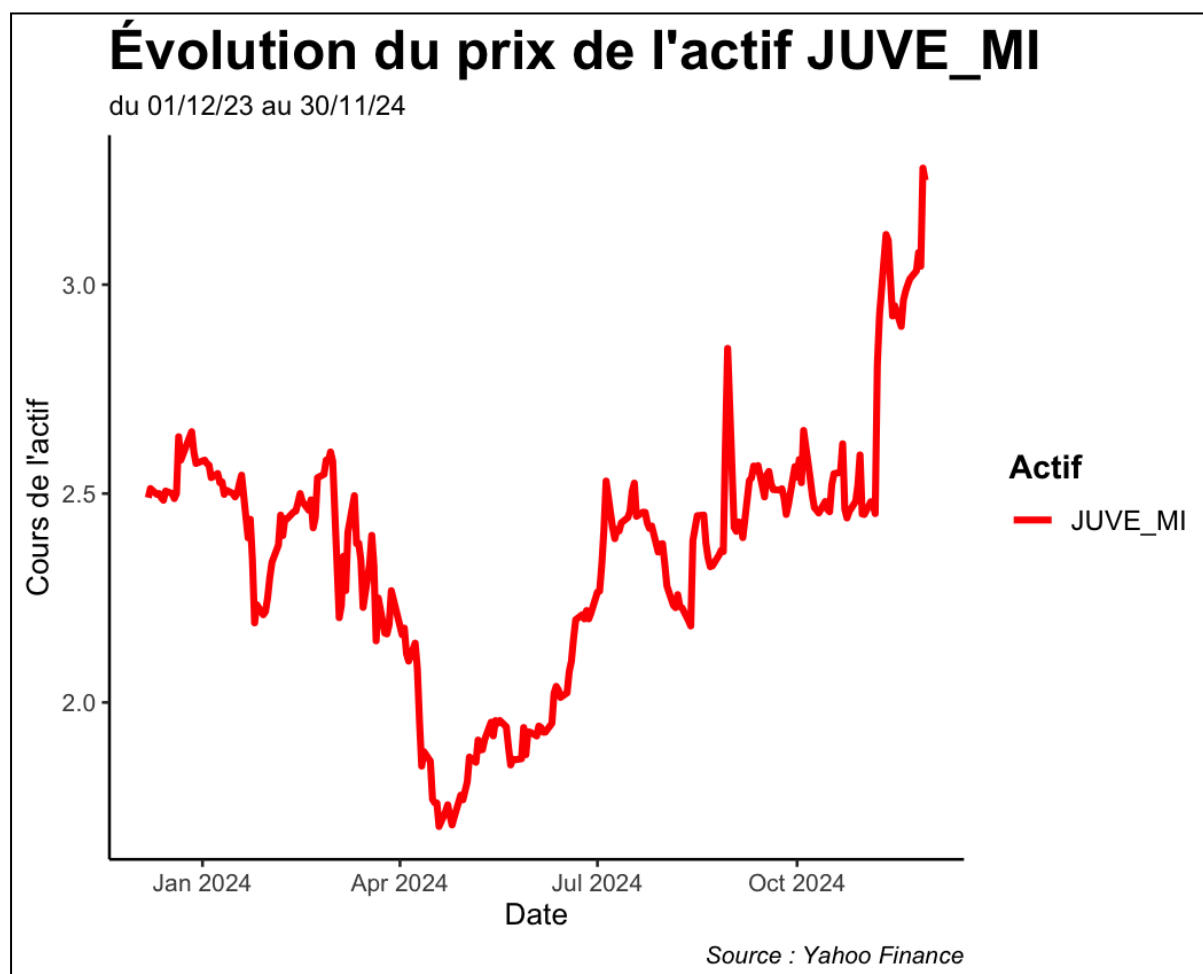
## II - Présentation générale des titres

Dans cette partie nous avons décidé de nous pencher sur la cotation de chaque titre sélectionné durant la période du 1er décembre 2023 au 30 novembre 2024. Nous commencerons par les 9 clubs de football puis par la crypto-monnaie.

### 1 - Juventus Football Club S.p.A. (JUVE.MI)

Le titre de la Juventus Football Club S.p.A. (JUVE.MI) correspond aux actions cotées en bourse du club de football italien, la Juventus FC qui évolue en Série A. Il est coté au sein de la bourse italienne au nom de JUVE\_MI.

Graphique n°1 : Evolution annuelle du cours du titre Juventus Football Club S.p.A.



Dans un premier temps, le cours de l'action commence de manière relativement stable autour de 2,5 €, mais montre une légère baisse à court terme. Ensuite, une phase baissière est nettement observable entre janvier et mai 2024. Le prix atteint son minimum, légèrement en dessous de 2,0 €, au cours de cette période. Cette tendance négative reflète une perte de confiance temporaire des investisseurs. Enfin, une reprise marquée intervient à partir de juin 2024, avec une croissance significative du cours de l'action. En fin de période, le prix dépasse la barre des 3,0 €, atteignant ainsi son pic annuel. Cette remontée pourrait être attribuée à une amélioration des performances sportives du club, à des annonces positives (par exemple, des partenariats stratégiques ou des transferts importants), ou à un regain général de confiance sur le marché boursier.

Globalement, l'actif JUVE\_MI présente une volatilité modérée à élevée, particulièrement visible durant la phase de reprise. Cela illustre la forte réactivité des investisseurs aux résultats sportifs et aux nouvelles liées au club. Les mouvements haussiers et baissiers de cet actif soulignent la dépendance des clubs de football cotés en bourse à la fois à leur performance sur le terrain et à leur stratégie financière.

L'actif JUVE\_MI démontre une forte élasticité aux performances sportives. La phase baissière coïncide avec des résultats décevants (passage de la 3ème à la 5ème place), entraînant une baisse des revenus anticipés, notamment des droits télévisés et de la billetterie. À l'inverse, la reprise en janvier ou en juillet-août pourrait être attribuée à des performances sportives positives ou à des transferts de joueurs rentables (période de transfert en janvier et durant les mois de juillet et d'août), augmentant les flux de trésorerie prévus. Ces variations sont cohérentes avec la théorie de l'efficacité des marchés, selon laquelle le prix de l'actif intègre rapidement les nouvelles informations.

## **2 - S.S. Lazio S.p.A. (SSL.MI)**

Le titre de la S.S. Lazio S.p.A. (SSL.MI) représente les actions cotées du club de football italien évoluant également en Série A. Ce titre est coté sur la bourse italienne sous le symbole SSL\_MI.

Graphique n°2 : Evolution annuelle du cours du titre S.S. Lazio S.p.A.



En début de période, le cours de l'action montre une baisse significative, passant de 0,85 € à un creux autour de 0,6 € en avril 2024. Cette diminution reflète une perte de confiance des investisseurs, probablement due à des performances sportives décevantes ou à une situation financière jugée défavorable. Une volatilité accrue est observée pendant cette période, tandis que selon la théorie d'efficacité des marchés, cette baisse rapide intègre immédiatement les nouvelles négatives dans le prix de l'actif.

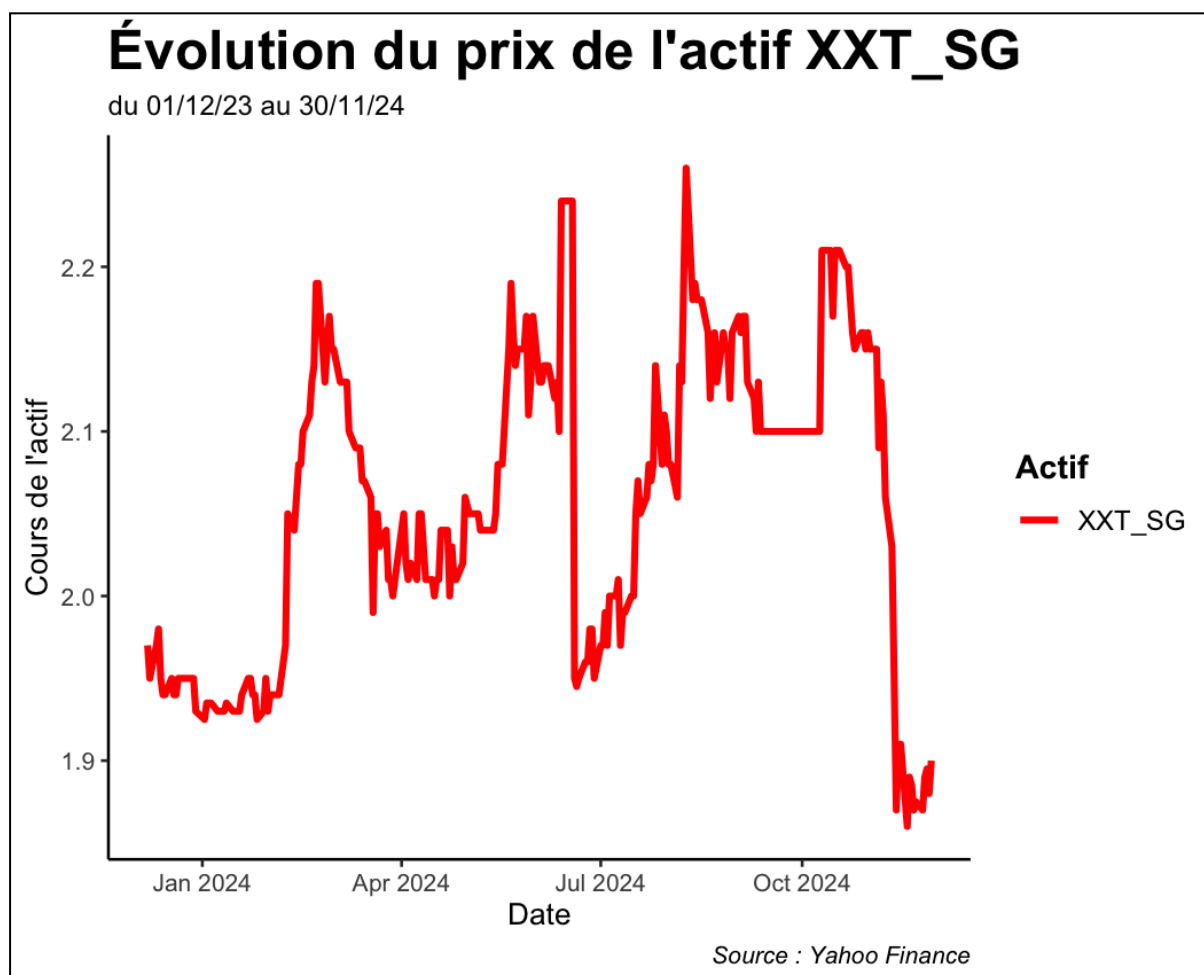
Entre mai et août 2024, le cours entame une légère reprise pour atteindre un niveau stable entre 0,7 € et 0,8 €. Cette stabilisation suggère une amélioration des performances sportives (qualification en UEFA Europa League) ou l'absence de nouvelles majeures influençant la perception du marché. Pendant cette période, la volatilité est réduite, ce qui laisse penser que les investisseurs semblent adopter une attitude attentiste.

À partir de septembre 2024, le cours de l'action connaît une reprise marquée, atteignant 1,1 € en novembre. Cette hausse rapide reflète une confiance retrouvée des investisseurs, liée à des victoires sportives (passage de la cinquième place à la troisième place en Novembre), des transferts stratégiques réussis ou des partenariats majeurs. Cette période se caractérise par une rentabilité accrue et une volatilité importante, traduisant une forte réactivité aux nouvelles positives. Conformément à la théorie d'efficience des marchés, ces informations sont rapidement intégrées dans le prix de l'action.

### **3 - Olympique Lyonnais Groupe (XXT\_SG)**

Le titre Olympique Lyonnais Groupe (XXT.SG) est associé au club français Olympique Lyonnais. Il est coté à la bourse Euronext Paris sous le nom de XXT.SG.

Graphique n°3 : Evolution annuelle du cours du titre Olympique Lyonnais Groupe



Pour ce graphique nous pouvons distinguer quatre périodes, en effet en début de période, le cours de l'action connaît une hausse significative, passant d'environ 1,6 € à un pic de 2,2 € en mars 2024. Cette progression traduit une augmentation de la confiance des investisseurs, liée à des performances sportives positives (passage de la dixième place à la huitième place). Cette phase est caractérisée par une rentabilité importante et une volatilité modérée, signalant des investisseurs optimistes .

À partir de mars jusqu'en mai, le cours de l'action subit une baisse marquée, atteignant environ 1,8 € en juin 2024. Cette diminution reflète une perte de confiance des

investisseurs. La volatilité augmente durant cette période, témoignant de l'incertitude accrue sur le marché. Selon la théorie de l'efficiencia des marchés, cette baisse rapide traduit l'intégration immédiate des nouvelles perçues comme négatives.

