

Louvain School of Management

Quelle est la sélection de portefeuille optimale pour un investisseur particulier considérant le risque et les coûts de transaction ?

Analyse comparative entre trois stratégies

Auteur : Dylan Hanot
Promoteur : Rudy De Winne
Année académique 2022-2023
Master en Sciences de gestion HD

Abstract

Louvain School of Management

Master en Sciences de Gestion HD (GEHM2MS/G)

Quelle est la sélection de portefeuille optimale pour un investisseur particulier considérant le risque et les coûts de transaction ?

Analyse comparative entre trois stratégies.

Auteur : Dylan Hanot – NOMA : 0897-20-00

Promoteur : Pr Rudy De Winne

L'investissement dans les actifs financiers est devenu une pratique courante chez les particuliers. De nos jours, ces derniers ont à leur disposition une multitude de possibilités afin de maximiser la croissance de leur patrimoine. Néanmoins, il semble essentiel de prendre en compte les risques encourus ainsi que les frais de transaction qui peuvent affecter la performance de leur stratégie. Dans cette étude, nous examinerons les différentes options disponibles pour les investisseurs particuliers tout en tenant compte des différentes contraintes.

L'application de la théorie classique de la sélection de portefeuille de Markowitz (1952) peut être coûteuse pour le petit investisseur en raison des coûts de transaction importants. En effet, ces investisseurs sont incités à opter pour une sélection d'actifs relativement limitée. Cette technique peut donc conduire à un problème d'optimisation dans lequel les coûts de transaction se heurtent aux coûts de risque liés à un portefeuille peu diversifié.

À la lumière de ces constatations, la rentabilité d'un portefeuille d'actifs soumis à la théorie de Markowitz (1952) sera comparée à une stratégie dite "passive", notamment à l'aide d'ETF (Exchange-Traded Funds). Ceux-ci sont très appréciés des investisseurs, car ils permettent d'éviter le conflit entre le rendement d'un côté et le risque de l'autre. Cette comparaison permettra d'évaluer la pertinence de la stratégie active et de déterminer si elle est justifiée, compte tenu des coûts de transaction associés et des risques encourus.

Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont aidé dans la réalisation de ce mémoire, à commencer par mon promoteur, Rudy De Winne, pour sa disponibilité ainsi que pour ses conseils tout au long de la rédaction de ce mémoire. Il m'a permis de réaliser celui-ci de ma propre initiative, tout en me guidant dans la bonne direction chaque fois qu'il le jugeait nécessaire.

Je tiens également à remercier mes professeurs et mes enseignants, qui m'ont transmis leur savoir et ont su éveiller ma curiosité. Vos cours enrichissants et vos interventions pertinentes m'ont permis d'acquérir les connaissances et les compétences nécessaires pour mener à bien ce travail de recherche.

Mes sincères remerciements vont également à toute l'équipe de l'UCLouvain FUCaM Mons pour son soutien administratif et logistique tout au long de ce processus.

Je suis également reconnaissant envers ma famille et mes amis qui m'ont soutenu tout au long de cette aventure. Vos encouragements et votre compréhension ont été une source d'inspiration et de motivation. Votre présence à mes côtés a été précieuse et m'a permis de persévérer dans les moments les plus difficiles.

Je tiens également à remercier Barnabé Walheer pour l'aide que tu m'as apportée tout au long de la réalisation du code MatLab.

Enfin, mais surtout, je te remercie Céline pour ce que tu as apporté dans ma vie depuis que nous nous sommes rencontrés. Tu n'as jamais cessé de me soutenir tout au long de la rédaction de ce mémoire et tu as même essayé d'y trouver un intérêt malgré le fait que le sujet soit loin de ton domaine d'expertise.

Table des matières

Abstract	2
Remerciements	3
Liste des figures	III
Liste des tableaux	IV
Introduction.....	1
1. Contexte de la recherche.....	1
2. Question de recherche et motivation.....	3
Chapitre 1 : Cadre théorique.....	4
1. Indice Boursier	4
1.1. Investissement indiciel	4
2. Exchange Traded Funds	6
2.1. Réplication de l'EFT	7
2.2. Avantages et inconvénients des ETF	11
3. S&P500	13
3.1. Explication et historique	13
3.2. Baromètre économique.....	14
3.3. Éligibilité des sociétés à l'intérieur du S&P 500.....	14
3.4. Rotation	15
3.5. S&P 500 formule mathématique.....	17
3.6. ETF et indice S&P500.....	17
4. S&P500 EWI.....	19
4.1. Construction	19
4.2. Rotation	20
4.3. La performance supérieure des portefeuilles équipondérés : une analyse à long et à court terme	20
5. Théorie Moderne du Portefeuille	24
6. Capital Market Line and the CAPM Model	28
Chapitre 2 : Étude empirique.....	32
1. Sélection du terrain et des données.....	32
2. Méthodologie	36
Chapitre 3 : Analyse.....	39
1. ETF S&P 500	39
2. ETF S&P 500 Equal Weight Portfolio.....	41

3. Portefeuille selon la stratégie de Markowitz	43
4. Comparaison entre les 3 stratégies sur différentes périodes	45
4.1. Analyse après 4,75 ans	46
4.2. Analyse après 9,5 ans	47
4.3. Analyse après 14,25 ans	48
4.4. Analyse après 19 ans	49
5. Impact des frais sur la stratégie de Markowitz.....	51
Chapitre 4 : Conclusion et recherches futures	53
1. Implications des résultats.....	54
2. Suggestions pour des recherches futures et Limites.....	56
2.1. Suggestions pour des recherches futures.....	56
2.2. Limites de ce mémoire	56
Annexes.....	58
Code Markowitz MatLab pour un rendement toutes les 12 semaines avec frais.....	58
Poids de l'action la plus importante dans le modèle de Markowitz	64
Nombre d'actions avec un poids supérieur à 0,2%	65
Figures supplémentaires	66
Bibliographie.....	68

Liste des figures

Figure 1 : Représentation des répliques des EFT physiques, source : Vanguard (2020).....	8
Figure 2 : Explication du modèle synthétique, Source : Vanguard (2020).....	10
Figure 3 : Pourcentage de réplique d'ETF par région, Source : données Bloomberg (2020), citées dans Vanguard (2020).	10
Figure 4 : Évolution des frais pour les principaux ETF, Source : Ben-David et al. (2022).....	12
Figure 5 : Composition de l'indice S&P 500 par secteur, Source : Standard & Poor's (2022).	16
Figure 6 : Représentation graphique du principe de Mean-Reversion Source : Investopedia (2021)....	21
Figure 7 : Rendements pour les portefeuilles à pondération égale et à pondération en fonction de la capitalisation avec rééquilibrage mensuel, Source : B. H. Taljaard et E. Maré (2021).	22
Figure 8 : Changements sur un an des composants de l'indice pour le S&P500, Source : B. H. Taljaard et E. Maré (2021).	23
Figure 9 : Modèle de Markowitz, Source : Ebrary (n.d.).	27
Figure 10 : Frontière efficiente, Source : Investopedia (2022).	29
Figure 11 : Volatilité de l'ETF S&P 500.	40
Figure 12 : Volatilité de l'ETF S&P 500 EWI.	42
Figure 13 : Volatilité du Portefeuille de Markowitz. L'axe de l'abscisse représente les trimestres écoulés.	44
Figure 14 : Rendements cumulés de nos trois stratégies. L'axe de l'abscisse représente les trimestres écoulés.	50
Figure 15 : Poids de l'action la plus importante dans le portefeuille de Markowitz par période de 12 semaines.....	64
Figure 16 : Nombre d'actions avec un poids supérieur à 0,2% par période de 12 semaines.....	65
Figure 17 : Les frais sont issus des sites internet des différentes plateformes, source : les sites internet des différents courtiers opérant sur le territoire belge. (2023)	66
Figure 18 : Graphique comparatif de nos trois stratégies sur une période de 4,75 ans.....	66
Figure 19 : Graphique comparatif de nos trois stratégies sur une période de 9,5 ans.....	67
Figure 20 : Graphique comparatif de nos trois stratégies sur une période de 14,25 ans.....	67
Figure 21 : Graphique comparatif de nos trois stratégies sur une période de 19 ans.....	67

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau comparatif ETF S&P 500 sur les différentes périodes.	40
Tableau 2 : Tableau comparatif ETF S&P 500 sur les différentes périodes.	41
Tableau 3 : Tableau comparatif Portefeuille de Markowitz sur les différentes périodes.....	43
Tableau 4 : Tableau comparatif de nos trois stratégies sur une période de 4,75 ans.	46
Tableau 5 : Tableau comparatif de nos trois stratégies sur une période de 9,5 ans.	47
Tableau 6 : Tableau comparatif de nos trois stratégies sur une période de 14,25 ans.	48
Tableau 7 : Tableau comparatif de nos trois stratégies sur une période de 19 ans.	49
Tableau 8 : Tableau comparatif Portefeuille de Markowitz sur les différentes périodes (rééquilibrage annuel).	52

Introduction

1. Contexte de la recherche

Le nombre d'investisseurs particuliers en Belgique est en augmentation depuis les 3 dernières années. En effet, selon la FSMA (2021), *« Au cours des trois dernières années, 830 000 investisseurs belges ont effectué des transactions en bourse. Ce chiffre ne cesse d'augmenter : durant les trois premiers mois de l'année 2021, le nombre d'investisseurs distincts a plus que doublé par rapport au premier trimestre 2019 »*.

L'augmentation significative de l'investissement chez les particuliers peut s'expliquer en partie par les faibles frais facturés par les courtiers en ligne tels que Bolero, Degiro, ING et Keytrade, entre autres. Cette accessibilité financière accrue permet à un grand nombre de petits investisseurs de diversifier leur patrimoine à moindre coût. Toutefois, cela soulève la question de la stratégie d'investissement optimale à utiliser afin de maximiser les rendements.

Les frais restent une problématique pour le petit investisseur en raison des coûts de transaction sous la forme de frais de courtage. En particulier, les frais minimaux qui peuvent obliger l'investisseur à choisir un montant relativement limité d'actifs comme l'expliquent Mao (1970), Jacob (1974), Levy (1978), Sankaran et Patil (1999), Mansini et Speranza (1999). L'existence de coûts de transaction conduit à un problème d'optimisation qui juxtapose deux coûts différents : ceux liés aux risques qui surviennent avec des portefeuilles constitués de peu d'actifs ainsi que ceux concernant les différentes transactions.

L'objectif de ce travail de recherche est de déterminer la méthode d'investissement la plus performante parmi trois choix en prenant en compte les coûts associés à chaque activité, notamment la rotation des actions dans le portefeuille.

Une étude empirique de Baule (2008) montre que, pour les petits volumes d'investissement, les coûts de transaction dominent les coûts du risque, de sorte que les portefeuilles optimaux ne contiennent qu'un très petit nombre d'actifs. Basé sur ces résultats, notre investisseur particulier pourrait être tenté d'acheter des ETF. Ces fonds d'investissement permettent de diminuer le

risque lié à un manque de diversification tout en payant des frais d'achat et de gestion très faibles.

Partant de cette observation, nous comparerons les trois techniques d'investissement suivantes : un ETF pondéré par capitalisation (S&P 500), un ETF équipondéré (S&P 500 EWI) et une stratégie fondée sur la théorie moderne des portefeuilles de Markowitz (1952) sur base des 500 actions de l'indice américain. La comparaison se fera tant au niveau du rendement obtenu que du risque encouru pour chaque stratégie. Nous réaliserons l'étude sur cet indice, car il est aisé de trouver des informations pertinentes sur celui-ci et que les données financières sont elles aussi très faciles à obtenir. L'objectif de cette analyse est de proposer une stratégie d'investissement optimale pour les investisseurs particuliers, en maximisant les rendements tout en prenant en compte le niveau de risque.

2. Question de recherche et motivation

La question de recherche que nous étudierons dans ce mémoire est la suivante : « *Quelle est la sélection de portefeuille optimale pour un investisseur particulier considérant le risque et les coûts de transaction ?* ».

La question de la sélection de portefeuille optimale pour un investisseur particulier est un sujet d'intérêt majeur dans le domaine de la finance et de l'investissement. Les investisseurs particuliers ont de plus en plus recours à l'investissement dans des actifs financiers afin de faire fructifier leur patrimoine. Cependant, ils sont confrontés à un grand nombre d'options d'investissement et à des coûts de transaction qui peuvent compromettre la performance de leur stratégie d'investissement.