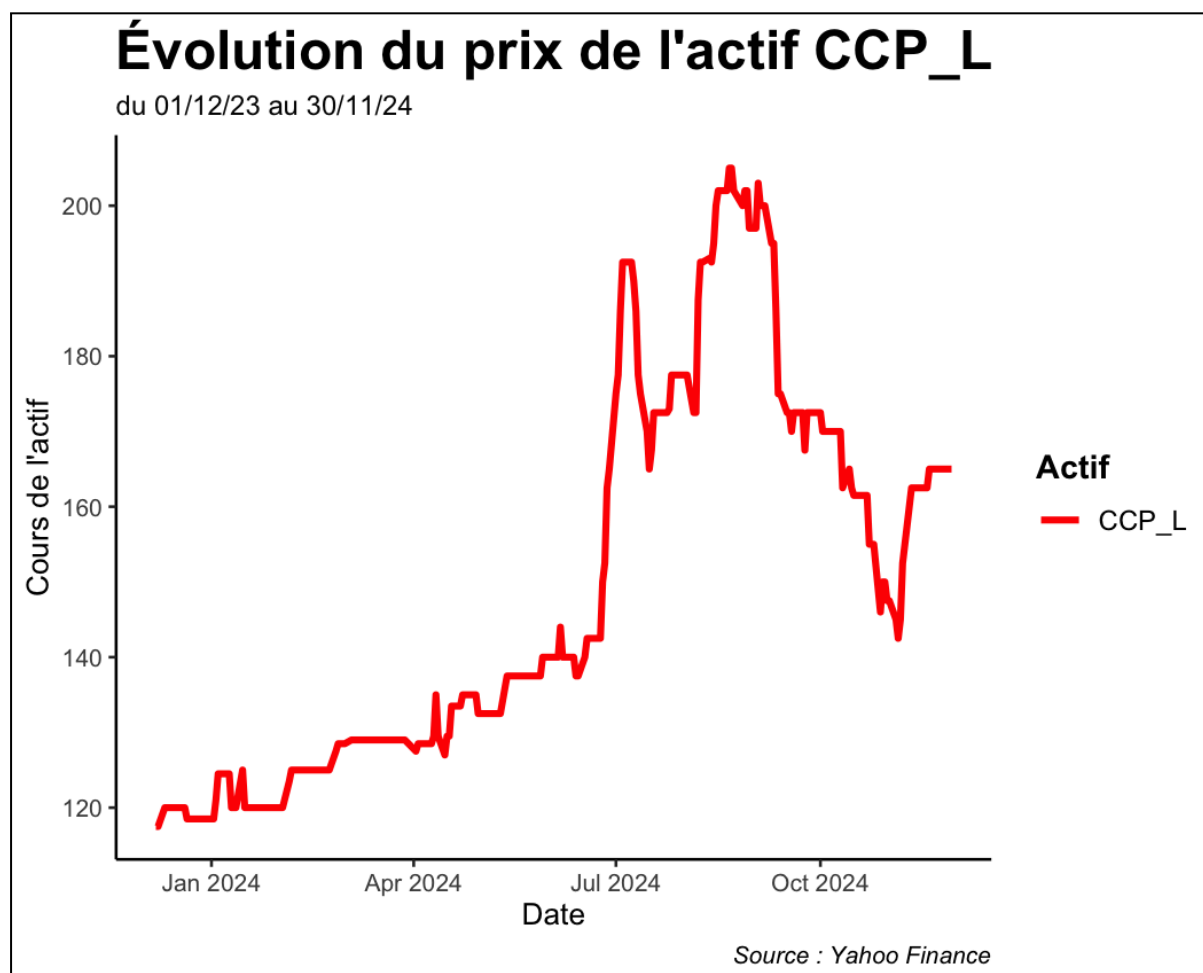
Durant l'été, le cours de l'action oscille entre 1,7 € et 2,0 €, reflétant une période d'instabilité. Ces fluctuations peuvent être attribuées à la période des transferts estivaux, généralement marquée par des mouvements significatifs au sein des clubs de football.

En fin d'année, le cours de l'action atteint son niveau le plus bas de l'année, autour de 1,5 €. Cette chute peut être attribuée aux sanctions provisoires de la part de la Direction Nationale du Contrôle de Gestion (DNCG), le gendarme financier du football français.

## 4 - Celtic plc (CCP.L)

Le titre Celtic plc (CCP.L) correspond au club écossais Celtic FC, coté à la bourse de Londres sous le symbole CCP\_L.

Graphique n°4 : Evolution annuelle du cours du titre Celtic plc



En début d'année, le cours de l'action commence à un niveau proche de 130 £, avec une croissance progressive jusqu'à atteindre 190 £ en juillet 2024. Cette phase reflète une confiance accrue des investisseurs, probablement liée aux performances solides du club en championnat écossais, où le Celtic FC domine le classement. La dynamique positive est soutenue par une gestion perçue comme efficace, sans incident financier majeur à ce stade.

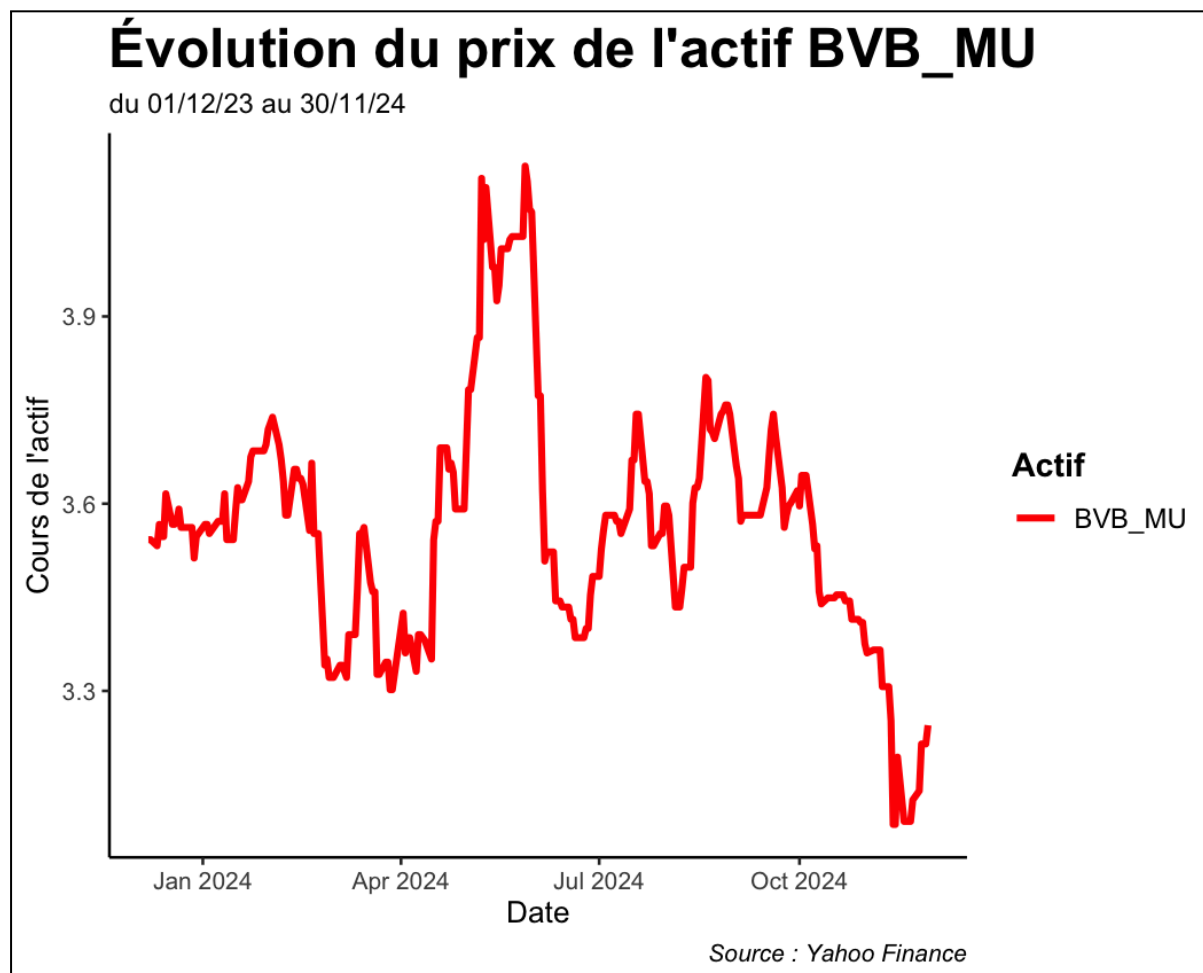
À partir de août 2024, le cours connaît une accélération rapide, culminant à 210 £ en août 2024. Cette hausse coïncide avec des victoires importantes en compétition européenne et la confirmation du titre de champion d'Écosse. Par ailleurs, des annonces stratégiques, telles que des partenariats commerciaux ou des transferts rentables, ont pu renforcer la valorisation du club sur le marché boursier.

Après l'été, le cours de l'action subit une correction significative, chutant à environ 150 £ en novembre 2024. La pression sur les revenus, combinée à une augmentation de la masse salariale liée aux transferts estivaux (8 arrivées pour 2 départs), pourrait également expliquer ce recul.

## **5 - Borussia Dortmund GmbH & Co KGaA**

Le titre Borussia Dortmund (BVB.MU) est lié au club allemand Borussia Dortmund, coté à la bourse de Francfort.

Graphique n°5 : Evolution annuelle du cours du titre Borussia Dortmund GmbH.



En début de période, le cours de l'action montre une certaine stabilité autour de 3,5 €, marquée par de légères variations à court terme. Cette stabilité reflète un équilibre entre les attentes des investisseurs et les performances globalement conformes du club sur et en dehors du terrain.

À partir de mars 2024, le cours de l'action entame une phase baissière, atteignant un minimum autour de 3,2 € en avril 2024. Cette diminution est probablement liée à des résultats sportifs décevants en championnat de Bundesliga.

Une reprise marquée intervient à partir de mai 2024, le cours atteignant son pic annuel de 3,9 € en juin 2024. Cette hausse pourrait être attribuée à la qualification en finale de la Ligue des Champions.. La volatilité reste élevée pendant cette période, illustrant la forte réactivité des investisseurs aux évolutions sportives et financières du club.

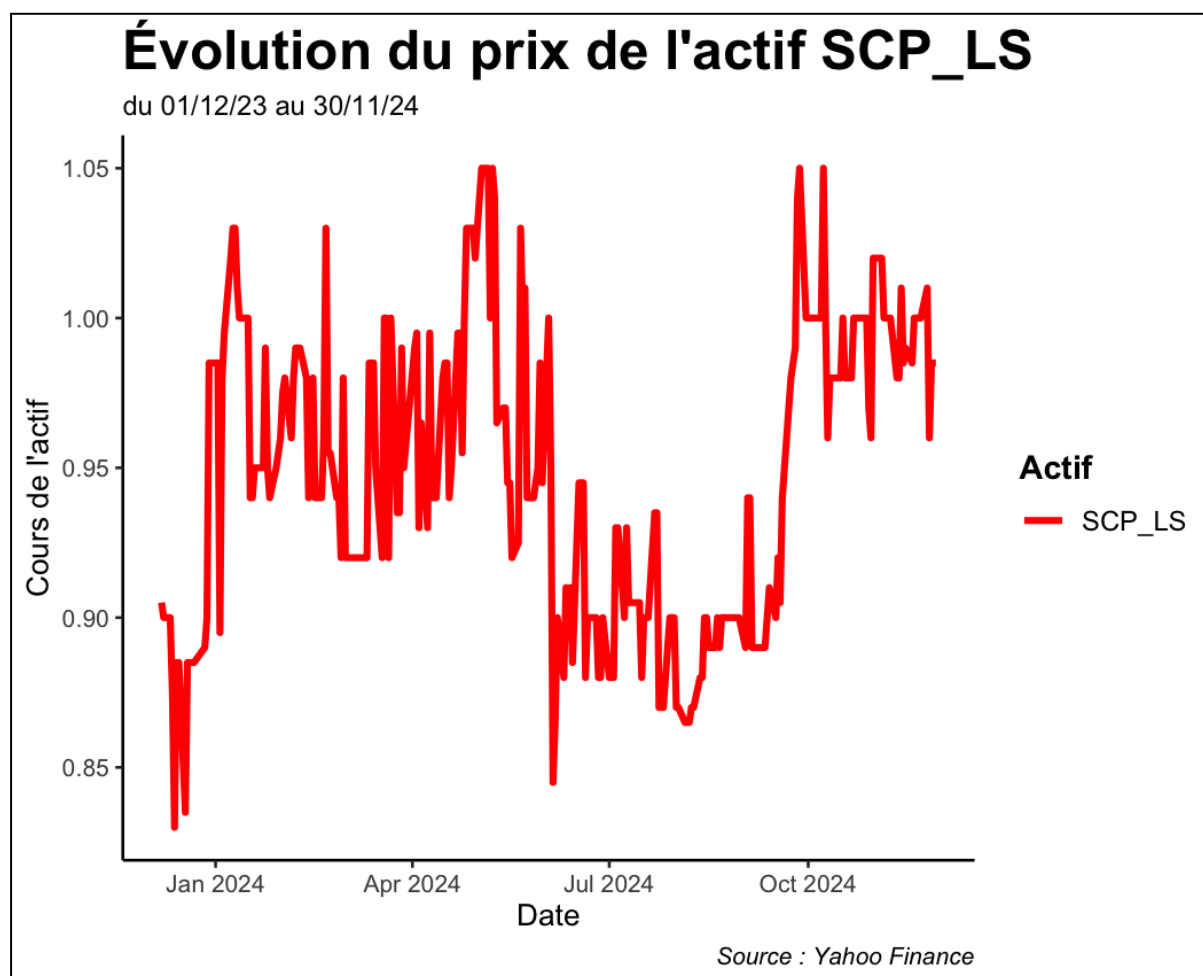
Après la finale perdue, nous pouvons observer une chute significative du cours, atteignant 3,4 € en juillet. Cela peut également être dû aux dépenses des transferts, 74 millions, alors que le club a vendu des joueurs pour environ 32 millions.

Après l'été, le cours connaît une chute significative jusqu'à atteindre le minimum en novembre 2024.

## **6 - Sporting Clube de Portugal - Futebol, SAD (SCP.LS)**

Le titre Sporting CP (SCP.LS) représente les actions du club portugais, cotées sur la bourse Euronext Lisbonne.

Graphique n°6 : Evolution annuelle du cours du titre Sporting Clube de Portugal- Futebol, SAD.



En début d'année, le cours de l'action est autour de 0,85 € et affiche une légère progression jusqu'à environ 0,95 € en mars 2024. Cette phase témoigne d'un optimisme modéré des investisseurs, potentiellement lié à des performances conformes aux attentes du club en championnat portugais et en compétitions européennes.