L'étude de la sélection de portefeuille optimale pour un investisseur particulier est une question de recherche pertinente et importante dès lors que cette problématique possède des implications pratiques significatives pour les investisseurs individuels et les professionnels de la finance. Ce mémoire vise à fournir des recommandations claires et concrètes pour ces derniers, destinées à les aider à prendre des décisions d'investissement éclairées et efficaces.

La motivation et l'ambition de ce travail découlent du fait que nous pourrions tous être amenés à vouloir investir dans ce genre d'actifs, d'où l'intérêt d'identifier les stratégies qui sont susceptibles d'avoir de meilleurs rendements.

Chapitre 1 : Cadre théorique

1. Indice Boursier

Selon Chen (2022), un indice est une méthode permettant de suivre la performance d'un groupe d'actifs. Les indices mesurent généralement la performance d'un panier de titres destiné à reproduire une certaine zone du marché ou un secteur d'activité.

Ces indices peuvent être construits comme des indices qui captent l'ensemble du marché, tels que l'indice Standard & Poor's 500 ou le Dow Jones Industrial Average (DJIA), ou plus spécialisés tels que des indices qui suivent un secteur ou un segment particulier, comme l'indice Russell 2000, qui suit uniquement les actions de petites capitalisations.

Ils jouent aussi un rôle d'indicateur. En finance, ils font généralement référence à une mesure statistique du changement sur un marché de titres. Dans le cas des marchés financiers, les indices boursiers et obligataires consistent en un portefeuille hypothétique de titres représentant un marché particulier ou un segment de celui-ci.

1.1. Investissement indiciel

Chen (2022) nous dit aussi que les indices sont souvent utilisés comme références pour mesurer la performance des fonds communs de placement et des fonds négociés en bourse (ETF). Par exemple, de nombreux fonds communs de placement comparent leurs rendements à celui de l'indice S&P 500 pour donner aux investisseurs une idée de la quantité de gains supplémentaires ou de pertes que les gestionnaires réalisent par rapport à ce qu'ils gagneraient dans un fonds indiciel.

L'indexation est une forme de gestion de fonds passifs. Au lieu d'un gestionnaire de portefeuille de fonds qui sélectionne activement les actions et chronomètre le marché, c'est-à-dire choisir les titres dans lesquels investir et établir une période lors de laquelle les acheter et les vendre. Le gestionnaire de fonds construit un portefeuille dans lequel les titres reflètent les valeurs d'un indice particulier. L'idée est qu'en imitant le profil de l'indice, le marché boursier

dans son ensemble ou un segment large de celui-ci, le fonds correspondra également à sa performance.

Étant donné que nous ne pouvons pas investir directement dans un indice, des fonds indiciels ont été créés pour suivre leur performance. Ces fonds intègrent des titres qui imitent de près ceux trouvés dans un indice, permettant ainsi à un investisseur de parier sur sa performance, moyennant des frais. Un exemple d'un fonds indiciel populaire est le Vanguard S&P 500 ETF (VOO)¹, qui imite étroitement l'indice S&P 500.

Lors de la création de fonds communs de placement et d'ETF, les promoteurs de fonds tentent de créer des portefeuilles reflétant les composants d'un certain indice. Cela permet à un investisseur d'acheter un titre susceptible de monter et de baisser en tandem avec le marché boursier dans son ensemble ou avec un segment du marché.

¹ <https://investor.vanguard.com/investment-products/etfs/profile/voo>

2. Exchange Traded Funds

Pour Ferri (2008), l'Exchange Traded Funds, ou fonds négocié en bourse en français, est un type de fonds d'investissement qui est conçu pour répliquer la performance d'un marché ou d'une thématique. Par exemple, celui des obligations américaines qui investissent dans des entreprises 'vertes' (iShares USD Green Bond ETF) ou bien celui des entreprises qui s'occupent de la gestion des eaux (iShares MSCI Water Management Multisector ETF).

Il peut également suivre un indice boursier, comme le S&P 500 (iShares Core S&P 500 ETF) ou encore le Nasdaq 100 (iShares NASDAQ 100 UCITS ETF), en achetant un panier d'actions représentatives de cet indice. Cette liste nous permet de voir qu'il est possible d'investir sur tous types d'actifs à l'aide de ces ETF.

Ceux-ci sont négociés en bourse comme des actions individuelles et sont généralement considérés comme des instruments financiers passifs, car ils visent à refléter la performance de l'indice sous-jacent plutôt que de chercher à la surpasser. Ils peuvent être fournis par plusieurs sociétés, les plus connues d'entre elles sont : BlackRock, Vanguard, Invesco, Lyxor, etc.

Pour Strub & Baumann (2018) et Montfort, Visser & Van Draat (2008), ce type de fonds est intéressant pour les investisseurs particuliers, car il génère souvent des rendements nets plus élevés par rapport aux fonds d'investissement classiques de type *hedge fund*. En plus de cette sous-performance, ces fonds sont très peu transparents sur la gestion faite du patrimoine de l'investisseur comme l'explique Fung & Hsieh (2004).

Néanmoins, ces derniers peuvent être perçus comme risqués. En effet, Ferri (2008) nous explique que les ETF peuvent être exposés à différents types de risques, en fonction de leur stratégie d'investissement. Par exemple, un ETF investi dans les actions peut être exposé au risque de baisse des cours de bourse, tandis qu'un ETF investi dans des obligations peut être exposé au risque de défaut de l'emprunteur en plus de celui de la baisse des cours.

2.1. Réplication de l'EFT

Il existe deux grands types d'ETF, qui diffèrent par la manière dont ils reproduisent l'indice sous-jacent : les ETF physiques et synthétiques.

2.1.1. ETF physiques

Les ETF physiques tentent de suivre la performance de l'indice cible en investissant dans l'ensemble ou une partie substantielle de leurs actifs dans les actions qui composent l'indice, en détenant chaque action dans des proportions approximativement identiques à son poids dans l'indice, Corsi (2020).

Il existe 3 techniques de réplication pour les ETF physiques comme montré dans la figure 1 :

- 1) **la réplication intégrale** est l'une des méthodes utilisées pour suivre un indice. Elle consiste à acheter tous les titres de l'indice, dans la même proportion qu'ils apparaissent dans celui-ci. Par exemple, si un ETF suit le S&P 500, il devrait acheter les 500 actions dans la même proportion qu'elles apparaissent dans l'indice ;
- 2) **la méthode d'échantillonnage** : les ETF qui adoptent cette approche ne détiennent qu'un sous-ensemble des titres de l'indice de base. Cette méthode vise à correspondre au profil de risque et de rendement de l'indice que le fonds cherche à suivre, et est généralement utilisée pour les ETF qui offrent une exposition à des indices de revenu fixe larges (*fixed income indices*)². Dyer & Guest (2022) expliquent que l'échantillonnage crée le potentiel d'une plus grande marge d'erreur de suivi. Cependant, parce que la stratégie nécessite de détenir moins d'actions, elle peut réduire les coûts de transaction, ce qui améliorerait les rendements. Les gérants d'ETF peuvent ainsi éviter les actions les plus illiquides et ils rencontrent moins de problèmes liés à la volatilité des titres ;
- 3) **l'optimisation** est utilisée lorsque la réplication intégrale est considérée comme impraticable et non rentable en raison de l'ampleur de l'indice cible. Cette méthode

² Indices de référence qui suivent la performance d'un groupe de titres à revenu fixe, tels que les obligations. Les titres à revenu fixe sont des instruments de dette émis par des sociétés, des gouvernements ou d'autres entités pour lever des capitaux. Ces titres versent généralement un taux d'intérêt fixe à leurs détenteurs et ont une date d'échéance fixe, à laquelle le montant principal est remboursé.

construit un sous-ensemble en minimisant l'erreur de suivi par rapport à l'indice de référence, plutôt que d'utiliser une technique d'échantillonnage.

Les techniques d'échantillonnage et d'optimisation sont souvent utilisées pour les fonds indiciels obligataires. Comparés aux indices d'actions, les indices obligataires contiennent généralement un panier de titres plus large. De nombreuses obligations des indices obligataires peuvent être illiquides ou difficiles d'accès, car beaucoup d'investisseurs ont tendance à les détenir jusqu'à leur échéance, selon Corsi (2020). Cela pousse les sociétés émettrices à proposer ce genre de réplcation.

Cependant, Ramasmawy (2011) explique que la réplcation physique peut être une méthode coûteuse pour suivre les indices de marché larges tels que les indices d'actions de marchés émergents ou les indices de revenu fixe, ou d'autres indices de marché moins liquides. Néanmoins, inclure uniquement un sous-ensemble des titres de l'indice sous-jacent pour la réplcation physique peut entraîner des écarts importants dans les rendements entre l'ETF et l'indice dans des conditions de marché volatiles. De plus, dans des marchés moins liquides, les écarts entre les prix d'achat et de vente augmentent les coûts de réplcation, en particulier lorsque le fonds a une rotation élevée. C'est pourquoi celui-ci préconise l'utilisation d'ETF synthétique dans de tels cas.

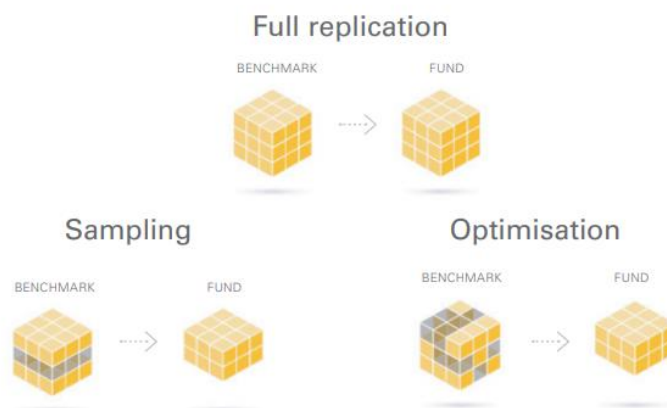


FIGURE 1 : REPRÉSENTATION DES RÉPLICATIONS DES EFT PHYSIQUES, SOURCE : VANGUARD (2020).

2.1.2. ETF synthétiques

Cette méthode a été introduite pour la première fois sur le marché français en 2001 par Lyxor selon Glow (2022). Au lieu de posséder des actifs physiques, les ETF synthétiques répliquent l'indice de référence en utilisant des dérivés³.

Dickson et al. (2013) expliquent que les ETF synthétiques sont créés à l'aide d'un swap⁴. En effet, dans le cadre de cette structure synthétique, les *authorized participant* (AP) reçoivent l'ETF synthétique de la part de l'organisateur de l'ETF en échange de liquidités. La contrepartie qui est une institution financière reçoit de la part du fournisseur d'ETF du cash. En échange, celle-ci enverra le swap qui est l'outil qui a permis la création de l'ETF synthétique. Cet ETF fournira un rendement conforme à l'indice de référence. Cependant, ces actifs de garantie peuvent être considérablement différents de la composition de l'indice de référence.

Le *Collateral Pool* fait référence aux actifs engagés en garantie auprès d'un ETF par la contrepartie qui est généralement une banque, un courtier en valeurs mobilières ou une autre institution financière, celui-ci est responsable de verser le rendement promis dans le cadre d'un arrangement de swap. Les actifs seront conservés par l'émetteur d'ETF au bénéfice de ses actionnaires, si la contrepartie ne respecte pas ses obligations de paiement. Cela permet ainsi de diminuer le risque de contrepartie qui est défini par Boluze (2022) comme le risque d'une défaillance de l'autre partie en l'occurrence la contrepartie qui l'empêche de respecter ses engagements en occasionnant une perte financière. Ce défaut peut être volontaire ou dû à l'impossibilité (faillite, etc.) d'une des parties de remplir les termes du contrat le liant à l'autre partie. La figure 2 permet de comprendre plus aisément ce processus.

³ Les dérivés sont des instruments financiers dont la valeur dépend de celle d'autres actifs financiers sous-jacents. Les dérivés sont utilisés pour couvrir les risques financiers ou spéculer sur les mouvements de prix des actifs sous-jacents.

⁴ Pour Dickson et al. (2013), le swap est un accord entre les parties pour échanger des flux de trésorerie périodiques sur une période convenue. Les flux de trésorerie sont généralement déterminés par des mesures du marché financier telles que les taux d'intérêt et les indices boursiers.

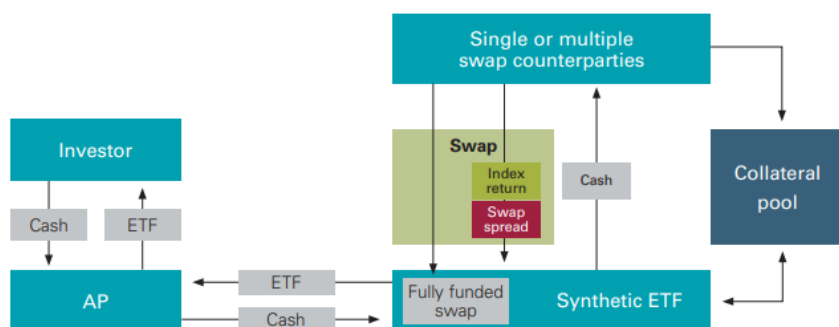


FIGURE 2 : EXPLICATION DU MODÈLE SYNTHÉTIQUE, SOURCE : VANGUARD (2020).

Dans un article de Ben-David et al. (2017), celui-ci nous explique que les ETF synthétiques sont plus populaires en Europe qu'aux Etats-Unis comme le montre la figure 3 ci-dessous. Ce phénomène pourrait être expliqué par une fiscalité plus attractive en Europe pour ce genre d'instrument.

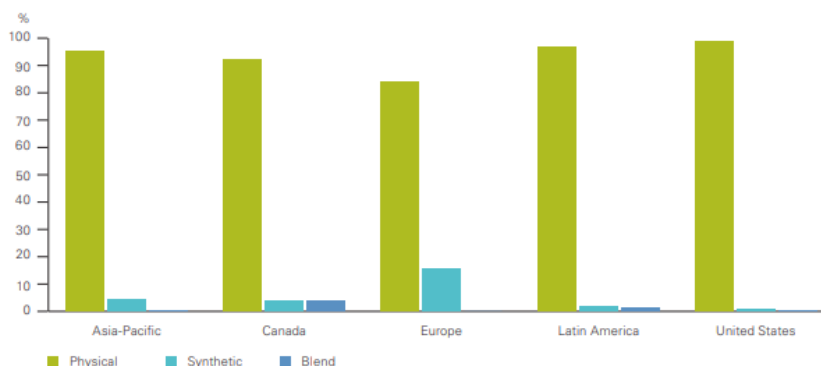


FIGURE 3 : POURCENTAGE DE RÉPLICATION D'ETF PAR RÉGION, SOURCE : DONNÉES BLOOMBERG (2020), CITÉES DANS VANGUARD (2020).

L'une des raisons de la demande pour ce genre de structures selon Naumenko et al. (2015) est que sur les marchés peu liquides, un écart important entre les prix acheteur et vendeur peut entraîner des coûts croissants, particulièrement lorsque le turnover est élevé.

Cependant, dans son étude sur les rendements quotidiens d'un échantillon de 35 ETF négociés à la Bourse suisse, ses recherches sur les tracking errors⁵ démontrent que les ETF synthétiques semblent moins précis dans la réplification du rendement de l'indice de référence que les ETF physiques.

⁵ L'erreur de suivi est l'écart entre le comportement de prix d'une position ou d'un portefeuille et le comportement de prix d'un indice de référence. Chen (2020)

C'est pourquoi il conseille aux gestionnaires de portefeuille et aux investisseurs privés qui achètent ces instruments de gestion passive pour obtenir le même rendement que l'indice suivi d'être conscients de ces erreurs de suivi, surtout si la performance du gestionnaire de portefeuille est basée sur une comparaison avec la performance d'un indice de référence.

2.2. Avantages et inconvénients des ETF

Le marché des ETF est en pleine expansion. En effet, l'émission de ceux-ci n'a fait que croître depuis les années 2000. Selon Cohen (2023), en 2008, il y en avait 700 sur le marché pour une valeur totale de 500 milliards USD pour atteindre en 2022 un niveau record, avec plus de 53 trillions de dollars échangés (contre 41 trillions de dollars en 2021).

Nille (2023) nous indique dans son interview avec le country manager de Trade Republic que : *"On assiste à une transformation massive vers une individualisation des investissements, contrairement à la génération des personnes plus âgées en faveur des investissements collectifs. Les jeunes utilisent les ETF parce qu'ils sont moins chers, plus diversifiés et plus faciles à comprendre par le public"*. Dans ce même article, le porte-parole de Bolero nous dit : *"Le titre le plus négocié en 2022 chez les jeunes entre 18 et 40 ans a été un ETF"*.

Selon Antoniewicz & Heinrichs (2014, p. 3 et 4), ils présentent de nombreux avantages tels que : *« Échange intra-journalier : ils peuvent être échangés sur les bourses, offrant ainsi aux investisseurs une liquidité et un accès rapide à différentes classes d'actifs.*

Transparence au niveau des prix : le prix d'un ETF sur le marché secondaire est généralement proche de la valeur marchande des titres sous-jacents de son portefeuille, minimisant ainsi les écarts de négociation avec la valeur liquidative. Les ETF sont ainsi plus pratiques et plus faciles à utiliser que les fonds fermés pour les investisseurs soucieux d'éviter les primes ou les décotes importantes.

Avantageux au niveau des taxes : ils sont intéressants, car certains réinvestissent les dividendes au lieu de les distribuer. De plus, ils ont aussi un faible taux de rotation de leur portefeuille et ils utilisent des rachats en nature.

Accessibilité à certains marchés spécifiques : ils permettent aux investisseurs institutionnels et particuliers d'obtenir une exposition à des marchés ou classes d'actifs difficiles ou impossibles à atteindre autrement. Par exemple, certains marchés étrangers nécessitent des conditions spécifiques, mais l'achat d'un ETF qui y est exposé permet de contourner ces obstacles comme pour l'achat de toute autre action en bourse. ».

La popularité de ces ETF pourrait aussi être expliquée par leurs coûts qui ne cessent de diminuer avec le temps, comme nous le montre la figure 4 issue de l'étude de Ben-David et al. (2022).

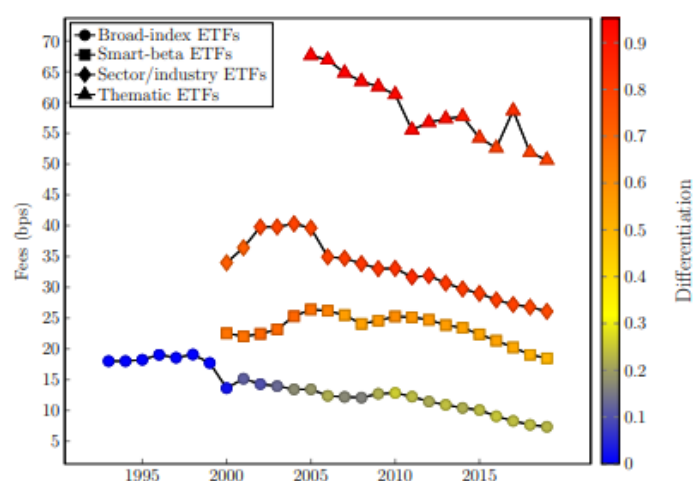


FIGURE 4 : ÉVOLUTION DES FRAIS POUR LES PRINCIPAUX ETF, SOURCE : BEN-DAVID ET AL. (2022).

Pour conclure, la croissance soutenue des ventes d'ETF pourrait s'expliquer par plusieurs facteurs favorables tels que des coûts en constante diminution, une politique de réinvestissement attrayante, une accessibilité renforcée aux marchés traditionnellement difficiles à atteindre par d'autres produits ainsi qu'une diversification particulièrement prononcée, qui en font des produits prisés de la sphère financière. Dans cette optique, il convient donc de considérer l'inclusion de ces produits dans notre analyse, en raison de leur utilité potentielle pour l'investisseur particulier.

3. S&P500

Maintenant que nous avons compris l'intérêt des ETF dans le cadre de notre travail, il est important de se plonger dans l'indice que nous avons choisi d'utiliser dans le cadre de ce mémoire.

3.1. Explication et historique

Le S&P 500 est l'indice boursier américain qui mesure la performance des 500 plus grandes entreprises cotées en bourse aux États-Unis. Il représente à peu près 83 % du total du marché intérieur américain. Celui-ci a été créé en 1923 par Standard & Poor's en ne comptant que 90 actions. Depuis, il est devenu l'un des indicateurs les plus suivis de l'économie américaine. Le S&P 500, tel qu'il est maintenant connu, a été introduit en 1957, année durant laquelle il passe de 90 à 500 actions.

Le S&P500 est géré par Standard & Poor's, une société de notation financière. Les entreprises qui composent l'indice sont sélectionnées en fonction de leur capitalisation boursière et de leur liquidité. Selon la Global Industry Classification Standard (GICS)⁶, il existe 11 secteurs dans lesquels sont réparties ces industries. Ceux-ci sont repris sur la figure 5 :

- **Information et technologie** : Apple, Microsoft, Facebook, Alphabet (maison mère de Google), Intel, Nvidia, ...
- **Finance** : JPMorgan Chase, Berkshire Hathaway, Wells Fargo, Bank of America, Goldman Sachs, ...
- **Soins et santé** : Johnson & Johnson, UnitedHealth Group, Pfizer, Merck, Amgen, CVS Health, ...
- **Energie** : Exxon Mobil, Chevron, ConocoPhillips, Phillips 66, EOG Resources, ...
- **Matières premières** : Freeport-McMoRan, Alcoa, Newmont, BHP Group, Rio Tinto, ...
- **Produits industriels** : General Electric, Honeywell International, United Technologies, 3M, Caterpillar, Deere, ...

⁶ La Global Industry Classification Standard (GICS) est un système de classification des secteurs économiques utilisé pour catégoriser les entreprises cotées en bourse. Il a été développé conjointement par Standard & Poor's (S&P) et MSCI pour fournir une classification commune pour les entreprises mondiales. Il est utilisé pour classer les entreprises en fonction de leur activité principale, ce qui facilite la comparaison entre les entreprises de différents secteurs.

- **Consommation discrétionnaire** : Amazon, Home Depot, Macy's, Nike, Ford, GM, Tesla, ...
- **Biens de consommation de base** : Procter & Gamble, Coca-Cola, PepsiCo, Kellogg, General Mills, ...
- **Services de communication** : AT&T, Verizon, Sprint, T-Mobile US, Comcast, ...
- **Real Estate** : American Tower Corp, Prologis, Public Storage, Simon Property Group, Ventas Inc, ...
- **Utilities** : Duke Energy, NextEra Energy, Dominion Energy, American Electric Power, Southern Company, ...

Ces secteurs sont ensuite divisés en 24 groupes d'industries, 69 industries et 158 sous-industries.

3.2. Baromètre économique

L'incidence de l'indice S&P500 sur le marché boursier est d'une ampleur considérable. En effet, il sert de mesure indirecte pour le marché boursier américain et est largement utilisé comme référence par une multitude d'investisseurs et d'analystes financiers. Il constitue d'ailleurs le seul indice boursier servant de référence économique au Leading Economic Index (LEI), indicateur économique mesurant les tendances à court terme de l'économie américaine. Cet index est publié mensuellement par « *The Conference Board* ».

Les fluctuations du S&P500 ont la capacité de susciter des impacts significatifs sur les investissements et leurs décisions d'investissement. Il sert également de référence pour les fonds indiciels, lesquels cherchent à reproduire la performance de l'indice.

3.3. Éligibilité des sociétés à l'intérieur du S&P 500

Selon Standard & Poor's (2023), pour être éligible à l'indice S&P500, une société doit avoir son domicile aux États-Unis, une certaine structure organisationnelle, une capitalisation boursière d'au moins 12,7 milliards USD et au moins 50% de ses actions doivent être publiques.

La publication annuelle du 10-K auprès de la Securities and Exchange Commission (SEC)⁷ est également indispensable pour les investisseurs et les analystes financiers. Ce document fournit des informations détaillées sur les activités, les performances et les perspectives de l'entreprise. Il comprend notamment une description de l'entreprise et de ses activités, un état financier consolidé, une analyse des résultats d'exploitation et des résultats financiers, des informations sur les filiales et les entités affiliées de l'entreprise, etc.

3.4. Rotation

L'indice subit une reconstitution annuelle qui est effectuée après la fermeture du marché financier le troisième vendredi de septembre. Cette opération consiste à retirer les entreprises qui ne répondent plus aux critères d'éligibilité, et à les remplacer par de nouvelles répondant aux critères évoqués plus tôt. Par ailleurs, l'indice subit également un rééquilibrage trimestriel, qui a lieu le troisième vendredi de chaque trimestre. Ce processus implique un changement sur l'importance de chaque société au sein de l'indice, en fonction de la capitalisation de celle-ci.

Comme nous venons de le voir, le processus de constitution du S&P 500 est dynamique. En effet, au fur et à mesure que les valeurs prennent de l'ampleur, elles deviennent des composantes plus importantes de l'indice. Ainsi, lorsqu'un secteur du marché commence à surperformer les autres, l'impact de celui-ci sur la performance de l'indice devient plus important. Par exemple, sur la figure 5 ci-dessous, nous pouvons voir que le secteur des technologies représentait à lui seul 26,4% de l'indice à la fin de l'année 2022.