Entre avril et juillet, le cours oscille fortement, atteignant des sommets autour de 1,05 € mais subissant également des replis vers 0,95 €. Ces fluctuations traduisent une volatilité accrue.

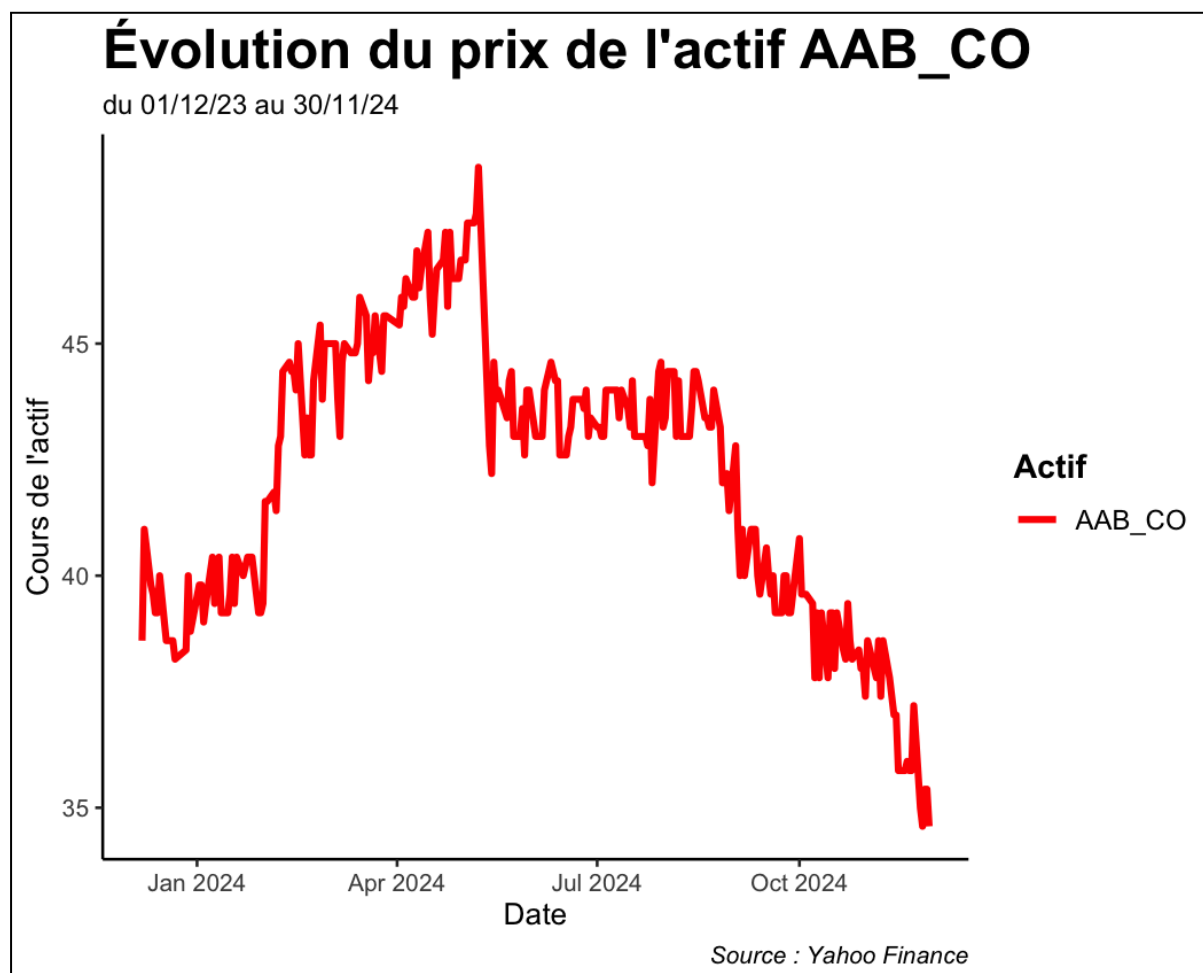
À partir de juillet, le cours entame une tendance baissière, revenant sous 0,95 € en août. Cette phase pourrait refléter une baisse de confiance des investisseurs, possiblement due à des transferts majeurs l'équipe avec 48 millions dépensés pour 16,25 millions de recettes dû aux transferts. A noter l'arrivée de l'attaquant Viktor Gyökeres meilleur buteur de l'année 2024.

En fin d'année, le cours se stabilise autour de 0,95 €, avec des fluctuations limitées. Cette période de consolidation reflète une confiance retrouvée, notamment grâce à des performances sportives stabilisées malgré le départ de l'entraîneur début décembre.

## 7 - Aalborg Boldspilklub A/S (AAB.CO)

Le titre Aalborg Boldspilklub (AAB.CO) correspond au club danois, coté sur la bourse de Copenhague.

Graphique n°7 : Evolution annuelle du cours du titre Aalborg Boldspilklub A/S



En début d'année, le cours de l'action oscille autour de 38 DKK, avant de progresser progressivement jusqu'à environ 44 DKK en mars. Cette phase traduit une stabilité, renforcée par des performances sportives satisfaisantes ou des attentes modérées des investisseurs. La stabilité relative reflète un équilibre entre les perspectives sportives et financières du club.

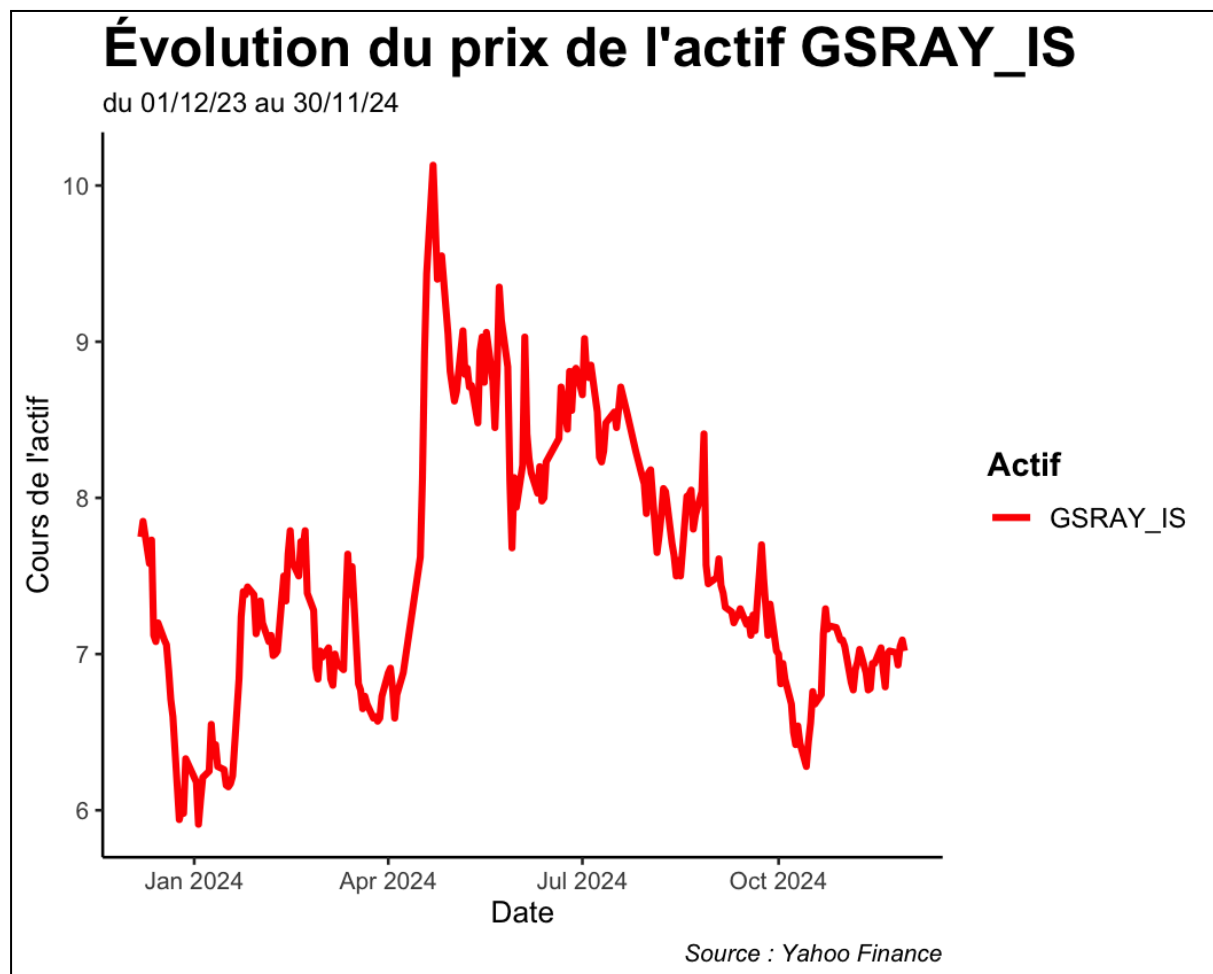
À partir d'avril, le cours atteint un pic de 47 DKK en mai, marquant une période de forte progression. Cette phase peut être associée à des résultats sportifs prometteurs qui les a relancé dans la course au maintien

Après avoir atteint son sommet, le cours entame une phase baissière notable à partir de juin, chutant sous 38 DKK en octobre. Cette diminution reflète une perte de confiance des investisseurs, liée à la descente du club en deuxième division danoise, à des problèmes financiers et au changement d'entraîneur. Les investisseurs semblent réagir rapidement aux nouvelles perçues comme défavorables.

## **8 - Galatasaray Sportif Sınai ve Ticari Yatirimlar A.S.** **(GSRAY.IS)**

Le titre Galatasaray (GSRAY.IS) est associé au célèbre club turc, côté sur la bourse d'Istanbul.

Graphique n°8 : Evolution annuelle du cours du titre Galatasaray Sportif Sınai ve Ticari Yatirimlar A.S



En début d'année, le cours de l'action oscille autour de 6 TRY, progressant lentement pour atteindre 7,5 TRY en février. Cette progression modérée traduit une confiance relative des investisseurs, probablement alimentée par des performances stables en championnat et en compétitions européennes.

Entre mars et mai, le cours de l'action atteint un sommet à environ 10 TRY, marquant une période de forte croissance. Cette phase peut être attribuée à des résultats sportifs impressionnants avec le 24ème titre de champion de Turquie.

À partir de juin, le cours de l'action commence à chuter pour atteindre environ 8 TRY en août. Cette période pourrait également être marquée par des difficultés financières et des départs importants au sein de l'équipe malgré l'arrivée en prêt de l'attaquant Victor Osimhen.

En fin d'année, le cours se stabilise autour de 7 TRY, suggérant une certaine résilience après une période de déclin.

## 9 - AFC Ajax NV (AJAX.AS)

Le titre AFC Ajax NV (AJAX.AS) correspond au club néerlandais Ajax Amsterdam, coté à la bourse Euronext Amsterdam.

Graphique n°9 : Evolution annuelle du cours du titre AFC Ajax NV



En début d'année, le cours de l'action oscille autour de 10,15 €, marquant une légère hausse pour atteindre environ 10,50 € en février.

Entre avril et août, le cours connaît des variations marquées, oscillant entre 10,25 € et 10,50 €. Ces fluctuations peuvent être attribuées à des performances inconstantes en championnat (seulement cinquième à la fin de saison).

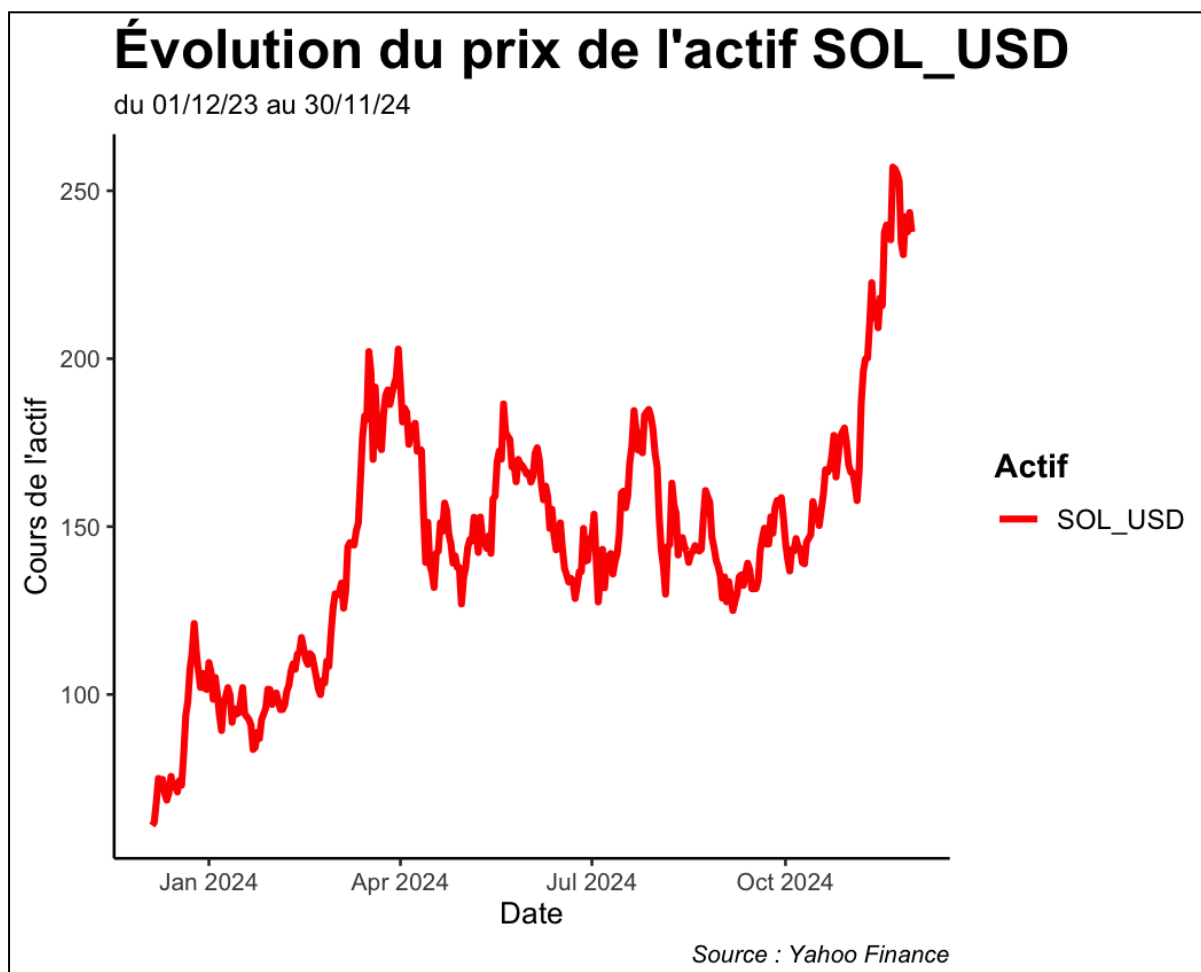
Depuis l'été, le cours entame une tendance baissière notable, chutant à 9,9 € en octobre. Ce recul est probablement dû à la gestion budgétaire parce qu'actuellement le club

est classé 2ème et est toujours dans la course au titre. Les résultats européens sont également bons.