⁷ La SEC (Securities and Exchange Commission) est une agence gouvernementale indépendante des États-Unis qui a pour mission de protéger les investisseurs et de maintenir l'intégrité des marchés financiers en réglementant les échanges de valeurs mobilières.

Sector* Breakdown

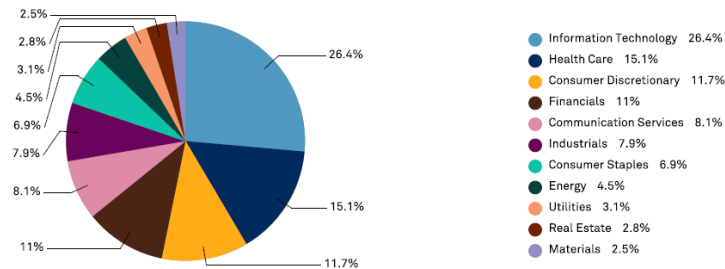


FIGURE 5 : COMPOSITION DE L'INDICE S&P 500 PAR SECTEUR, SOURCE : STANDARD & POOR'S (2022).

Malheureusement, comme le soulignent Hardin et Bischof (2021), cette surpondération peut conduire à des pertes importantes en cas de correction majeure du marché, comme ce fut le cas en 2000 et en 2008. Ils se réfèrent ici à l'histoire récente du marché des actions concernant la domination du secteur de la technologie. En effet, les actions qui en font partie ont connu une forte croissance au cours des dernières années. Dans l'histoire, de telles hausses ont toujours été suivies par un marché baissier qui rééquilibre les pondérations des entreprises. S'en suit alors une augmentation de la volatilité, qui peut indiquer que le marché est en train de subir une correction majeure. Cela engendre des pertes au niveau de la valeur de l'indice S&P 500.

3.5. S&P 500 formule mathématique

Les indices S&P Dow Jones identifient les industries importantes sur le marché boursier américain, en utilisant la valeur relative des poids de ces industries en termes de capitalisation boursière, puis alloue un échantillon représentatif d'actions dans chaque industrie au S&P 500.

La formule mathématique pour calculer le poids d'une action dans l'indice S&P 500 est la suivante :

$$\text{Poids de l'action } i = \frac{\text{Capitalisation boursière de l'action } i}{\text{Capitalisation boursière totale de l'indice}}$$

3.6. ETF et indice S&P500

Choisir un ETF qui suit l'indice S&P 500 semble être une décision judicieuse pour plusieurs raisons.

Tout d'abord, selon le site *ETF Data Base*, les trois ETF les plus populaires en termes de volumes sont tous liés au S&P 500 (*SPDR S&P 500 ETF Trust (SPY)*, *iShares Core S&P 500 ETF (IVV)*, *Vanguard S&P 500 ETF (VOO)*). Cela permet à notre investisseur de trouver facilement un ETF qui lui convienne car ils sont très souvent repris sur les plateformes les plus importantes.

Ensuite, un ETF suivant cet indice permettra à l'investisseur de suivre la performance globale du marché boursier américain et de bénéficier de la croissance à long terme des grandes entreprises.

Enfin, les ETF qui suivent l'indice S&P 500 ont tendance à avoir des frais peu élevés, car ils nécessitent peu de gestion active, ce qui signifie que les investisseurs peuvent obtenir une exposition au marché boursier américain à un coût relativement faible et est ainsi d'autant plus intéressant pour les particuliers, qui sont intéressés par les EFT. C'est pourquoi tous ces avantages rendent l'investissement sur un ETF S&P 500 intéressant.

Cependant, notre investisseur, ayant déjà considéré la multitude de possibilités qu'offre ce véhicule d'investissement, pourrait être tenté de se pencher sur d'autres ETF. Par exemple, il pourrait être tenté d'investir dans un indice du S&P 500, où les poids des actions seraient équipondérés. C'est ainsi que le S&P 500 EWI se montre comme une solution afin d'y parvenir.

4. S&P500 EWI

L'indice S&P 500 EWI (Equal Weighted Index) est l'indice boursier qui mesure la performance des 500 plus grandes entreprises cotées en bourse aux États-Unis. Il a été lancé en 2003 par Standard & Poor's.

Selon Zeng & Luo (2013), contrairement à l'indice S&P 500 traditionnel, qui est pondéré par la capitalisation boursière, l'indice S&P 500 EWI est équipondéré, c'est-à-dire que toutes les entreprises ont la même importance dans l'indice. Cela signifie que les entreprises les plus grandes et les plus performantes n'exercent pas une influence disproportionnée sur l'indice, contrairement à l'indice S&P 500 traditionnel.

4.1. Construction

La formule mathématique est la suivante :

$$\omega_i = \frac{1}{\text{Nombre d'actifs}}$$

Dans notre cas, avec 500 actifs, cela nous donne un poids par actif de $\frac{1}{500} = 0,2\%$.

Toutes les actions auront donc comme poids 0,2%.

4.2. Rotation

La rotation de l'indice s'effectue à la même fréquence et aux mêmes dates que le S&P500, comme vu plus tôt.

Pour Zeng & Luo (2013), le S&P 500 EWI tend à avoir une concentration d'actions par secteur plus faible que le S&P 500 dû à l'effet équipondéré, un turnover plus élevé en raison du rééquilibrage trimestriel des poids vers la pondération à 0,2%, ainsi que des contraintes de liquidité plus élevées puisque toutes les actions de l'indice sont pondérées de manière égale, indépendamment de la capitalisation boursière.

4.3. La performance supérieure des portefeuilles équipondérés : une analyse à long et à court terme

Plyakha et al. (2012), Bolognesi et al., (2013), Ernst et al. (2017) et DeMiguel et al. (2009) nous démontrent dans leurs études, qu'à long terme, les portefeuilles équipondérés ont de meilleures performances que les indices pondérés par capitalisation. En effet, ils sont plus efficaces autant au niveau du rendement excédentaire qu'au niveau du Ratio de Sharpe⁸.

4.3.1. Rendement moyen supérieur des petites capitalisations

Selon eux, cela s'explique par le fait que les petites capitalisations ont des rendements moyens supérieurs aux grosses capitalisations et que l'indice équipondéré donne justement un poids plus important à ces petites capitalisations proportionnellement aux plus grosses capitalisations de l'indice classique S&P 500. Il est donc aisé de comprendre, qu'à long terme, l'indice EWI surperforme celui basé sur la capitalisation.

4.3.2. Le rééquilibrage

Ils expliquent aussi qu'un deuxième phénomène est à prendre en compte, celui du rééquilibrage qui impacterait de façon positive les rendements de long terme. En effet, celui-ci fonctionnerait

⁸ Selon Boluze (2020), il a été créé en 1966 par l'économiste américain William Forsyth Sharpe, le ratio éponyme a été créé pour mesurer le couple rendement/risque d'un investissement.

comme un système de *Mean-Reversion*, qui suggère que les prix des actifs et la volatilité des rendements finissent par revenir à leurs niveaux moyens, à long terme. Chen (2021) la définit comme une théorie qui implique l'achat ou la vente d'actions ou d'autres titres dont les performances récentes ont largement différé de leurs moyennes historiques. Il souligne aussi le fait qu'une variation des rendements pourrait également être le signe qu'une entreprise n'a plus les mêmes perspectives qu'auparavant, auquel cas il est moins probable qu'un retour à la moyenne se produise. La figure 6 illustre bien ce fait avec un prix dans la partie grise relativement haut par rapport à la moyenne et un prix dans la partie bleue qui est quant à lui plus bas que la moyenne.

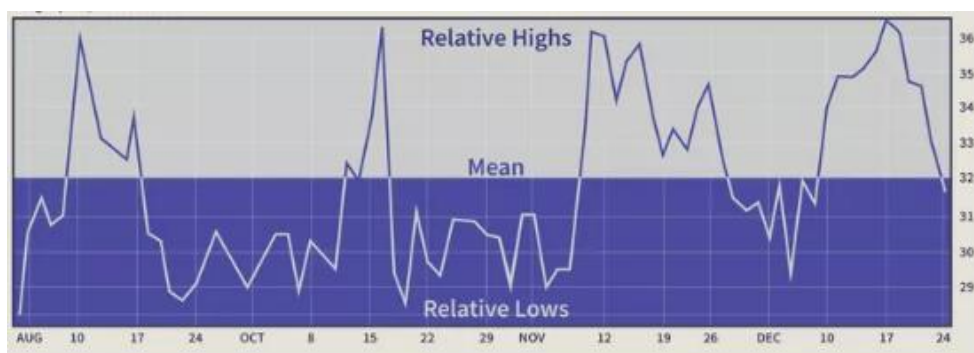


FIGURE 6 : REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DU PRINCIPE DE MEAN-REVERSION SOURCE : INVESTOPEDIA (2021).

Afin de comprendre la performance supérieure de l'EWI par rapport au VWI⁹, Malladi & Fabossi (2017) ont réalisé une décomposition du rendement excédentaire. Ils ont ainsi distingué le rendement généré par l'effet de rééquilibrage de celui généré par l'effet de taille.

Les résultats de cette étude ont montré que, en moyenne, 85% des rendements excédentaires étaient dus à l'effet de rééquilibrage, tandis que les 15% restants seulement étaient dus à l'effet de taille. Toutefois, il est important de noter que la stratégie de rééquilibrage entraîne des coûts de transaction plus élevés, ce qui peut avoir un impact négatif sur les rendements à court terme.

⁹ Value Weighted Index

4.3.3. Les performances à court terme

L'étude menée par Taljaard et Maré (2021) sur l'indice S&P 500 met elle aussi en lumière les performances supérieures du portefeuille équi pondéré à long terme par rapport à celui constitué selon les capitalisations. Toutefois, sur des périodes de plus courte durée, le portefeuille naïf¹⁰ peut rencontrer certaines difficultés. En effet, la surperformance du portefeuille équi pondéré a principalement été observée de 2000 à 2008. Après 2008, sa performance relative¹¹ est restée majoritairement stable, voire quelque peu négative depuis 2016. Ces dernières années ont été particulièrement difficiles pour le portefeuille équi pondéré, qui a sous-performé de 14% de 2015 à 2020 comme nous le montre la figure 7. Cette sous-performance est principalement due à la forte concentration des poids des capitalisations, alors que la diversification des portefeuilles naïfs a été amoindrie. Par ailleurs, un autre facteur expliquant cette sous-performance est l'effet de la fuite, c'est-à-dire l'impact des actions sortant du S&P 500. Selon l'étude, cet effet est responsable d'une perte de rendement annuelle d'environ 1,8% depuis 1996, dont l'ampleur est proportionnelle au nombre de changements de constituants sur une année donnée. La figure 8 illustre que l'impact de la fuite sur le portefeuille pondéré équitablement a ralenti entre 2003 et 2006, correspondant à une période de faibles changements d'indice.



FIGURE 7 : RENDEMENTS POUR LES PORTEFEUILLES À PONDÉRATION ÉGALE ET À PONDÉRATION EN FONCTION DE LA CAPITALISATION AVEC RÉÉQUILIBRAGE MENSUEL, SOURCE : B. H. TALJAARD ET E. MARÉ (2021).

¹⁰ Équi pondéré

¹¹ Selon Perrin-Monlouis (2021) se dit d'une performance comparée à une autre. Ainsi si un portefeuille boursier croît de 28% alors que le marché dans son ensemble gagne 32%, la performance relative du portefeuille est négative.



FIGURE 8 : CHANGEMENTS SUR UN AN DES COMPOSANTS DE L'INDICE POUR LE S&P500, SOURCE : B. H. TALJAARD ET E. MARÉ (2021).

Au regard de ces différents résultats, le portefeuille pondéré équitablement semble avoir de meilleurs rendements dans la plupart des cas. Cependant, les résultats d'une autre étude menée par Taljaard et Maré (2021) sur base du South Africa Top 40¹² révèlent que le portefeuille équipondéré a sous-performé de près de 20% depuis 2002 l'indice South Africa Top 40 pondéré par capitalisation, en prenant en compte les coûts de transaction. L'effet de fuite semble être la cause principale de cette sous-performance, avec une perte annuelle marquée de 3%.

¹² Indice reprenant les 40 plus grosses capitalisations sud-africaines.

5. Théorie Moderne du Portefeuille

La théorie moderne du portefeuille développée par Markowitz (1952) dans son article "*Portfolio Selection*" est encore considérée comme une approche innovante pour la sélection de portefeuille. Malgré les nombreuses critiques à son égard, elle est toujours utilisée et étudiée dans le domaine de la finance. Cette théorie repose sur le modèle d'évaluation des actifs financiers (CAPM) et l'hypothèse de marché efficient.

Selon cette théorie, la sélection des actifs pour un portefeuille ne doit pas seulement se baser sur le rendement et le risque de chaque actif individuellement mais aussi sur la façon dont ils affectent le rendement et le risque global du portefeuille. Ainsi, le rendement attendu, le risque de chaque actif mais aussi la corrélation de ces derniers sont intégrés dans l'approche Markowitz.

Analytiquement, on suppose qu'il y a N actifs risqués composant le portefeuille, tel que chaque actif ait un poids dans le portefeuille, noté ω_i , où chaque poids i représente la proportion du $i^{\text{ème}}$ actif détenu dans le portefeuille. Ainsi, les poids peuvent être représentés par un N -vecteur $\omega = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N)^T$ et $\sum_{i=1}^N \omega_i = 1$.

Supposons maintenant que les rendements des actifs $R = (R_1, R_2, \dots, R_N)^T$ aient des taux de rendement attendus $\mu = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_N)^T$. Le portefeuille est composé de l'ensemble des actifs, donc son taux de rendement attendu devrait dépendre des taux de ceux attendus de chaque actif qu'il contient. Le taux de rendement attendu du portefeuille se trouve dans ce cas être la moyenne pondérée des rendements attendus des actifs qui le composent. Et parce que les taux de rendement attendus de chaque actif sont stochastiques, le rendement global du portefeuille est donné par la variable aléatoire R_p . Ce qui donne :

$$R_p = \sum_{i=1}^N \omega_i R_i$$

La valeur attendue d'une somme pondérée est la somme pondérée des valeurs attendues, ce qui donne :

$$\mu_p = \sum_{i=1}^N \omega_i \mu_i$$

Exprimé sous forme matricielle, cela donne :

$$R_p = wTR$$

$$\mu_p = wT\mu$$

Le risque du portefeuille est mesuré par la variance σ_p^2 . Afin de l'exprimer, il faut définir la « covariance ». Celle entre R_i et R_j est définie comme :

$$\sigma_{ij} = \mathbb{E} \{ [R_i - \mathbb{E}(R_i)][R_j - \mathbb{E}(R_j)] \}$$

Cela peut également être exprimé en termes de coefficient de corrélation ρ_{ij} . La covariance entre R_i et R_j est égale à leur corrélation multipliée par l'écart-type de R_i multipliée par l'écart-type de

$$\sigma_{ij} = \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

Nous avons donc :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \omega_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j>1}^N \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

Et si nous nous basons sur le fait que la variance de r_i est σ_{ii} , alors nous obtenons :

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

Exprimée sous forme matricielle, la matrice de covariance $N \times N$ entre les rendements est donnée par :

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1N} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{N1} & \cdots & \sigma_{NN} \end{pmatrix}$$

Par conséquent, selon le modèle, le rendement du portefeuille est la combinaison pondérée en proportion des rendements des actifs constitutifs, et la volatilité (risque) du portefeuille est fonction des corrélations des actifs le composant.

On voit ainsi qu'un investisseur obtient différentes combinaisons de μ et σ^2 selon le choix de $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N$. En effet, en choisissant les pondérations du portefeuille, un investisseur choisit efficacement entre les paires mean-variance disponibles. Il choisira donc un portefeuille qui donne une combinaison efficiente entre le rendement et la variance. Ainsi, en d'autres termes, un portefeuille peut être considéré comme efficient s'il minimise le risque compte tenu d'un niveau de rendement ou s'il maximise les rendements compte tenu d'un niveau de risque.

L'ensemble des portefeuilles réalisables, ou l'ensemble atteignable, est simplement l'ensemble de tous les portefeuilles possibles qui peut être formé en faisant varier les pondérations du portefeuille, de sorte que $\sum_{i=1}^N \omega_i = 1$.

Ces deux ensembles, le faisable et l'efficace, sont représentés par

$$R_P = \sum_{i=1}^N \omega_i R_i$$

Dans la figure 9, l'ensemble atteignable est l'intérieur du rond en pointillé, et l'ensemble efficace est la partie supérieure gauche de sa frontière, où V est la variance que l'on cherche à minimiser et E le rendement attendu que l'on va plutôt chercher à maximiser. La règle E-V stipule que l'investisseur devrait sélectionner l'un des portefeuilles qui donnent lieu aux combinaisons (E, V) indiquées comme efficientes sur le graphique ; c'est-à-dire celles avec un V minimum pour un E donné. Ou ceux avec un E maximum pour un V donné.

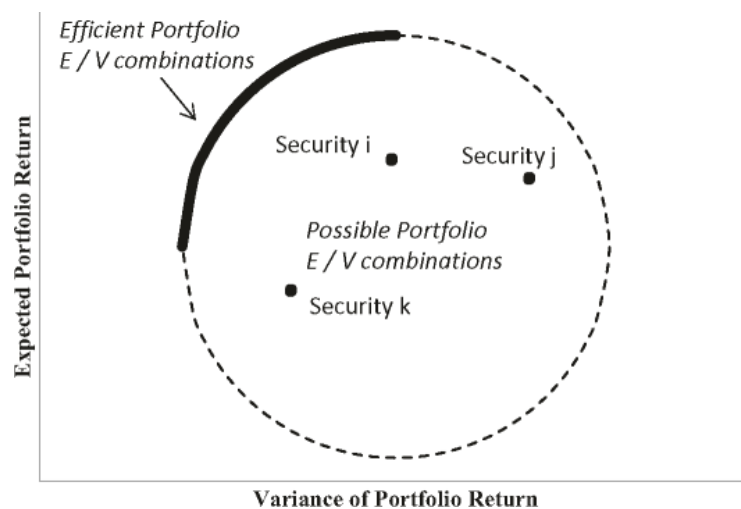


FIGURE 9 : MODÈLE DE MARKOWITZ, SOURCE : EBRARY (N.D.).

Maintenant que nous avons vu et compris les trois stratégies que nous allons mettre en concurrence, il est temps de nous intéresser aux critères sur la base desquels nous allons les comparer. L'une des plus importantes préoccupations pour notre investisseur est le rendement que son capital va accumuler au cours de notre expérience. Néanmoins, le risque possède aussi une grande importance. En effet, celui-ci pourrait être déconcerté à l'idée de voir qu'il réalise une perte importante sur du court terme bien que cette perte latente pourrait se transformer en un gain plus important à long terme. C'est pourquoi, dans ce dernier chapitre de la revue de la littérature, nous allons nous intéresser au Ratio de Sharpe qui nous permettra de comparer la rentabilité obtenue par unité de risque prise par l'investisseur.

6. Capital Market Line and the CAPM Model

Selon le modèle de Markowitz (1952), les investisseurs ne considèrent que la moyenne et la variance de leur portefeuille, choisissant celui qui est optimal en termes de mean-variance. C'est sur cette base que Sharpe (1964) a entre autres développé le modèle du *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) en ajoutant deux hypothèses clés. La première est que les investisseurs ont des opinions similaires sur les rendements moyens, les variances et les corrélations des actifs à risque. La seconde est que les investisseurs peuvent emprunter et prêter sans limites à des taux sans risque et vendre à découvert n'importe quel actif en quantité illimitée. Dans le cadre de ce travail, nous ne prendrons pas en compte de vente à découvert ou d'emprunt à des fins d'investissement. En effet, c'est une technique qui n'est pas pertinente pour nos investisseurs particuliers.

L'ajout de la deuxième hypothèse, qui permet d'inclure des actifs sans risque dans un portefeuille, a pour conséquence de transformer la frontière efficiente en une droite appelée la *Capital Market Line* (CML), qui est tangente à la frontière efficiente des actifs risqués et qui a une ordonnée à l'origine égale au taux sans risque. Comme on peut le voir sur la figure 10, tous les portefeuilles efficients sont une combinaison du taux sans risque et d'un seul portefeuille tangentiel risqué, appelé *Ideal Market Portfolio*. Ce résultat découle du "théorème de séparation" de Tobin (1958), et le portefeuille tangentiel *Ideal Market Portfolio* est le portefeuille optimal, uniquement composé d'actifs risqués.

En résumé, chaque investisseur qui cherche à optimiser le rendement de son portefeuille détiendra le même portefeuille tangent d'actifs risqués en combinaison avec une position dans l'actif sans risque. Comme tous les investisseurs détiennent le portefeuille de marché idéal et parce que le marché doit s'équilibrer, il est donc appelé le portefeuille de marché (fig.10).

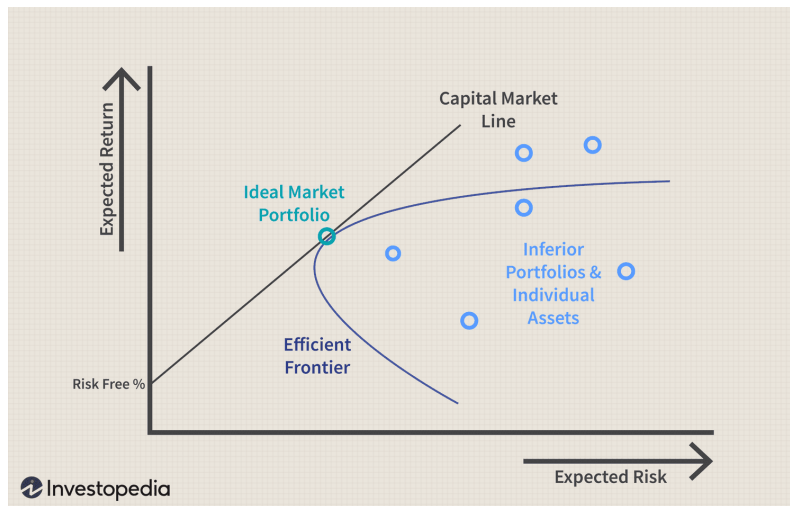


FIGURE 10 : FRONTIÈRE EFFICIENTE, SOURCE : INVESTOPEDIA (2022).

L'équation du CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) est la suivante :

$$\mathbb{E}[R_i] = r_f + [\mathbb{E}[R_M] - r_f]\beta_{iM}$$

Où $\mathbb{E}[R_i]$ est le rendement attendu de l'actif i . β_{iM} , est le bêta de marché de l'actif i , défini par le rapport de la covariance de son rendement avec le rendement du marché et la variance du rendement du marché,

$$\beta_{iM} = \frac{\text{cov}(R_i, R_M)}{\sigma^2(R_M)}$$

L'interprétation du bêta est qu'il mesure la volatilité d'un titre ou d'un portefeuille par rapport à celle du marché dans son ensemble. Dans notre cas de sélection de portefeuille, le bêta représente la volatilité de l'actif du portefeuille par rapport à la volatilité totale du portefeuille de marché et est défini par :

$$\beta_{iP} = \frac{\text{cov}(R_i, R_P)}{\sigma_P^2}$$

Le bêta est donc une mesure du risque systématique.

Cette équation peut s'interpréter comme suit : le rendement attendu d'un titre ou d'un portefeuille est égal au taux sans risque (r_f) plus une prime de risque. Et cette dernière sur une action ou sur le portefeuille varie directement avec le niveau de risque systématique (β). Ainsi, concrètement, la *Security Market Line* montre le risque ou le rendement attendu qui existe avec le CAPM. Comme indiqué précédemment, étant donné que le risque systémique peut être éliminé par la diversification en détenant un portefeuille important.

Un autre élément intéressant à observer est la pente du *Capital Market Line*, également connue sous le nom de ratio de sharpe, qui est définie comme suit :

$$\frac{[\mathbb{E}[R_M] - r_f]}{\sigma R_M}$$

Cette pente constitue un indicateur de la rentabilité marginale obtenue par unité de risque pris dans cette gestion.

Il permet de répondre à la question suivante : *le gestionnaire parvient-il à obtenir un rendement supérieur au référentiel, mais avec davantage de risques ?*

Selon le modèle CAPM, le rendement attendu implicite dans le prix d'une action devrait être proportionnel au risque de celle-ci. Cependant, les actions sont soumises à deux types de risques – systémiques, résultant des mouvements potentiels des facteurs de marché ; et les risques non systémiques, résultant de facteurs associés aux actifs individuels. Puisque le risque non systématique peut être diversifié, le prix des actions doit être fixé uniquement en fonction du risque systématique. Cela implique également qu'il est optimal de tenir un portefeuille diversifié afin de minimiser le risque non systématique pour un niveau de rendement attendu donné.