## **10 - Solana USD (SOL-USD)**

Le Solana USD (SOL-USD) est une crypto-monnaie utilisée principalement dans les applications décentralisées et les contrats intelligents.

Graphique n°10 : Evolution annuelle du cours du titre Solana USD



Solana a entamé l'année à un prix autour de 100 USD, avant de connaître une hausse pour atteindre 120 USD en février. Les annonces d'améliorations techniques et l'adoption croissante des applications décentralisées sur sa blockchain ont contribué à cette tendance haussière.

Entre mars et mai, Solana a enregistré une forte augmentation de sa valeur, atteignant un premier sommet à 200 USD. Cette phase de croissance a été stimulée par l'essor des dApps et des NFT, de nouvelles collaborations et des avancées technologiques de Solana.

Après le pic de mai, le prix de Solana a connu une correction naturelle, diminuant pour se stabiliser autour de 150 USD en août. Cette baisse a été provoquée par une prise de bénéfices de certains investisseurs et par une régulation accrue des marchés des crypto-actifs dans certaines régions. Malgré ce repli, la confiance dans le réseau Solana est restée forte.

Une nouvelle dynamique haussière a émergé à partir de septembre, propulsant Solana à son niveau maximal de 250 USD en novembre. Par la suite, le prix s'est stabilisé autour de 240 USD en novembre.

En 2024, Solana a affiché une performance remarquable, passant de 90 USD en début d'année à 230 USD.

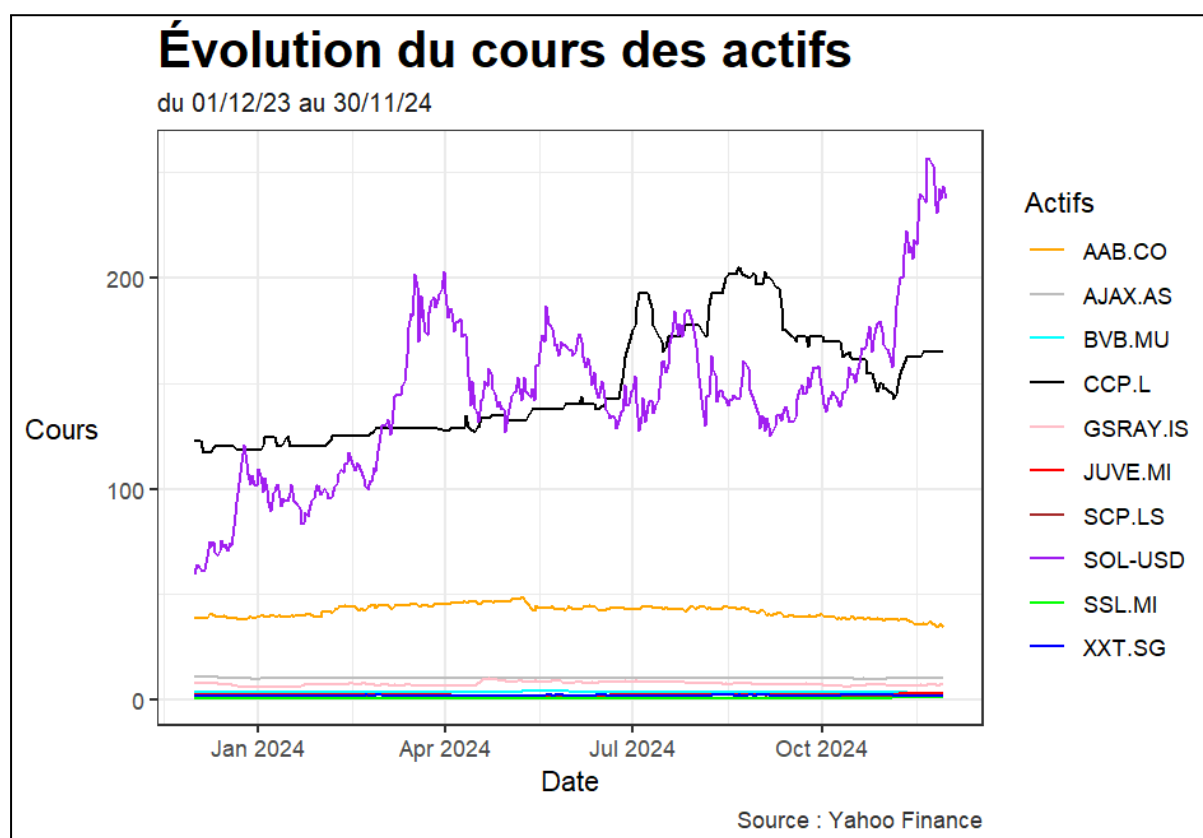
Solana a affiché une forte volatilité, typique du marché des crypto-monnaies, mais a également démontré sa capacité à attirer de nouveaux investisseurs et à renforcer sa position dans l'écosystème blockchain. Le prix a progressé de 90 USD en début d'année à 250 USD en fin de période, marquant une augmentation de plus de 150 %.

### III - Calcul des rendements, statistiques usuelles et performances des titres

#### 1 - Evolution des cours et des rendements en fonction du temps

Pour commencer nous allons visualiser le prix des neuf actifs sur un même graphique ci-dessous.

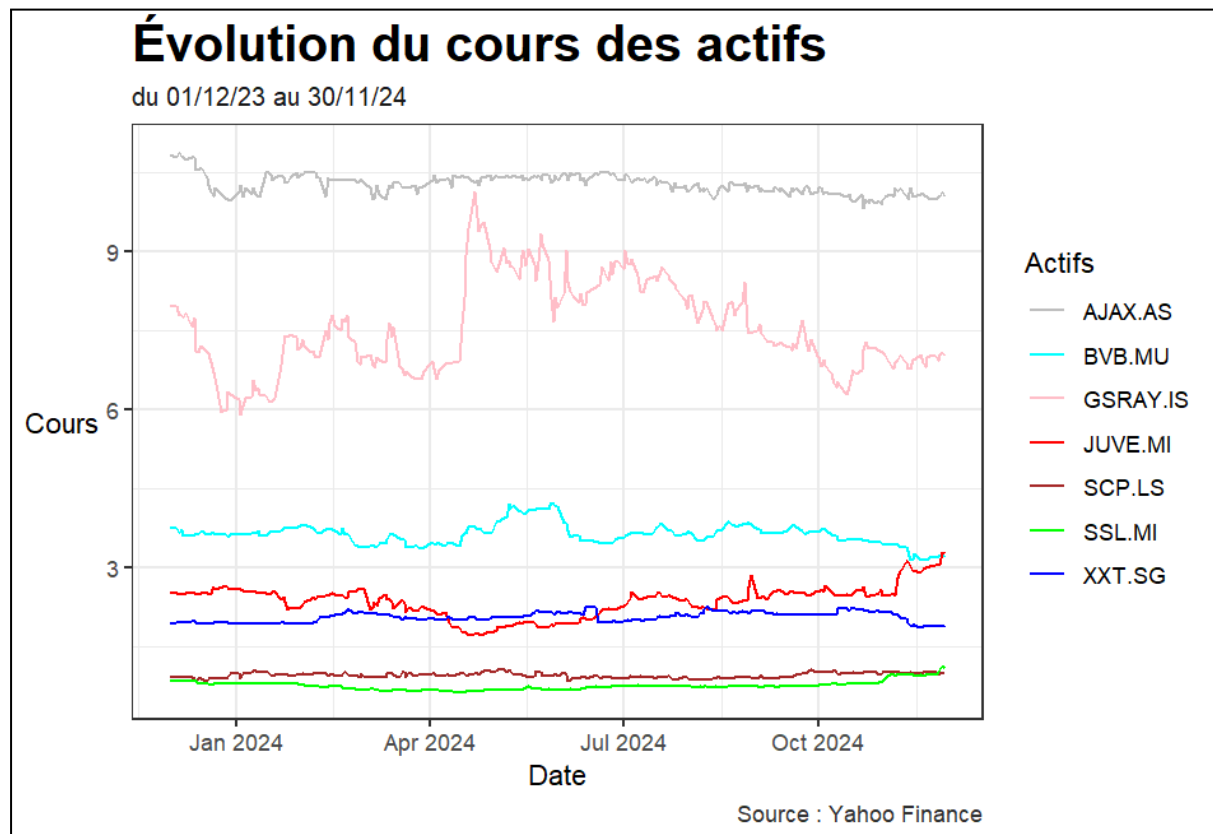
Graphique n°11 : Evolution des cours des titres au cours de la période du 01/12/2023 au 30/11/2024



Comme nous pouvons l'observer, deux valeurs se distinguent : CCP\_L et SOL\_USD. En effet, particulièrement pour SOL\_USD, une progression significative est visible durant la période sélectionnée, passant de 90 USD à plus de 150 USD. De son côté, CCP\_L montre également une progression notable sur la même période.

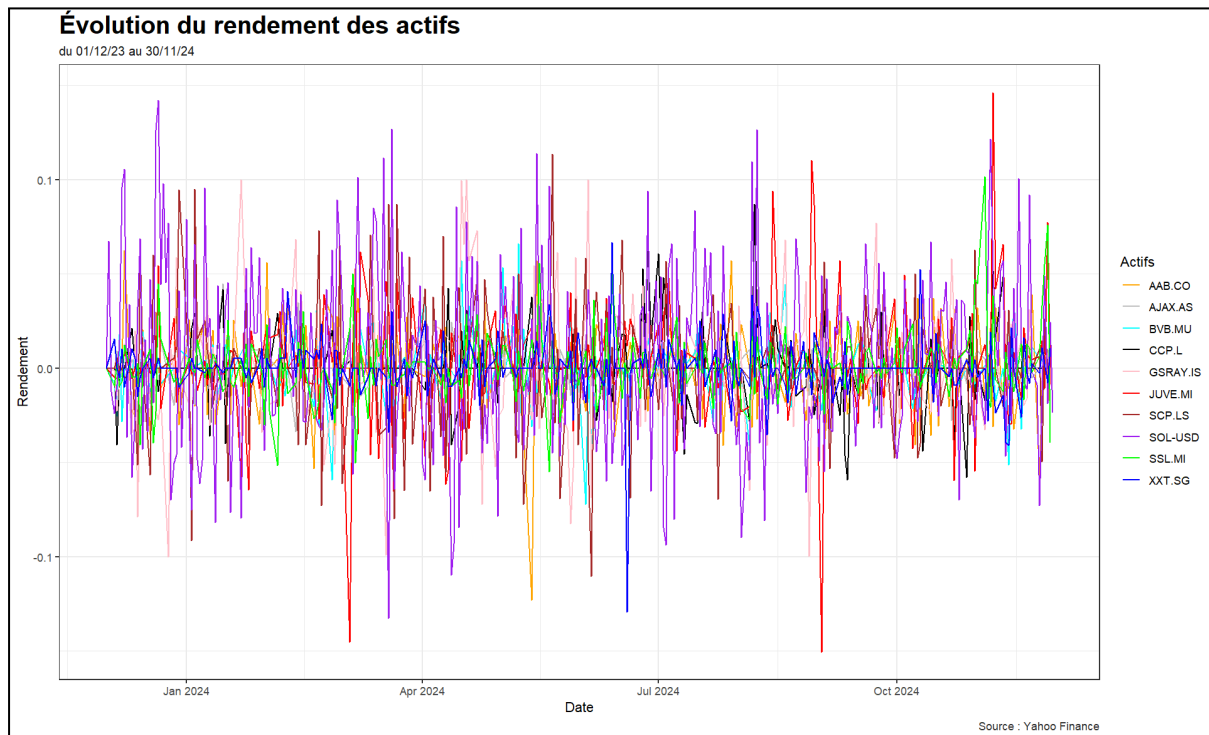
Ce graphique met en évidence une grande différence d'échelle entre SOL\_USD, dont les variations se situent entre 100 USD et 250 USD, et la majorité des autres valeurs, qui restent inférieures à 10 USD. Par conséquent, un second graphique serait nécessaire pour permettre une analyse plus précise et détaillée des actifs aux échelles inférieures.

Graphique n°12 : Evolution des cours de sept titres au cours de la période du 01/12/2023 au 30/11/2024



Dans ce graphique représentant l'évolution des prix des sept plus petites valeurs, nous pouvons constater que chaque valeur conserve, à la fin de la période, un niveau de prix relativement similaire à son point de départ. Cependant, une distinction notable réside dans la volatilité. En effet, AJAX\_AS se démarque par une volatilité particulièrement élevée, tandis que SSL\_MI affiche une volatilité nettement plus faible, traduisant une plus grande stabilité au cours de la période analysée.

Graphique n°13 : Evolution des rendements des titres au cours de la période du 01/12/2023  
au 30/11/2024



Ce graphique présente l'évolution des rendements des différents actifs, il nous permet également de visualiser les volatilités de ces derniers. Plus la variation est importante, plus nous pouvons dire que la volatilité est importante. Ici, le fond qui présente la plus grande volatilité est SOL\_USD qui est la seule cryptomonnaie.

En ce qui concerne les actifs financiers liés aux clubs de football, certaines corrélations périodiques entre les rendements des actifs peuvent être observées, traduisant un risque systémique. Ce phénomène se manifeste notamment lorsque plusieurs actifs réagissent de manière similaire à des événements communs. Par exemple, durant l'été, les rendements restent relativement stables avec peu de mouvements marqués. En revanche, une augmentation notable de la volatilité est visible en septembre-octobre, probablement en réponse à des événements significatifs tels que des transferts, des compétitions sportives ou des facteurs économiques.

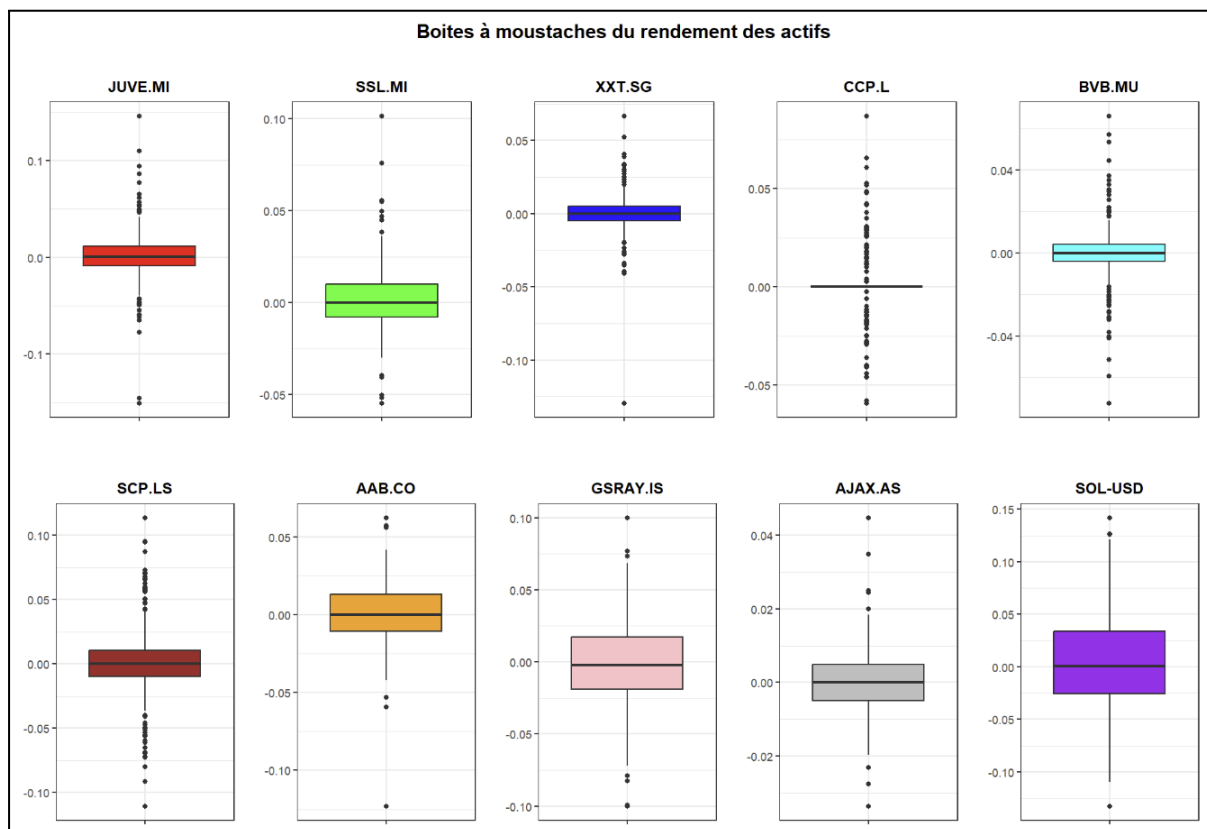
Par ailleurs, des différences notables de volatilité apparaissent au sein des actifs financiers. Par exemple, JUVE\_MI affiche une volatilité très élevée, reflétant une sensibilité accrue aux fluctuations du marché. À l'inverse, SSL\_MI présente une volatilité nettement

plus faible, indiquant une plus grande stabilité et une moindre réactivité face aux variations du marché.

## **2 - Statistiques descriptives des fonds**

Désormais, nous allons procéder à une analyse descriptive des fonds.

Graphique n°14 : Boîtes à moustache de la distribution de chaque titre



Les boîtes à moustaches présentées permettent d'observer la distribution des rendements des différents actifs sur la période analysée. Ces graphiques offrent une vue synthétique des performances des actifs financiers et de leur volatilité.

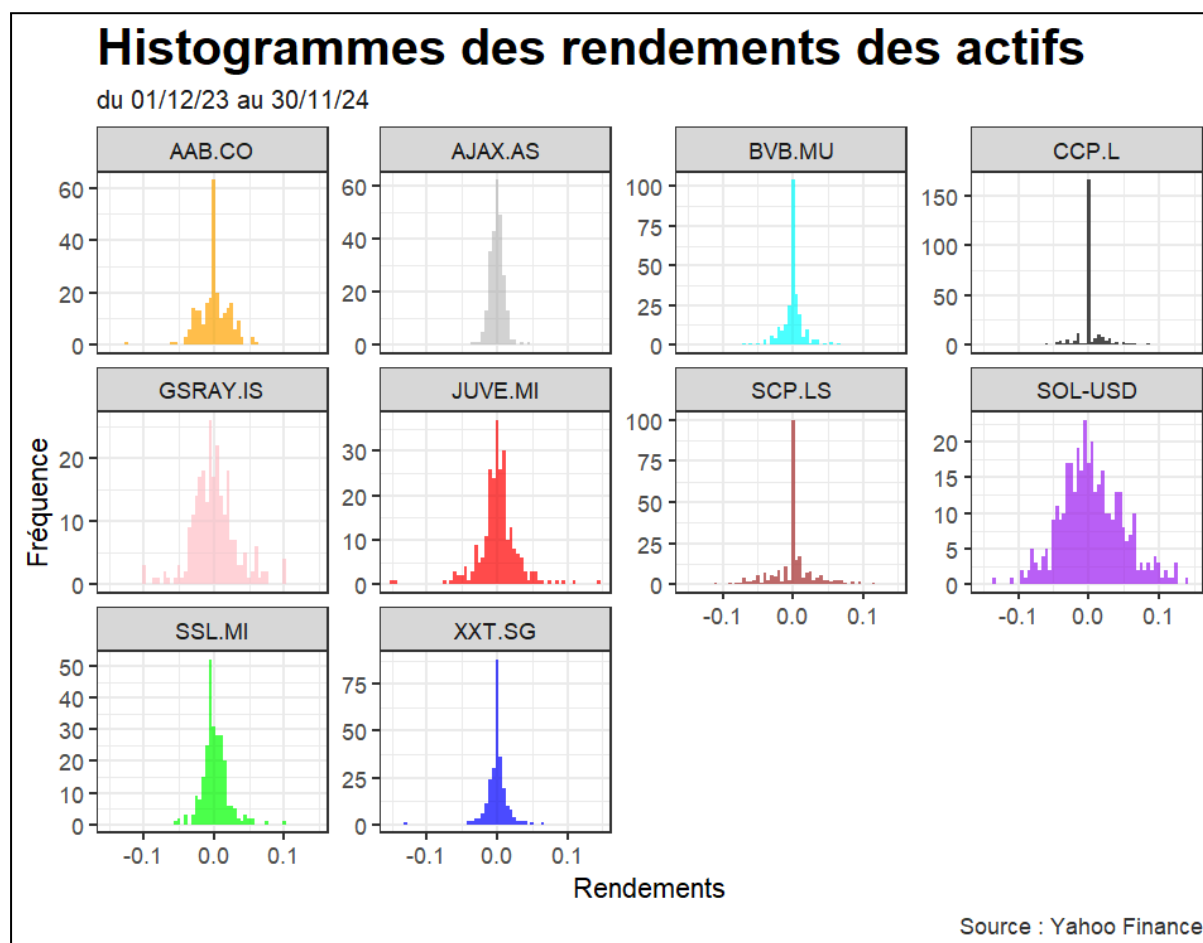
Nous pouvons observer que JUVE\_MI et SOL\_USD se distinguent par une dispersion importante, indiquant une forte volatilité. Cela est particulièrement visible dans les longues moustaches et les nombreux points en dehors des boîtes (les outliers), représentant des rendements extrêmes. La volatilité élevée de SOL\_USD est caractéristique des crypto-monnaies, souvent sujettes à des fluctuations rapides et imprévisibles.

À l'inverse, des actifs comme SSL\_MI, AAB\_CO, et AJAX\_AS affichent une volatilité nettement plus faible. Cette stabilité est visible à travers la concentration des rendements autour de la médiane et l'absence de longues moustaches ou de nombreux points atypiques.

Les points situés en dehors des moustaches représentent des rendements extrêmes, positifs ou négatifs. Ces outliers reflètent des événements inhabituels, tels que des annonces majeures ou des changements soudains sur le marché. Certains actifs, comme BVB\_MU et GSRAY\_IS, présentent également plusieurs outliers, indiquant des périodes de volatilité accrue.

Ces observations mettent en lumière les différences de comportement entre les actifs analysés, soulignant les spécificités des crypto-monnaies et des actifs liés aux clubs sportifs cotés en bourse.

Graphique n°15 : Histogramme de la distribution de chaque titre



Les histogrammes présentés permettent d'analyser la distribution des rendements pour chaque actif financier et crypto-monnaie étudié sur la période du 01/12/2023 au 30/11/2024. Ces graphiques mettent en lumière des différences significatives entre les actifs en termes de volatilité et de dispersion des rendements.

Les actifs tels que SSL\_MI, XXT\_SG, AJAX\_AS, et AAB\_CO affichent des distributions étroites et centrées autour de zéro. Ces caractéristiques traduisent une faible volatilité et des rendements principalement concentrés près de leur moyenne. Ces actifs, liés à des clubs de football, sont relativement stables. De plus, la symétrie de leurs distributions indique un équilibre entre les variations positives et négatives.

En revanche, des actifs comme JUVE\_MI, GSRAY\_IS, et BVB\_MU présentent des rendements plus étalés, reflétant une volatilité modérée. Ces distributions montrent que ces actifs sont plus sensibles aux événements ponctuels. CCP\_L se distingue par une distribution extrêmement concentrée autour de zéro, avec un pic central prononcé. Cette concentration indique une faible dispersion des rendements au quotidien. Cependant, des valeurs extrêmes sur les cotés révèlent que ce titre peut occasionnellement enregistrer des variations importantes, probablement dues à des événements exceptionnels.

Enfin, SOL\_USD, la seule crypto-monnaie de l'échantillon, se démarque par une distribution bien plus étalée que celle des actifs financiers traditionnels. Cette dispersion importante reflète une volatilité élevée, caractéristique des crypto-monnaies. La distribution symétrique de SOL\_USD suggère une fréquence équilibrée entre les variations positives et négatives.

Ces histogrammes montrent clairement les différences entre les actifs financiers traditionnels et les crypto-monnaies.

Tableau 1 : Résultats des statistiques descriptives univariées

|          | Moyenne       | Variance         | Ecart-type  | Skewness   | Kurtosis   |
|----------|---------------|------------------|-------------|------------|------------|
| AAB_CO   | -0.0001996091 | 0.000473086<br>4 | 0.021750549 | -0.5554536 | 3.6329349  |
| AJAX_AS  | -0.0002563675 | 9.079476e-05     | 0.009528629 | 0.378701   | 2.4452604  |
| BVB_MU   | -0.0004020645 | 0.000238046<br>9 | 0.015428767 | -0.1498454 | 5.1875810  |
| CCP_L    | 0.001334152   | 0.000306408<br>6 | 0.017504532 | 0.5610617  | 4.8215910  |
| GSRAY_IS | -3.943133e-05 | 0.001018631      | 0.031916003 | 0.236989   | 1.6954662  |
| JUVE_MI  | 0.00145243    | 0.000889560<br>1 | 0.029825493 | -0.2390138 | 7.1179879  |
| SCP_LS   | 0.0008664116  | 0.001027125      | 0.032048792 | 0.1059804  | 1.725452   |
| SOL_USD  | 0.004785965   | 0.002022041      | 0.044967109 | 0.284648   | 0.2280191  |
| SSL_MI   | 0.0011513     | 0.000341110<br>7 | 0.018469183 | 0.9949911  | 4.8055213  |
| XXT.SG   | 5.602391e-05  | 2.305882e-04     | 0.015185131 | -1.9575218 | 21.8113380 |

Le tableau présente une analyse des statistiques descriptives des rendements pour chaque actif étudié.

La moyenne des rendements est proche de zéro pour tous les actifs, reflétant des variations journalières faibles en moyenne. Cependant, SOL\_USD se distingue avec la moyenne la plus élevée (0,0048), indiquant une tendance haussière sur la période. En comparaison, des actifs comme AJAX\_AS ou GSRAY\_IS affichent des moyennes proches de zéro, témoignant d'une relative stabilité. Les moyennes inférieures à 0 signifient que les actifs ont baissé de valeur sur la période donnée.