Selon l'hypothèse de marché efficient, il est impossible de battre le marché, car les prix ont déjà intégré toutes les informations pertinentes. Sur cette base, le portefeuille le plus efficient serait l'ensemble du marché, et un indice large de capitalisation boursière représenterait l'investissement optimal.

Comme énoncé plus tôt, dans ce mémoire, nous utiliserons principalement ce ratio ainsi que la Value At Risk et le Max Drawdown afin de mettre en lumière la stratégie optimale à utiliser pour notre investisseur.

Chapitre 2 : Étude empirique

Dans ce chapitre, nous décrivons le terrain, les données ainsi que la méthodologie qui a été suivie afin de tenter de répondre à notre problématique qui a été vue précédemment. L'objectif de l'analyse est de fournir des réponses à la question de recherche soulevée plus tôt.

Pour ce faire, nous présenterons d'abord les données qui ont été collectées. Ensuite, nous décrirons la procédure que nous avons suivie pour effectuer notre analyse. Enfin, nous analyserons les résultats obtenus et essaierons de répondre à la question de recherche en mettant ces mesures en relation avec les critères sélectionnés. L'objectif final est de connaître la stratégie qui maximise le rendement du portefeuille de notre investisseur tout en prenant en compte le risque encouru.

Le programme informatique choisi pour effectuer notre expérience sur le rendement du portefeuille de Markowitz est MatLab¹³. Le code que nous avons utilisé afin de tirer les rendements de cette stratégie peut être trouvé dans les annexes. Afin d'analyser et de comparer les données finales, nous utiliserons l'outil Excel.

1. Sélection du terrain et des données

Les données utilisées dans notre étude empirique ont été obtenues sur Eikon¹⁴, ainsi les résultats qui sortiront de notre analyse ne seront pas faussés par des erreurs d'estimation. Ils sont basés sur une période hebdomadaire allant du 2 janvier 2004 au 6 janvier 2023, ce qui représente 992 rendements. Nous étudierons nos stratégies sur quatre périodes différentes. Ces dernières ont été choisies de la sorte pour montrer l'impact du temps de détention sur chacune d'entre elles :

- la première période d'avril 2018 à 2023 qui sera désignée par P1 ;
- la deuxième période de juillet 2013 à 2023 qui sera désignée par P2 ;
- la troisième période de septembre 2008 à 2023 qui sera désignée par P3 ;
- la dernière période de janvier 2004 à 2023 qui sera désignée par P4 ;

¹³ MatLab nous servira afin de sortir un grand nombre de données Excel ainsi que de réaliser une opération en boucle sur plusieurs périodes.

¹⁴ Eikon est un logiciel fourni par Refinitiv qui nous permettra d'analyser les informations financières.

Les prix qui seront utilisés correspondent à ceux de chaque vendredi des cours de clôture pour les actions cotées à la bourse de New York (NYSE) dividendes réinvestis. Nous utiliserons les trois classes d'actifs suivantes :

- le premier actif est un ETF émis par la société *BlackRock* avec l'ETF *iShares Core S&P 500 UCITS ETF USD* sous le code ISIN : *IE0031442068* qui est l'ETF qui suit l'indice S&P 500. Les frais de management sont de 0,07%. Il utilise une méthode de réplication physique comme nous l'avons vu plus tôt. Cet ETF est rééquilibré de façon trimestrielle. Voici les principales actions constituant l'ETF au 30 décembre 2022, source : BlackRock (2023) :

Actions	Poids
APPLE INC	6,03%
MICROSOFT CORP	5,55%
AMAZON COM INC	2,32%
BERKSHIRE HATHAWAY INC CLASSE B	1,73%
ALPHABET INC CLASSE A	1,64%
UNITED HEALTH GROUP INC	1,54%
ALPHABET INC CLASSE C	1,46%
JOHNSON & JOHNSON	1,43%
EXXON MOBIL CORP	1,41%
JPMORGAN CHASE & CO	1,22%
	24,33%

- pour le deuxième actif, nous avons sélectionné l'ETF *Invesco S&P 500® Equal Weight ETF* sous le code ISIN : *US46137V3574* avec un TER¹⁵ de 0,2%. Cet ETF a été lancé en 2003, nous ne pourrions donc effectuer qu'une analyse sur 19 ans. Il utilise une méthode de réplication synthétique comme nous l'avons vu plus tôt. Cet ETF est rééquilibré de façon trimestrielle afin d'obtenir un poids uniforme de 0,2% par action. Ces deux ETF ont été choisis pour leur forte liquidité ainsi que pour l'accès facile aux données de ceux-ci ;

¹⁵ Le TER (en anglais Total Expense Ratio ou total des frais sur encours en français) représente les frais que vous payez pour détenir l'ETF. Il sert entre autres à couvrir les dépenses (telles que les frais administratifs, de gestion, de publicité et autres).

- à ces deux ETF, nous allons comparer notre portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz. L'univers d'investissement de celui-ci est composé des entreprises qui constituaient l'indice S&P 500 en 2004 et en 2022 afin d'avoir une hypothèse d'investissement qui reflète la réalité. Notre modèle n'aura pas d'obligation à investir dans toutes les actions comprises dans notre univers. Et il pourra par exemple investir uniquement dans une dizaine d'entreprises en fonction des contraintes que nous lui avons demandées, c'est-à-dire maximiser le ratio de Sharpe. Cela pourrait ainsi engendrer un portefeuille moins diversifié que les deux ETF cités plus tôt. Au niveau de la méthodologie de celui-ci, nous changerons la pondération des actions qui le composent toutes les 12 semaines. Le portefeuille fonctionnera donc de la sorte, en fonction des rendements des 12 semaines passées, la stratégie de Markowitz nous donnera une certaine pondération pour chaque action. Cette pondération sera établie en fonction de la matrice de variance-covariance entre chaque action et de la matrice de corrélation. Le but sera de maximiser le ratio de Sharpe par rapport à la période passée. Nous suivrons ainsi les performances de chaque action sur les 12 semaines qui suivent auxquelles nous multiplierons la pondération donnée par notre modèle. Cela nous donnera la performance de notre portefeuille sur 12 semaines. À l'aide des performances de chaque action sur les 12 dernières semaines, nous pourrons les remettre dans notre modèle de Markowitz qui nous donnera une nouvelle pondération pour chaque actif qui maximisera le Sharpe Ratio. Dans le cas d'un changement de pondération d'une période à l'autre, notre modèle calculera la différence entre les deux sans vider la position. Nous pourrons ainsi analyser à nouveau la performance de ce modèle sur la deuxième période en fonction des pondérations données par le modèle sur la deuxième période. Cette itération sera continuée jusqu'à la période 82 qui représente nos 19 années basées sur des périodes de 12 semaines. Le code utilisé ainsi que les explications de celui-ci se situent en annexe.

Les inputs de notre modèle de Markowitz seront donc : les prix des actions, le nom des actions, le taux sans risque, les frais d'achat et de vente ainsi que le nombre d'intervalles.

Les outputs seront : le poids des actions pour chaque intervalle, le rendement de chaque action sur l'intervalle désigné ainsi que le risque désigné par l'écart-type pour chaque intervalle.

Le taux OLO 10 ans moyen (R_f) aux États-Unis lors de ces 19 dernières années est le suivant : 2,8463% qui nous servira de taux sans risque pour la durée de cette simulation. (U.S. 10 Year Treasury) Il a été obtenu en compilant les données sur une période hebdomadaire des 19 dernières années et en réalisant une moyenne de celles-ci. Il sera utilisé pour calculer le ratio de Sharpe.

La figure 17 en annexe donne un bref aperçu des frais des plus grands courtiers en Belgique, qui s'appliquent aux transactions passées sur Internet. Au niveau des frais, afin de nous simplifier la tâche, nous avons constaté sur les différentes plateformes d'achat d'actifs mobiliers en Belgique que la moyenne se situait à 0,5% à laquelle nous devons ajouter des frais de 0,35% pour les taxes belges sur l'achat d'actifs. Wikifin (2023)

Nous avons donc pris comme hypothèse que notre investisseur particulier subirait des frais pour chaque transaction de 0,85% pour la rotation des actifs dans les trois portefeuilles. Le tableau comparatif se trouve en annexe (fig. 18).

2. Méthodologie

Maintenant que nous avons sélectionné notre terrain et que nous avons toutes les données à notre disposition, nous devons obtenir le rendement ainsi que le risque lié à notre portefeuille de Markowitz. Pour ce faire, nous allons faire tourner notre modèle dans Matlab. Celui-ci décidera de l'importance à accorder à chaque action sur une période de 12 semaines. Il rééquilibrera les actions toutes les 12 semaines en fonction de la contrainte de Markowitz qui maximise le ratio de Sharpe. Notre portefeuille sera donc celui qui maximise le rendement tout en prenant en compte le risque encouru.

Au cours des 12 premières semaines, une analyse sera effectuée pour déterminer le portefeuille optimal en fonction des performances passées et des contraintes imposées. Ensuite, les performances du portefeuille seront évaluées sur les 12 périodes suivantes en utilisant le rendement réellement obtenu. Le modèle sera réévalué à la fin de chaque période de trois mois pour déterminer un nouveau portefeuille, et ce processus sera répété de manière itérative. L'objectif est de générer des rendements sur chaque période, qui seront utilisés pour calculer les variances et optimiser la pondération, et ce, afin de maximiser le ratio de Sharpe. Une fois que toutes les données auront été extraites en utilisant notre modèle Matlab, nous utiliserons l'outil Excel pour analyser et comparer les résultats.

Nous prendrons en compte les critères suivants sur des périodes de temps différentes (4.75, 9.5, 14.25, 19 ans) afin de séparer les performances sur quatre périodes égales :

Les rendements seront obtenus par :

$$\frac{Prix\ T - Prix\ T - 1}{Prix\ T - 1}$$

Afin de calculer des rendements moyens sur 1 an, nous avons utilisé la formule suivante :

$$((1 + \text{Rendement cumulé sur T année})^{(1/T)}) - 1$$

Pour avoir ces rendements de façon hebdomadaire, nous avons exposé ce montant en $(1/52)$, 52 étant le nombre de semaines.

La variance sera obtenue à l'aide de la fonction Excel (VAR.P.N)

$$\text{Var}_p = \omega_1^2 \times \text{Var}_1 + \omega_2^2 \times \text{Var}_2 + \dots + \omega_n^2 \times \text{Var}_n + 2 \times \omega_1 \times \omega_2 \times \text{Cov}_{1,2} + 2 \times \omega_1 \times \omega_3 \times \text{Cov}_{1,3} + \dots + 2 \times \omega_{n-1} \times \omega_n \times \text{Cov}_{n-1,n}$$

Où :

Var_p est la variance du portefeuille

ω_i est la proportion de l'investissement allouée à l'actif i (et doit satisfaire $\sum \omega_i = 1$)

Var_i est la variance du rendement de l'actif i

Cov_{ij} est la covariance entre les rendements de l'actif i et de l'actif j

L'écart-type / risque sera obtenu à l'aide de la fonction (ECARTYPE.STANDARD) et qui correspond à la racine de la variance.

La Value at Risk 99% sera obtenue avec l'écart-type multiplié par LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N(99%).

Calculé comme :

$$(\text{Écart-type du portefeuille}) \times (\text{Facteur de risque})$$

Où le facteur de risque dans notre cas est de 1%.

La Value at Risk 95%, quant à elle, sera obtenue avec l'écart-type multiplié par $\text{LOI.NORMALE.STANDARD.INVERSE.N}(95\%)$.

$(\text{Écart-type du portefeuille}) \times (\text{Facteur de risque})$

Où le facteur de risque dans notre cas est de 5%.

Nous avons aussi calculé les Max Drawdowns (MDD) pour chaque actif, qui représente, selon Hayes (2022), la perte maximale observée depuis un pic jusqu'à un creux d'un portefeuille, avant qu'un nouveau pic ne soit atteint. Le maximum drawdown est un indicateur du risque à la baisse sur une période spécifiée. Celui-ci est exprimé en pourcentage.

Le maximum drawdown est un indicateur utilisé pour évaluer le risque relatif d'une stratégie de sélection de titres par rapport à une autre, car il se concentre sur la préservation du capital, qui est une préoccupation clé pour la plupart des investisseurs. Par exemple, deux stratégies de sélection de titres peuvent avoir la même surperformance moyenne, la même volatilité, mais leurs maximum drawdowns par rapport à l'indice de référence peuvent être très différents.

Ces pertes maximales ont été calculées à l'aide de la fonction Excel MAX et MIN pour les périodes données comme :

$\frac{\text{Montant MIN} - \text{Montant MAX}}{\text{Montant MAX}}$
--

Pour finir, nous calculerons le Sharpe Ratio qui nous permettra de juger la performance à suivre pour les actions et qui a été obtenu avec le rendement – le taux sans risque que l'on a divisé par l'écart-type.