La variance et l'écart-type, qui mesurent la volatilité, varient considérablement selon les actifs. SOL\_USD, la seule crypto-monnaie de l'échantillon, montre une volatilité nettement plus élevée avec une variance de 0,0022 et un écart-type de 0,0445. Ces chiffres traduisent une forte sensibilité aux fluctuations de marché. À l'inverse, des actifs comme

SSL\_MI (0,0184) et CCP\_L (0,0157) affichent une volatilité plus faible, traduisant une plus grande stabilité.

L'asymétrie (Skewness) révèle des différences importantes dans la répartition des rendements. Par exemple, AJAX\_AS et SSL\_MI ont une skewness positive, indiquant une probabilité plus élevée d'enregistrer des rendements positifs extrêmes. En revanche, JUVI\_MI présente une skewness fortement négative (-2,2390), reflétant une plus grande fréquence de rendements négatifs extrêmes.

L'aplatissement (Kurtosis) permet d'évaluer la fréquence des événements extrêmes dans une distribution. Un coefficient supérieur à 3 indique une distribution plus pointue, avec une probabilité plus élevée d'événements extrêmes, tandis qu'un coefficient inférieur à 3 suggère une distribution plus aplatie, avec moins de risques d'événements extrêmes. Une kurtosis de 3 correspond à celle d'une distribution normale, considérée comme un seuil de référence.

Ainsi, des actifs tels que JUVI\_MI et XXT.SG, avec des kurtosis respectives de 7.1179879 et 21.8113380, présentent des distributions bien plus pointues que la normale, suggérant une fréquence accrue d'événements extrêmes. En revanche, des actifs comme GSRA.Y.IS et SCP.LS, avec des kurtosis de 1.6954662 et 1.7254522, montrent des fluctuations plus modérées et une distribution qui se rapproche davantage de la normalité. Ces différences de kurtosis permettent d'évaluer le risque potentiel associé à chaque actif, en identifiant ceux qui sont plus susceptibles de subir des variations extrêmes.

En conclusion, cette analyse met en lumière des dynamiques distinctes entre les actifs financiers et SOL\_USD, la crypto-monnaie de l'échantillon. SOL\_USD se démarque par sa forte volatilité et une tendance haussière marquée, tandis que des actifs comme SSL\_MI ou CCP\_L montrent une plus grande stabilité.

**Tableau 2 : Matrice des variances-covariances**

|         | JUVI_MI    | SSL_MI     | XXT.SG     | CCP.L      | BVB.MU    | SCP.LS     | AAB.CO     | GSRA.Y.IS  | AJAX_AS    | SOL-USD    |
|---------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| JUVI_MI | 4621.66667 | 102.52137  | -131.25641 | 372.51068  | 248.00855 | -53.58761  | 170.32265  | -361.33547 | -571.17094 | 65.69231   |
| SSL_MI  | 102.52137  | 4617.22436 | 120.38782  | -165.77778 | 159.10684 | -18.99679  | -347.14209 | 371.30449  | 101.57692  | 195.46154  |
| XXT.SG  | -131.25641 | 120.38782  | 4445.99786 | -14.40491  | 109.32906 | -252.26603 | -156.46795 | -166.20299 | -140.93483 | -357.05128 |
| CCP.L   | 372.51068  | -165.77778 | -14.40491  | 3217.03632 | 45.74893  | 52.67735   | -493.109   | 42.07799   | -74.35577  | 254.98077  |

|              |            |            |            |           |            |            |                |            |            |            |
|--------------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|----------------|------------|------------|------------|
| BVB.MU       | 248.00855  | 159.10684  | 109.32906  | 45.74893  | 4418.06624 | -66.07692  | 145.9872       | 425.40812  | -574.66132 | 154.50427  |
| SCPLS        | -53.58761  | -18.99679  | -252.26603 | 52.67735  | -66.07692  | 4370.5235  | -105.4690<br>2 | 682.15705  | -193.98077 | -263.74786 |
| AAB.CO       | 170.32265  | -347.14209 | -156.46795 | -493.109  | 145.9872   | -105.46902 | 4555.6886      | 498.11538  | 509.02564  | 373.97222  |
| GSRAY.I<br>S | -361.33547 | 371.30449  | -166.20299 | 42.07799  | 425.40812  | 682.15705  | 498.11538      | 4621.64316 | 91.55449   | 470.08547  |
| AJAX.AS      | -571.17094 | 101.57692  | -140.93483 | -74.35577 | -574.66132 | -193.98077 | 509.02564      | 91.55449   | 4561.28205 | -398.77778 |
| SOL-US<br>D  | 65.69231   | 195.46154  | -357.05128 | 254.98077 | 154.50427  | -263.74786 | 373.97222      | 470.08547  | -398.77778 | 4621.66667 |

Le tableau ci-dessus présente la matrice des variances-covariances des dix titres. Les éléments de diagonale de la matrice contiennent les variances des titres, tandis que les éléments hors diagonale contiennent les covariances entre toutes les paires possibles de fonds.

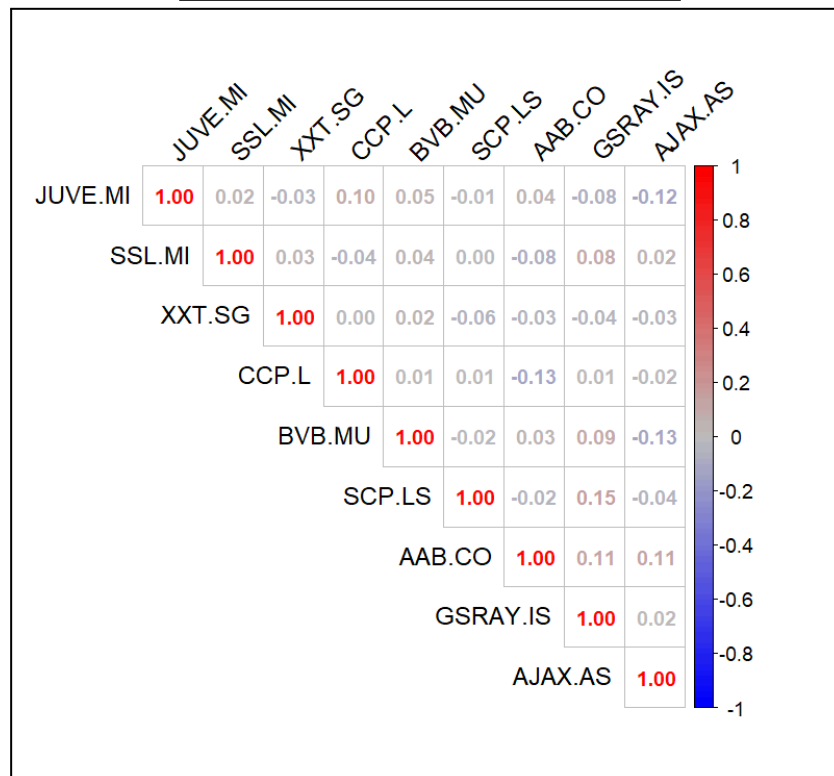
Les variances, situées sur la diagonale principale, indiquent la volatilité des rendements pour chaque actif. Parmi les actifs étudiés, JUVE\_MI affiche la variance la plus élevée ( $8.987e-04$ ), ce qui témoigne d'une forte volatilité. SOL\_USD, la crypto-monnaie, présente également une variance importante ( $2.248e-03$ ), reflétant sa nature intrinsèquement volatile. À l'opposé, des actifs tels que SSL\_MI ( $3.527e-04$ ) et CCP\_L ( $2.955e-04$ ) montrent une variance plus faible, traduisant une plus grande stabilité.

Les covariances, qui se trouvent en dehors de la diagonale, mesurent la relation entre les variations de deux actifs. Une covariance positive signifie que les deux actifs tendent à évoluer dans la même direction, tandis qu'une covariance négative reflète des mouvements opposés. Par exemple, SSL\_MI et XXT\_SG présentent une covariance positive ( $1.649e-05$ ), ce qui pourrait indiquer une corrélation modérée entre ces deux titres. En revanche, JUVE\_MI et AAB\_CO affichent une covariance négative ( $-1.834e-05$ ), suggérant que leurs variations sont souvent inversées.

SOL\_USD, la seule crypto-monnaie de l'échantillon, se distingue par des covariances faibles ou négatives avec les actifs financiers traditionnels. Par exemple, sa covariance avec AJAX\_AS est de  $-2.596e-05$ , ce qui souligne une indépendance relative par rapport aux fluctuations du marché des actifs financiers. Cette observation reflète la nature unique de SOL\_USD, davantage influencée par des dynamiques propres au marché des crypto-monnaies.

En conclusion, cette analyse met en lumière des caractéristiques distinctes entre les actifs financiers et la crypto-monnaie SOL\_USD. Les actifs financiers montrent des corrélations modérées entre eux, reflétant des influences sectorielles communes, tandis que SOL\_USD évolue de manière relativement indépendante.

Tableau n°3 : Matrice de corrélation



Le coefficient de corrélation mesure la relation entre deux variables en comparant leur covariance au produit de leurs écarts-types. Il varie entre -1 et 1. Une valeur de -1 indique que les variables évoluent dans des directions opposées, tandis qu'une valeur proche de 1 signifie qu'elles évoluent dans la même direction. D'après la matrice de corrélation nous ne pouvons pas observer de corrélation forte entre les actifs.

### **3 - Performances des fonds**

Pour analyser la performance des fonds nous allons utiliser sept critères différents pour analyser lequel est le plus performant.

#### **3.1 Le coefficient de variations**

Le coefficient de variation (CV) est une mesure statistique qui exprime la dispersion relative d'un ensemble de données par rapport à leur moyenne. Il est défini comme le rapport de l'écart-type à la moyenne, principalement exprimé en pourcentage.

Un coefficient faible indique que les données sont peu dispersées par rapport à leur moyenne, ce qui reflète une plus grande homogénéité ou stabilité. Un coefficient élevé montre une dispersion importante, ce qui démontre une plus grande variabilité ou un risque accru dans certains contextes.

**Tableau 4: Coefficient de variation**

| Titre    | Coefficient de variation |
|----------|--------------------------|
| JUVE_MI  | 20.230498                |
| SSL_MI   | 15.499172                |
| XXT_SG   | -3059.731348             |
| CCP_L    | 13.094241                |
| BVB_MU   | -41.510637               |
| SCP_LS   | 36.917610                |
| AAB_CO   | -108.748431              |
| GSRAY_IS | -927.768157              |
| AJAX_AS  | -39.903497               |
| SOL_USD  | 9.733064                 |

Pour ce critère les valeurs les plus performantes sont SOL\_USD et CCP\_L avec des coefficients de variations respectivement de 9.73 et 13.09.

### 3.2 Le ratio de Sharpe

Le Ratio de Sharpe est une mesure financière qui permet d'évaluer la performance ajustée au risque d'un investissement ou d'un portefeuille. Il indique combien d'excès de rendement est généré pour chaque unité de risque prise.

Un ratio de Sharpe élevé indique que l'investissement offre un rendement supérieur par unité de risque, ce qui reflète une meilleure performance ajustée au risque. Alors qu'un ratio faible suggère que l'investissement présente un faible rendement par rapport au risque pris. Si le ratio est négatif, cela signifie que l'actif sous performe par rapport au taux sans risque.

Tableau 5: Ratio de Sharpe

| Titres   | Ratio de Sharpe |
|----------|-----------------|
| AAB_CO   | -0.239          |
| AJAX_AS  | -0.553          |
| BVB_MU   | -0.357          |
| CCP_L    | -0.210          |
| GSRAY_IS | -0.158          |
| JUVE_MI  | -0.119          |
| SCP_LS   | -0.129          |
| SOL_USD  | -0.00506        |
| SSL_MI   | -0.209          |
| XXT_SG   | -0.326          |

Pour le ratio de Sharpe, nous pouvons tout d'abord observer que tous les ratios sont négatifs, ce qui signifie que tous les actifs ont sous-performé durant la période donnée. Ensuite, nous remarquons que le ratio le plus élevé est celui de SOL\_USD, qui est également la seule crypto-monnaie dans la liste. Cela indique que, d'après ce ratio, SOL\_USD est l'actif qui a le mieux performé parmi ceux analysés.

### 3.3 Le ratio de Jensen

Le Ratio de Jensen est une mesure financière utilisée pour évaluer la performance ajustée au risque d'un portefeuille ou d'un actif par rapport à un indice de référence, nous

avons choisi SOL\_USD en indice de référence.. Il indique si un gestionnaire de portefeuille a généré un rendement excédentaire (positif ou négatif) après avoir pris en compte le risque systématique du portefeuille.

Un ratio positif indique que le titre a généré un rendement supérieur à celui attendu en fonction du niveau de risque pris. À l'inverse, un alpha négatif révèle que le fonds a sous-performé par rapport aux attentes, compte tenu du niveau de risque.

Tableau 6: Alpha de Jensen

| Titres   | Alpha de Jensen |
|----------|-----------------|
| JUVE_MI  | 0.29066768      |
| SSL_MI   | 0.27010976      |
| XXT_SG   | -0.04632060     |
| CCP_L    | 0.30575805      |
| BVB_MU   | -0.149767       |
| SCP_LS   | 0.151468        |
| AAB_CO   | -0.17987560     |
| GSRAY_IS | -0.18890703     |
| AJAX_AS  | -0.05573648     |
| SOL_USD  | 0.000           |

Pour l'alpha de Jensen, l'actif le plus performant est CCP\_L (0.030). Nous pouvons également remarquer que JUVE\_MI, SSL\_MI, et SCP\_LS ont généré des rendements supérieurs à ceux attendus.. En revanche, des titres comme XXT\_SG, BVB\_MU, AAB\_CO, GSRAY\_IS, et AJAX\_AS ont montré des alphas négatifs, indiquant une sous-performance par rapport à leur niveau de risque systématique.