$\frac{[\mathbb{E}[R_M] - r_f]}{\sigma R_M}$
--

Chapitre 3 : Analyse

L'analyse concernant chaque portefeuille sur l'ensemble de la période d'échantillonnage sera présentée dans ce chapitre.

Les rendements moyens sur base hebdomadaire ainsi que sur base annuelle de chaque période, la volatilité, l'écart-type et deux calculs de Value-at-Risk (à 1% et à 5%) seront présentés. La volatilité, l'écart-type et les deux calculs de Value-at-Risk sont effectués avec les rendements hebdomadaires moyens de chaque période.

Un graphique représentant les rendements cumulés et la volatilité des portefeuilles a été ajouté sur la durée totale de l'expérience.

Selon la méthodologie détaillée dans le chapitre précédent, nous analyserons nos résultats pour répondre à notre question de recherche. En premier lieu, nous décrirons les résultats obtenus à partir des données provenant de Eikon ainsi que de celles obtenues à l'aide de MatLab. Par la suite, nous comparerons les résultats obtenus sur les portefeuilles en fonction des trois différentes stratégies appliquées. Après cela, nous passerons à l'analyse principale de notre mémoire où nous tenterons d'évaluer la stratégie qui optimise le rendement de notre investisseur particulier.

1. ETF S&P 500

Nous pouvons observer sur le tableau 1 que cet ETF présente un rendement moyen annualisé sur les périodes P1, P2, P3 et P4, qui est toujours positif, et ce, sur les différentes périodes mesurées, atteignant son plus haut taux (9,18%) au cours de la P2. Concernant l'écart-type moyen calculé sur base hebdomadaire, nous remarquons que la période la plus risquée a été la P2, avec un écart-type de 2,45%.

Nous avons aussi calculé les Value At Risk afin de connaître la plus grosse perte hebdomadaire que nous aurions pu connaître. Sans surprise, celle-ci se passe sur la P2 avec une probabilité de 5% de subir une perte de 4,03%, et 1% de chance de subir une perte de 5,70%.

La période durant laquelle le Sharpe Ratio est maximisé est celle de la P4 avec un ratio de 0,14. La période ayant connu le pire ratio est celle de la P2 avec un ratio de 0,05.

Nous pouvons aussi remarquer à l'aide de la figure 11 que la volatilité (supérieure à 8%) a été très forte en 2008, 2012, 2020 et sur la période 2022. Cela a engendré des pertes sur l'ETF avec à chaque période un Max Drawdown calculé sur 19 ans de -54,38%, -42,42%, -29,18%, -25,37% respectivement.

ETF S&P 500				
	P1	P2	P3	P4
Rendement (semaine) (%)	0,15%	0,17%	0,15%	0,12%
Rendement (an) (%)	8,00%	9,18%	8,24%	6,62%
Variance (semaine) (%)	0,00%	0,03%	0,01%	0,00%
Ecart-type (semaine) (%)	0,76%	2,45%	1,56%	0,49%
VaR5 (semaine) (%)	1,24%	4,03%	2,56%	0,80%
VaR1 (semaine) (%)	1,76%	5,70%	3,62%	1,13%
Sharpe Ratio	0,12	0,05	0,06	0,14

TABLEAU 1 : TABLEAU COMPARATIF ETF S&P 500 SUR LES DIFFÉRENTES PÉRIODES.

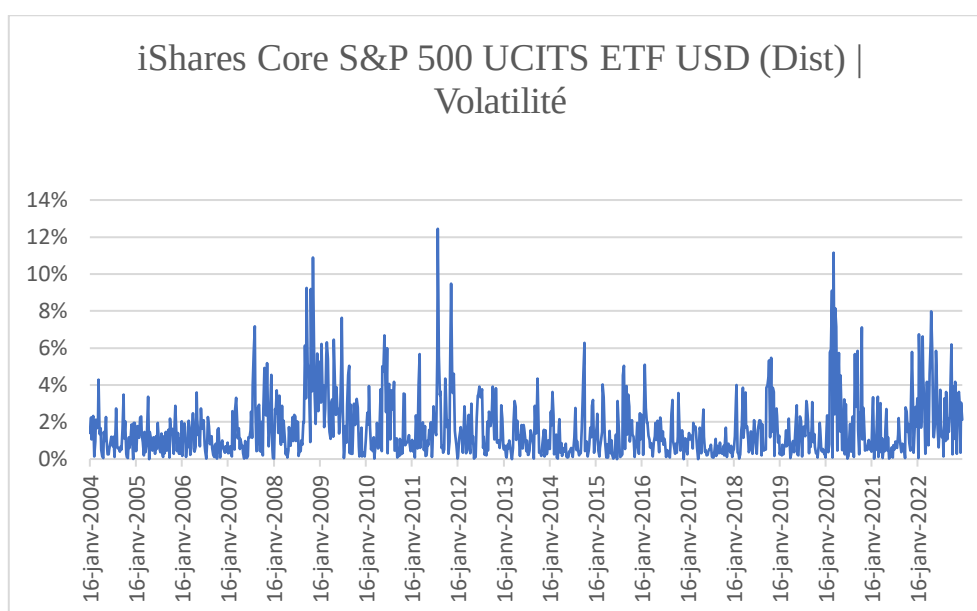


FIGURE 11 : VOLATILITÉ DE L'ETF S&P 500.

2. ETF S&P 500 Equal Weight Portfolio

Nous pouvons observer sur le tableau 2 que cet ETF présente un rendement annualisé moyen toujours positif, et ce, sur les différentes périodes mesurées avec un plus haut de 9,32% sur la P2. Concernant l'écart-type moyen calculé sur base hebdomadaire, nous remarquons que la période la plus risquée a été celle écoulée lors de la P3 avec un écart-type de 3,60%.

Nous avons aussi calculé les Value At Risk afin de connaître la plus grosse perte hebdomadaire réalisée par celui-ci. Sans surprise, celle-ci concerne la période P3 avec une probabilité de 5% de subir une perte de 5,92%, et une chance de 1% de subir une perte de 8,37%.

La période durant laquelle le Sharpe Ratio est maximisé est celle de P2 avec un ratio de 0,15. La période ayant connu le pire ratio est celle de P3 avec un ratio de 0,03.

Nous pouvons aussi remarquer à l'aide de la figure 12 que la volatilité (supérieure à 8%) a été très forte en 2008, 2012, 2020 et sur la période 2022, et particulièrement très forte le 28 novembre 2008 et le 27 mars 2020 avec des plus hauts de 18,26% et 20,01% respectivement. Cela a engendré des pertes sur l'ETF avec à chaque période un Max Drawdown calculé sur 19 ans de -60,57%, -46,58%, -36,75%, -21,79% respectivement.

<i>ETF S&P 500 Equal Weight Portfolio</i>				
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
Rendement (semaine) (%)	0,16%	0,17%	0,17%	0,15%
Rendement (an) (%)	8,60%	9,32%	9,13%	7,99%
Variance (semaine) (%)	0,04%	0,00%	0,06%	0,01%
Ecart-type (semaine) (%)	2,94%	0,80%	3,60%	1,36%
VaR5 (semaine) (%)	4,84%	1,32%	5,92%	2,23%
VaR1 (semaine) (%)	6,85%	1,87%	8,37%	3,15%
Sharpe Ratio	0,04	0,15	0,03	0,07

TABLEAU 2 : TABLEAU COMPARATIF ETF S&P 500 SUR LES DIFFÉRENTES PÉRIODES.

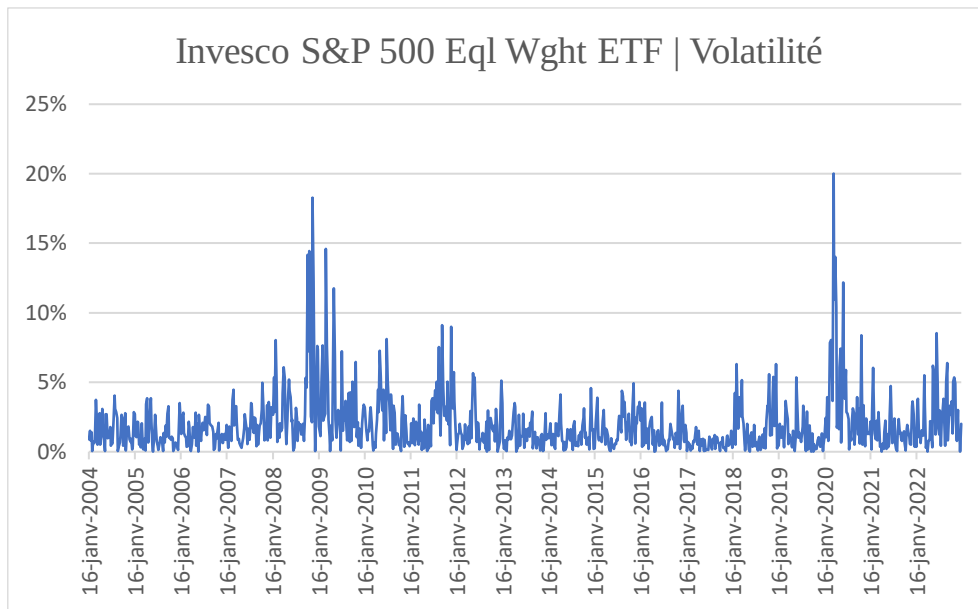


FIGURE 12 : VOLATILITÉ DE L'ETF S&P 500 EWI.

Comme nous l'avons vu dans la revue de la littérature, Plyakha et al. (2012), Bolognesi et al., (2013), Ernst et al. (2017) et DeMiguel et al. (2009) nous ont démontré dans leurs études qu'à long terme, les portefeuilles équipondérés ont de meilleures performances que les indices pondérés par capitalisation et qu'ils étaient plus efficaces autant au niveau du rendement excédentaire qu'au niveau du Ratio de Sharpe. Dans le cadre de notre étude, l'ETF S&P 500 EWI nous montre bien qu'il y a un rendement supérieur sur les 19 années par rapport à l'ETF S&P 500 classique. Cependant, l'ETF par capitalisation a dans notre cas un meilleur Sharpe Ratio. Cela pourrait être expliqué par le fait qu'ils n'ont pas fait leurs études sur les ETF que nous avons décidé de choisir mais bien sur les indices qui, eux, ne connaissent pas de frais ni d'erreur au niveau du suivi des actions des entreprises ainsi que sur des périodes différentes qui auraient pu nous donner d'autres résultats.

3. Portefeuille selon la stratégie de Markowitz

Nous pouvons observer sur le tableau 3 que cette stratégie présente un rendement moyen annualisé toujours positif, et ce, sur les différentes périodes mesurées (avec un plus haut de 10,88% en période 2). Concernant l'écart-type moyen calculé sur base hebdomadaire, nous remarquons que la période la plus risquée a été celle écoulée en P1 avec un écart-type de 3,03%.

Nous avons aussi calculé les Value At Risk afin de savoir la plus grosse perte hebdomadaire que nous aurions pu connaître. Sans surprise, celle-ci se passe sur la période P1 avec une probabilité de 5% de subir une perte de 4,99% et de subir une perte de 7,06% avec une probabilité de 1%.

La période durant laquelle le Sharpe Ratio est maximisé est celle de P2 avec un ratio de 0,06. La période ayant connu le pire ratio est celle de P1 avec un ratio négatif de 0,01.

Nous pouvons aussi remarquer à l'aide de la figure 13 que la volatilité (supérieure à 60%) a été très forte sur les trimestres 23, 29 et 71, qui correspondent à 2008 et 2020 avec des plus hauts de 38,13% et 96,43% respectivement. Cela a engendré des pertes sur le portefeuille avec à chaque période un Max Drawdown calculé sur 19 ans de -53,72% et -32,63% respectivement.

<i>Portefeuille Markowitz</i>				
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
Rendement (semaine) (%)	0,018%	0,199%	0,144%	0,165%
Rendement (an) (%)	0,95%	10,88%	7,75%	8,97%
Variance (an) (%)	248,74%	183,85%	190,20%	179,36%
Ecart-type (an) (%)	157,72%	135,59%	137,91%	133,92%
Ecart-type (semaine) (%)	3,03%	2,61%	2,65%	2,58%
VaR5 (semaine)	4,99%	4,29%	4,36%	4,24%
VaR1 (semaine)	7,06%	6,07%	6,17%	5,99%
Sharpe Ratio	-0,0120	0,0593	0,0356	0,0457

TABLEAU 3 : TABLEAU COMPARATIF PORTEFEUILLE DE MARKOWITZ SUR LES DIFFÉRENTES PÉRIODES.