### 3.4 Le ratio de Treynor

Le ratio de Treynor est un indicateur qui mesure l'efficacité d'un actif ou d'un portefeuille en fonction de son exposition au risque systémique, lié aux fluctuations du marché. Il se concentre sur la volatilité relative par rapport au marché global, plutôt que sur la volatilité spécifique au portefeuille. En indice de référence, nous avons utilisé SOL\_USD.

Un ratio de Treynor positif indique que le portefeuille a généré un rendement excédentaire par rapport au taux sans risque. En revanche, un ratio négatif révèle que le rendement obtenu ne compense pas le niveau de risque systématique pris.

Tableau 7 : Ratio de Treynor

| Titres   | Ratio Treynor |
|----------|---------------|
| JUVE_MI  | 117.375       |
| SSL_MI   | -213.009      |
| XXT_SG   | -43.962       |
| CCP_L    | -28.298       |
| BVB_MU   | -202.787      |
| SCP_LS   | 17.291        |
| AAB_CO   | -16.668       |
| GSRAY_IS | -18.897       |
| AJAX_AS  | 52.6588       |
| SOL_USD  | -0.266        |

Pour le ratio de Treynor l'actif le plus performant est JUVE\_MI (117.375).

### 3.5 Le ratio de Sortino

Le ratio de Sortino est un indicateur financier utilisé pour évaluer la performance ajustée au risque d'un portefeuille ou d'un actif, en mettant l'accent uniquement sur le risque

de baisse plutôt que sur la volatilité totale. Nous avons utilisé pour le ratio de Sortino l'actif sans risque.

Un ratio de Sortino positif indique que le portefeuille a généré un rendement excédentaire par rapport au seuil cible, tout en limitant efficacement le risque de baisse. En revanche, un ratio négatif révèle que le rendement obtenu est insuffisant pour compenser les pertes potentielles liées aux baisses de performance.

Tableau 8 : Ratio de Sortino

| Titres   | Ratio Sortino |
|----------|---------------|
| JUVE_MI  | -0.155090001  |
| SSL_MI   | -0.276308217  |
| XXT_SG   | -0.357326266  |
| CCP_L    | -0.275220855  |
| BVB_MU   | -0.396127470  |
| SCP_LS   | -0.169732385  |
| AAB_CO   | -0.279352678  |
| GSRAY_IS | -0.205770258  |
| AJAX_AS  | -0.536006146  |
| SOL_USD  | -0.007481183  |

L'actif le plus performant pour le ratio de Sortino est l'actif SOL\_USD avec le ratio le plus élevé.

### 3.6 Le ratio de Roy

Le Ratio de Roy est un indicateur financier utilisé pour évaluer la performance ajustée au risque d'un portefeuille ou d'un actif, en prenant en compte un seuil critique de rendement

défini par l'investisseur. Cet indicateur se concentre sur la capacité du portefeuille à générer un rendement excédentaire au-delà de ce seuil, tout en maîtrisant le risque associé.

Un Ratio de Roy élevé indique que le portefeuille offre une rentabilité supérieure tout en minimisant efficacement la probabilité de rendements inférieurs au seuil critique. À l'inverse, un ratio faible ou négatif reflète une performance insuffisante, où le rendement obtenu ne compense pas adéquatement les risques encourus.

Tableau 9: Ratio de Roy

| Titres   | Ratio de Roy |
|----------|--------------|
| JUVE_MI  | 0.0486       |
| SSL_MI   | 0.0622       |
| XXT_SG   | 0.00369      |
| CCP_L    | 0.0761       |
| BVB_MU   | -0.0310      |
| SCP_LS   | 0.0270       |
| AAB_CO   | -0.00916     |
| GSRAY_IS | -0.000309    |
| AJAX_AS  | -0.0269      |
| SOL_USD  | 0.106        |

Pour le ratio de Roy l'actif le plus performant est SOL\_USD.

### 3.7 Le ratio de l'information

Le ratio d'information évalue la performance d'un investissement par rapport à un indice de référence, le benchmark. Il est calculé en soustrayant le rendement du benchmark de celui de l'investissement, puis en divisant cette différence par l'écart-type des écarts de rendement, aussi appelé tracking error.

Un ratio d'information positif indique que l'investissement surpasse le benchmark de manière régulière après ajustement pour le risque. À l'inverse, un ratio négatif révèle que l'investissement ne parvient pas à produire des rendements supérieurs par rapport au benchmark après prise en compte de la volatilité.

Pour ce dossier nous avons utilisé en indice de référence l'actif SOL\_USD, d'où le NA dans le tableau.

Tableau 10: Ratio de l'information

| Titres   | Ratio de l'information |
|----------|------------------------|
| JUVE_MI  | -0.142                 |
| SSL_MI   | -0.159                 |
| XXT_SG   | -0.235                 |
| CCP_L    | -0.141                 |
| BVB_MU   | -0.269                 |
| SCP_LS   | -0.171                 |
| AAB_CO   | -0.235                 |
| GSRAY_IS | -0.287                 |
| AJAX_AS  | -0.252                 |
| SOL_USD  | NA                     |

L'actif le plus performant pour le ratio de l'information est CCP\_L (-0.141).

## **4 - Récapitulatif des performances**

Nous pouvons maintenant comparer les différents résultats des ratios.

Tableau 11: Comparaison des mesures de performances

|                          | Coefficient de variation | Ratio de Sharpe | Alpha de Jensen | Ratio de Treynor | Ratio de Sortino | Ratio de Roy | Ratio de l'information |
|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|--------------|------------------------|
| Titre le plus performant | SOL_USD                  | SOL_USD         | CCP_L           | JUVE_MI          | SOL_USD          | SOL_USD      | CCP_L                  |

Ce tableau montre que SOL\_USD est l'actif le plus performant dans la majorité des mesures de performance. Il a réussi à générer un rendement élevé tout en maintenant un risque relativement maîtrisé, ce qui en fait l'actif le plus attractif.

En résumé, SOL\_USD est globalement l'actif le plus performant parmi ceux analysés, bien que CCP\_L se distingue dans les domaines du ratio de l'information et de l'alpha de Jensen.

Il est également important de souligner que, contrairement aux neuf premiers actifs qui représentent des clubs de football, SOL\_USD est une crypto-monnaie. Cette différence fondamentale explique en partie la meilleure performance de SOL\_USD, car les crypto-monnaies, par leur nature décentralisée et leur volatilité plus marquée, offrent des rendements plus élevés, mais à un risque plus élevé également. Les clubs de football, bien qu'étant des actifs financiers souvent influencés par des facteurs sportifs, connaissent une plus grande stabilité, mais leur rentabilité reste souvent plus modérée par rapport à celle des crypto-monnaies.

## IV - Théorie moderne du portefeuille

La théorie moderne du portefeuille (TMP), élaborée par Harry Markowitz dans les années 1950, est une méthode quantitative qui guide les investisseurs dans la construction de portefeuilles optimaux. Elle vise à maximiser le rendement attendu pour un niveau de risque donné ou à minimiser le risque pour un rendement espéré. Fondée sur le principe de diversification, cette théorie propose de sélectionner les actifs en fonction de leurs corrélations et de leurs variabilités respectives, plutôt qu'individuellement. Elle repose sur des indicateurs statistiques comme la moyenne des rendements et l'écart-type pour analyser la performance et le risque d'un portefeuille.

### 1 - Analyse du portefeuille avec les neufs premiers actifs

Pour analyser le portefeuille composé des neufs premiers actifs , nous allons commencer par analyser les statistiques du portefeuille avec l'écart-type et la moyenne des rendements.

Tableau 12: Statistiques du portefeuille équi pondéré des neuf premiers actifs

| Moyenne des rendements | Ecart-type |
|------------------------|------------|
| 0.000458               | 0.007983   |

Le tableau ci-dessus montre que la moyenne des rendements est de 0.000458, ce qui indique un rendement relativement faible pour ce portefeuille. Cependant, l'écart-type moyen est très faible, à 0.007983, ce qui traduit une volatilité faible et un rendement stable, ce qui constitue un point positif.

Tableau 13: Statistiques du portefeuille équi pondéré des neuf premiers actifs

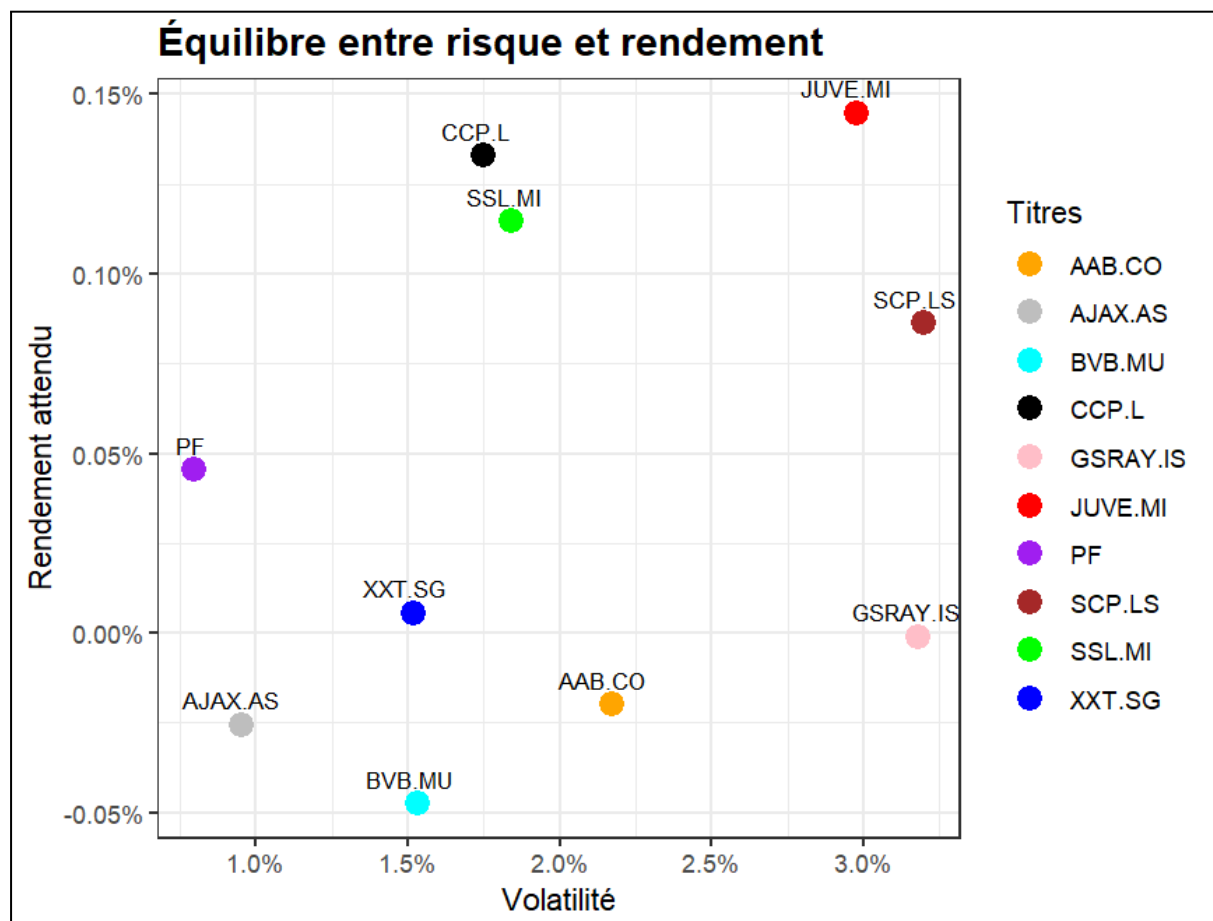
| Kurtosis  | Skewness   |
|-----------|------------|
| 0.1250844 | -0.1789599 |

Le tableau ci-dessus montre le kurtosis et le skewness du portefeuille des neuf actifs. Nous pouvons analyser que le kurtosis, avec une valeur de 0.1250844, est significativement inférieur à 3, ce qui indique une distribution proche de la normale. Les événements extrêmes sont modérément plus fréquents qu'avec une distribution normale, mais cela reste très faible.

La skewness (-0.17) négative indique qu'il y a une légère tendance à avoir des rendements négatifs plus importants que les rendements positifs.

Un plan moyenne-variance est maintenant nécessaire afin de visualiser les neuf titres ainsi que le portefeuille.

Graphique 16: Plan Moyenne-Variance



Ce graphique présente l'évolution du rendement anticipé en fonction de la volatilité, mettant en évidence les liens entre divers niveaux de risque et les rendements attendus d'un portefeuille d'investissements. Il permet de mieux comprendre comment le rendement et la volatilité varient selon les différents actifs du portefeuille, tout en donnant une vue d'ensemble de la performance globale du portefeuille.

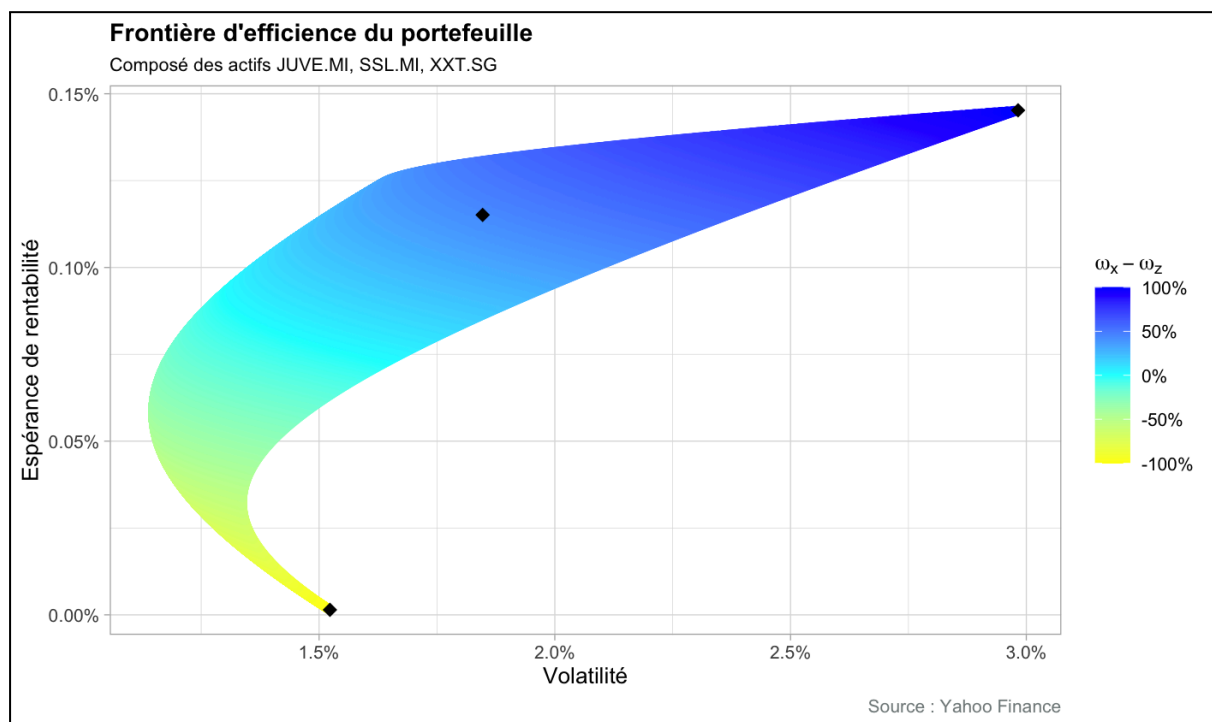
D'après ce graphique, nous pouvons conclure que l'actif JUVE\_MI est efficient, car il se situe au sommet du graphique, offrant un rendement plus élevé pour ce niveau de risque, et aucun autre actif ne présente une rentabilité aussi élevée pour ce risque. De plus, les actifs CCP\_L, SSL\_MI, AJAX\_AS et XXT\_SG sont également considérés comme efficient, car ils offrent un bon compromis entre rendement et risque. Le portefeuille composé des neuf premiers actifs semble également efficient.

En revanche, les actifs SCP\_LS, BVB\_MU, AAB\_CO et GSPRAY\_IS apparaissent comme inefficients, car ils présentent des rendements relativement faibles par rapport à leur niveau de risque.

## 2 - Analyse du portefeuille des trois actifs

En représentant les actifs par leurs rendements et leurs niveaux de risque sur un graphique, nous pouvons tracer une frontière efficiente qui montre les portefeuilles composés des titres offrant le meilleur rendement pour chaque niveau de risque donné. Cette analyse porte sur les trois actifs suivants: JUVE\_MI, SSL\_MI et XXT\_SG.

Graphique 17: Frontière d'efficiance du portefeuille



Ce graphique représente la frontière d'efficiance du portefeuille, composée des actifs JUVE\_MI, SSL\_MI et XXT\_SG. L'axe des abscisses correspond à la volatilité, tandis que l'axe des ordonnées montre l'espérance de rentabilité des portefeuilles constitués de ces trois actifs.

La frontière d'efficiance indique les portefeuilles qui offrent le meilleur rendement pour chaque niveau de risque donné. On peut voir que la courbe présente une relation croissante entre la rentabilité et la volatilité, illustrant l'idée que pour obtenir un rendement plus élevé, un risque plus important est nécessaire.

La partie gauche du graphique montre des portefeuilles moins risqués, mais avec un rendement modéré, tandis que la partie droite représente les portefeuilles plus risqués offrant des rendements plus élevés. Les points noirs indiquent des portefeuilles spécifiques ou optimaux en termes de rentabilité et de risque.

Nous allons à présent mesurer le portefeuille à variance minimale et tangent pour les trois actifs.

Tableau 14: portefeuille à variance minimale

|                          | JUVE.MI | SSL.MI  | XXT.SG |
|--------------------------|---------|---------|--------|
| Poids                    | 0.14095 | 0.32164 | 0.5374 |
| Espérance de rentabilité | 0.00058 |         |        |
| Risque                   | 0.01148 |         |        |

Le tableau présente la composition d'un portefeuille optimisé pour minimiser la variance, en incluant les actifs JUVE.MI, SSL.MI, et XXT.SG. L'objectif principal de ce portefeuille est de réduire le risque, mesuré par la volatilité, tout en assurant un rendement minimal. Le poids de chaque actif dans le portefeuille a été déterminé en fonction de sa contribution à la réduction du risque global.

L'actif XXT.SG représente la majorité du portefeuille avec un poids de 53.74%, ce qui indique qu'il joue un rôle clé dans la composition du portefeuille en termes de rendement et de risque. En revanche, JUVE.MI a un poids relativement faible de 14%, ce qui suggère qu'il contribue moins au portefeuille, notamment en termes de rentabilité. L'espérance de rentabilité pour ce portefeuille est de 0.00058, ce qui est relativement faible, mais cela est cohérent avec l'objectif de minimiser le risque plutôt que de maximiser les rendements.

Le risque de ce portefeuille est de 0.01148, ce qui est un risque faible comparé aux portefeuilles normaux. Ce qui est cohérent parce que l'objectif était de minimiser le risque avec ce portefeuille.

Maintenant, nous allons voir lorsque c'est un portefeuille tangent avec taux sans risque de 2.5%.

Tableau 15 : Portefeuille tangent

|                          | JUVE.MI      | SSL.MI    | XXT.SG    |
|--------------------------|--------------|-----------|-----------|
| Poids                    | 0.1364222    | 0.3120613 | 0.5515165 |
| Espérance de rentabilité | 0.0005653717 |           |           |
| Risque                   | 0.0114832    |           |           |

Le tableau présente les caractéristiques d'un portefeuille tangent composé des actifs JUVE.MI, SSL.MI et XXT.SG. Ce portefeuille est conçu pour maximiser le rendement tout en maintenant un niveau de risque acceptable, en identifiant la combinaison optimale d'actifs. Le poids des actifs montre une pondération de 13.64% pour JUVE.MI, 31.21% pour SSL.MI, et 55.15% pour XXT.SG. Ces pondérations indiquent que XXT.SG a une importance significative dans le portefeuille, tandis que JUVE.MI a un poids moindre, reflétant une contribution plus modérée à la rentabilité attendue.

L'espérance de rentabilité du portefeuille tangent est de 0.0005653717, ce qui indique un rendement relativement faible mais cohérent avec l'objectif d'optimisation du rendement pour un niveau de risque donné 2.5%. Ce rendement est influencé principalement par la pondération élevée de XXT.SG et la contribution modérée des deux autres actifs.

En termes de risque, ce portefeuille présente une volatilité de 0.0114832, qui reste faible et contrôlée, bien qu'elle soit supérieure à celle du portefeuille à variance minimale. Cela est logique, car le portefeuille tangent cherche à obtenir un rendement plus élevé en acceptant un niveau de risque légèrement supérieur. Ce risque est soigneusement équilibré par l'optimisation de l'allocation des actifs, visant à obtenir un rendement maximal ajusté au risque.

Tableau 16: Comparaison des deux méthodes

|                          | Portefeuille à variance minimale | Portefeuille tangent |
|--------------------------|----------------------------------|----------------------|
| Espérance de rentabilité | 0.00058                          | 0.0005653717         |
| Risque                   | 0.01148                          | 0.0114832            |

Avec ce tableau, nous pouvons comparer les deux portefeuilles et constater que le risque le plus faible est celui du portefeuille à variance minimale (0.01148), en parfaite cohérence avec son objectif de minimisation du risque. De plus, l'espérance de rentabilité est légèrement supérieure pour le portefeuille à variance minimale (0.00058).

Ces résultats indiquent que, pour un taux sans risque donné de 2.5%, il est préférable d'opter pour le portefeuille à variance minimale, qui offre un meilleur équilibre entre risque et rendement dans ce contexte.

## V - Conclusion

Pour conclure, l'analyse des titres financiers, composée de neuf clubs de football et d'une crypto-monnaie, a permis de mettre en lumière la volatilité et les dynamiques spécifiques de ces actifs. Chaque titre présente des caractéristiques distinctes, mais nous pouvons noter que tous les clubs de football sont plutôt stables sur la période sélectionnée. De son côté, la crypto-monnaie Solana a affiché une forte volatilité avec des hausses marquées, soulignant sa nature volatile.

L'étude des rendements a révélé des disparités importantes entre les actifs. Les titres liés aux clubs de football ont montré une volatilité modérée. À l'inverse, Solana a affiché une volatilité extrêmement élevée, typique des crypto-monnaies. Les statistiques descriptives, notamment les coefficients de variation et les ratios de performance (Sharpe, Jensen, Treynor...), ont permis de classifier les titres en fonction de leur rentabilité ajustée au risque. Les ratios ont révélé que, bien que tous les actifs aient montré une certaine sous-performance (ratios de Sharpe négatifs), Solana s'est démarqué dans les autres indicateurs de risque, comme le ratio de Sortino. CCP\_L s'est également distingué en étant l'actif le plus performant pour les ratios de l'information et l'alpha de Jensen.

Ainsi, cette analyse a permis d'analyser les statistiques de chaque titre, en mettant en évidence les différentes sources de risque et de performance.

L'application de la théorie moderne du portefeuille dans cette analyse a permis de mettre en évidence l'importance cruciale de la diversification pour construire un portefeuille optimal. En combinant les neuf premiers actifs, nous avons constaté que le portefeuille obtenu offre un bon compromis entre rendement et risque. En effet, ce portefeuille apparaît comme efficient sur le graphique 16, tandis que la plupart des actifs individuels ne le sont pas.

En choisissant spécifiquement les trois actifs JUVE\_MI, SSL\_MI et XXT\_SG, nous avons observé que le portefeuille à variance minimale présente le risque le plus faible, ce qui est parfaitement aligné avec son objectif de réduction du risque. Il présente également un rendement légèrement plus élevé que le portefeuille tangent.

## VI - Bibliographie

Yahoo Finance. *JUVE.MI - Juventus Football Club S.p.A. (Italy)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/JUVE.MI/>

Yahoo Finance. *SSL.MI - S.S. Lazio S.p.A. (Italy)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/SSL.MI/>

Yahoo Finance. *XXT.SG - Olympique Lyonnais Groupe (France)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/XXT.SG/>

Yahoo Finance. *CCP.L - Celtic plc (Scotland)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/CCP.L/>

Yahoo Finance. *BVB.MU - Borussia Dortmund GmbH & Co KGaA (Germany)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/BVB.MU/>

Yahoo Finance. *SCP.LS - Sporting Clube de Portugal - Futebol, SAD (Portugal)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/SCP.LS/>

Yahoo Finance. *AAB.CO - Aalborg Boldspilklub A/S (Denmark)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/AAB.CO/>

Yahoo Finance. *GSRAY.IS - Galatasaray Sportif Sınai ve Ticari Yatirimlar A.S. (Turkey)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/GSRAY.IS/>

Yahoo Finance. (n.d.). *AJAX.AS - AFC Ajax NV (Netherlands)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/AJAX.AS/>

Yahoo Finance. *SOL-USD - Solana USD (Cryptomonnaie)*.

<https://fr.finance.yahoo.com/quote/SOL-USD/>

# VII - Table des matières

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I - Introduction</b>  | <b>3</b>  |
| <b>II - Présentation générale des titres</b>   | <b>5</b>  |
| 1 - Juventus Football Club S.p.A. (JUVE.MI)  | 5         |
| 2 - S.S. Lazio S.p.A. (SSL.MI)   | 7         |
| 3 - Olympique Lyonnais Groupe (XXT_SG)   | 9         |
| 4 - Celtic plc (CCP.L)   | 11        |
| 5 - Borussia Dortmund GmbH & Co KGaA   | 13        |
| 6 - Sporting Clube de Portugal - Futebol, SAD (SCP.LS)                               | 15        |
| 7 - Aalborg Boldspilklub A/S (AAB.CO)  | 17        |
| 8 - Galatasaray Sportif Sınai ve Ticari Yatirimlar A.S. (GSRAY.IS)                   | 19        |
| 9 - AFC Ajax NV (AJAX.AS)  | 21        |
| 10 - Solana USD (SOL-USD)  | 23        |
| <b>III - Calcul des rendements, statistiques usuelles et performances des titres</b> | <b>25</b> |
| 1 - Evolution des cours et des rendements en fonction du temps                       | 25        |
| 2 - Statistiques descriptives des fonds  | 28        |
| 3 - Performances des fonds   | 35        |
| 3.1 Le coefficient de variations   | 35        |
| 3.2 Le ratio de Sharpe   | 36        |
| 3.3 Le ratio de Jensen   | 37        |
| 3.4 Le ratio de Treynor  | 38        |
| 3.5 Le ratio de Sortino  | 39        |
| 3.6 Le ratio de Roy  | 40        |
| 3.7 Le ratio de l'information  | 41        |
| 4 - Récapitulatif des performances   | 42        |
| <b>IV - Théorie moderne du portefeuille</b>  | <b>43</b> |
| 1 - Analyse du portefeuille avec les neufs premiers actifs                           | 43        |
| 2 - Analyse du portefeuille des trois actifs   | 46        |
| <b>V - Conclusion</b>  | <b>50</b> |
| <b>VI - Bibliographie</b>  | <b>51</b> |
| <b>VII - Table des matières</b>  | <b>52</b> |