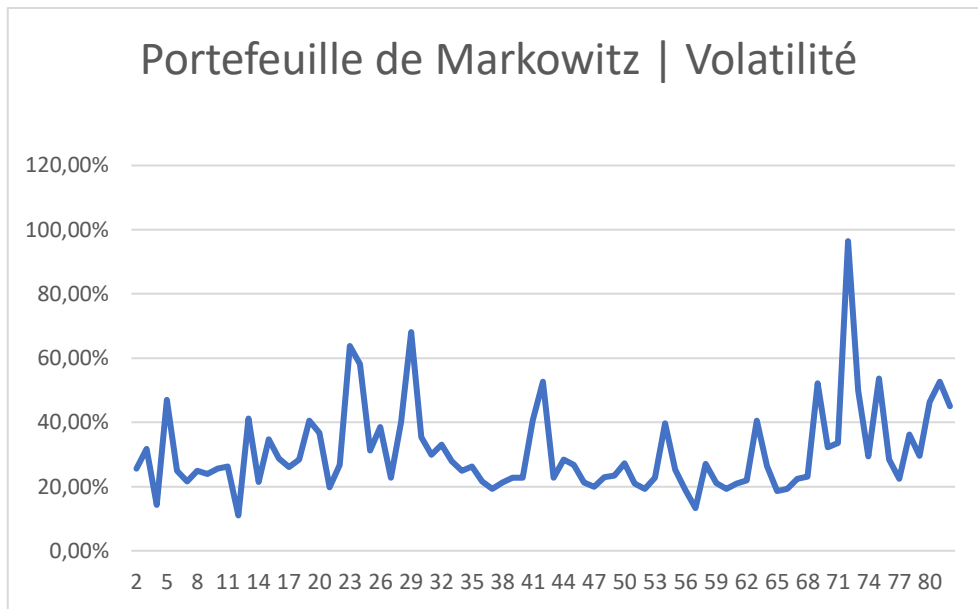


FIGURE 13 : VOLATILITÉ DU PORTEFEUILLE DE MARKOWITZ. L'AXE DE L'ABSCISSE REPRÉSENTE LES TRIMESTRES ÉCOULÉS.

Comme annoncé par Baule (2008) dans le cadre de son étude, les portefeuilles optimaux ne contiennent qu'un très petit nombre d'actifs. Nous avons donc cherché à démontrer la véracité de cette affirmation en regardant le poids de l'action la plus importante dans le portefeuille par période. En moyenne, l'action la plus importante a un poids de 29,93% sur les 82 périodes. Nous remarquons aussi un plus haut de 90,30% en période 33 et un plus bas de 10,10% en période 61. (Figure 15)

Dans une seconde analyse, nous nous sommes concentrés sur le pourcentage de nombre d'actions avec un poids supérieur à 0,2% qui représente le taux de pondération d'un indice équipondéré. Dans le cadre du S&P 500, approximativement 20% des actions ont un poids supérieur à 0,2%. Pour notre modèle de Markowitz, nous avons une moyenne de 2,70% sur les 82 périodes. Avec une concentration très importante en période 21, 22, 28 et 33 avec seulement 0,38%, soit 2 actions et une concentration plus faible en période 61 avec 7,01%, soit 37 actions. (Figure 16)

Nous pouvons donc répondre qu'effectivement, comme Baule (2008) l'annonce, les portefeuilles optimaux ne contiennent que très peu d'actifs. Cela a comme effet d'avoir un portefeuille qui se montre plus risqué que nos deux ETF, car ceux-ci ont des pondérations plus égales. Les figures avec les données pour toutes les périodes se trouvent en annexe.

4. Comparaison entre les 3 stratégies sur différentes périodes

Une analyse comparative par période, au cours de laquelle nous comparerons chaque technique sur les différentes périodes que nous avons vues au préalable, a été mise en place. Elle nous permettra de comprendre les performances de chaque stratégie en vis-à-vis ainsi que les tendances, les variations au fil du temps et l'impact des changements. L'évaluation de la performance des trois stratégies sur les 19 dernières années devrait permettre à notre investisseur particulier de prendre une décision éclairée.

4.1. Analyse après 4,75 ans

Sur 4,75 ans, nous remarquons que l'indice équi pondéré EWI (8,60%) a surperformé son indice par capitalisation VWI (8,00%) de 1,60%. Celui-ci a également surperformé notre portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz (0,95%) de 7,65%.

Au niveau de la volatilité, nous constatons que la stratégie VWI est moins risquée sur la période avec un écart-type de 0,76% en comparaison aux 2,94% (-2,19%) pour la stratégie EWI et aux 3,03% (-2,28%) de la stratégie de Markowitz.

Comme les valeurs de la Value At Risk sont corrélées avec la volatilité, cela nous donne les résultats suivants :

- avec 5% de probabilité de perte, le portefeuille VWI se montre moins risqué avec 1,24% suivie par le portefeuille EWI 4,84% (-3,60%) et en troisième place le portefeuille de Markowitz avec 4,99% (-3,74%) ;
- avec 1% de probabilité de perte, le portefeuille VWI se montre moins risqué avec 1,76% suivie par le portefeuille EWI 6,85% (-5,09%) et en troisième place le portefeuille de Markowitz avec 7,06% (-5,30%).

Il n'est guère surprenant que le portefeuille VWI ait affiché le meilleur Sharpe Ratio de 0,12 parce qu'il a connu un très bon rendement avec peu de risques comparés aux autres stratégies. Il a ainsi surpassé de manière significative celui basé sur la EWI 0,04, ainsi que le portefeuille de Markowitz qui, avec un ratio négatif de -0,01, a été surclassé de 0,13.

	<i>P1</i>		
	S&P 500	S&P 500 EWI	Markowitz
Rendement (semaine) (%)	0,15%	0,16%	0,02%
Rendement (an) (%)	8,00%	8,60%	0,95%
Ecart-type (semaine) (%)	0,76%	2,94%	3,03%
VaR5 (semaine) (%)	1,24%	4,84%	4,99%
VaR1 (semaine) (%)	1,76%	6,85%	7,06%
Sharpe Ratio	0,12	0,04	-0,01

TABLEAU 4 : TABLEAU COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 4,75 ANS.

4.2. Analyse après 9,5 ans

Sur 9,5 ans, nous remarquons que le portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz (10,88%) a surperformé l'indice équipondéré (9,32%) de 1,56%. Celui-ci a aussi surpassé notre portefeuille basé sur l'indice par capitalisation (9,18%) de 1,70%.

Au niveau de la volatilité, nous constatons que la stratégie EWI est moins risquée sur la période P2 avec un écart-type moyen de 0,80% comparé au 2,45% (-1,65%) de la stratégie VWI et de 2,61% (-1,80%) pour la stratégie basée sur la théorie de Markowitz.

Comme les valeurs de la Value At Risk sont corrélées avec la volatilité, cela nous donne les résultats suivants :

- avec 5% de probabilité de perte, le portefeuille EWI se montre moins risqué avec 1,32% suivie par le portefeuille VWI 4,03% (-2,71%) et en troisième place le portefeuille de Markowitz avec 4,29% (-2,97%) ;
- avec 1% de probabilité de perte, le portefeuille EWI se montre moins risqué avec 1,87% suivie par le portefeuille VWI 5,70% (-3,84%) et en troisième place le portefeuille de Markowitz avec 6,07% (-4,20%).

Il n'est guère surprenant que le portefeuille EWI ait affiché le meilleur Sharpe Ratio de 0,15 parce qu'il a connu un très bon rendement avec peu de risques en comparaison avec les autres stratégies. Il a ainsi surpassé de manière significative celui basé sur la stratégie de Markowitz 0,06, ce qui représente une différence de 0,0869 ainsi que le portefeuille de VWI qui, avec un ratio de 0,05, a été surclassé de 0,0992.

	P2		
	S&P 500	S&P 500 EWI	Markowitz
Rendement (semaine) (%)	0,17%	0,17%	0,20%
Rendement (an) (%)	9,18%	9,32%	10,88%
Ecart-type (semaine) (%)	2,45%	0,80%	2,61%
VaR5 (semaine) (%)	4,03%	1,32%	4,29%
VaR1 (semaine) (%)	5,70%	1,87%	6,07%
Sharpe Ratio	0,05	0,15	0,06

TABLEAU 5 : TABLEAU COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 9,5 ANS.

4.3. Analyse après 14,25 ans

Sur 14,25 ans, nous remarquons que l'indice équi pondéré (9,13%) a surperformé son indice par capitalisation (8,24%) de 0,89%. Celui-ci a aussi surpassé notre portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz (7,75%) de 1,38%.

Au niveau de la volatilité, nous constatons que l'indice basé sur la capitalisation est moins risqué sur la période P3 avec un écart-type moyen de 1,56% comparé au 2,65% (-1,09%) de la stratégie basée sur Markowitz ainsi qu'aux 3,60% (-2,04%) pour la stratégie EWI.

Comme les valeurs de la Value At Risk sont corrélées avec la volatilité, cela nous donne les résultats suivants :

- avec 5% de probabilité de perte, la stratégie VWI se montre moins risquée avec 2,56% suivie par la stratégie de Markowitz 4,36% (-1,80%) et en troisième place le portefeuille EWI avec 5,92% (-3,35%) ;
- avec 1% de probabilité de perte, la stratégie VWI se montre moins risquée avec 3,62% suivie par la stratégie de Markowitz 6,17% (-2,55%) et en troisième place le portefeuille EWI avec 8,37% (-4,74%).

Il n'est guère surprenant que le portefeuille VWI ait affiché le meilleur Sharpe Ratio de 0,06 parce qu'il a connu un très bon rendement avec peu de risque comparé aux autres stratégies. Il a ainsi surpassé de manière significative celui basé sur la stratégie de Markowitz 0,04, ce qui représente une différence de 0,028 ainsi que le portefeuille EWI qui, avec un ratio de 0,03, a été surclassé de 0,0314.

	P3		
	S&P 500	S&P 500 EWI	Markowitz
Rendement (semaine) (%)	0,15%	0,17%	0,14%
Rendement (an) (%)	8,24%	9,13%	7,75%
Ecart-type (semaine) (%)	1,56%	3,60%	2,65%
VaR5 (semaine) (%)	2,56%	5,92%	4,36%
VaR1 (semaine) (%)	3,62%	8,37%	6,17%
Sharpe Ratio	0,06	0,03	0,04

TABLEAU 6 : TABLEAU COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 14,25 ANS.

4.4. Analyse après 19 ans

Sur 19 ans, nous remarquons que c'est bien la stratégie de Markowitz (8,97%) qui a surperformé l'indice équipondéré (7,99%) de 0,98%. Celui-ci a aussi surpassé notre portefeuille basé sur la capitalisation (6,62%) de 2,35%.

Au niveau de la volatilité, nous constatons que la stratégie VWI est moins risquée sur la période de 19 ans avec un écart-type de 0,49% comparé au 1,36% (-0,87%) de la stratégie EWI et aux 2,58% (-2,09%) pour la stratégie basée sur la théorie de Markowitz.

Comme les valeurs de la Value At Risk sont corrélées avec la volatilité, cela nous donne les résultats suivants :

- avec 5% de probabilité de perte, la stratégie VWI se montre moins risquée avec 0,80% suivie par la stratégie EWI 2,23% (-1,43%) et en troisième place le portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz avec 4,24% (-1,73%) ;
- avec 1% de probabilité de perte, la stratégie VWI se montre moins risquée avec 1,13% suivie par la stratégie EWI 3,15% (-3,44%) et en troisième place le portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz avec 5,99% (-4,86%).

Malgré la surperformance moyenne du portefeuille basé sur la stratégie de Markowitz, le portefeuille VWI avec son risque maîtrisé affiche le meilleur Sharpe Ratio de 0,14, surpassant ainsi de manière significative celui basé sur la stratégie EWI 0,07, ce qui représente une différence de 0,0736 ainsi que le portefeuille de Markowitz qui, avec un ratio de 0,05, a été surclassé de 0,0972.

	P4		
	S&P 500	S&P 500 EWI	Markowitz
Rendement (semaine) (%)	0,12%	0,15%	0,17%
Rendement (an) (%)	6,62%	7,99%	8,97%
Ecart-type (semaine) (%)	0,49%	1,36%	2,58%
VaR5 (semaine) (%)	0,80%	2,23%	4,24%
VaR1 (semaine) (%)	1,13%	3,15%	5,99%
Sharpe Ratio	0,14	0,07	0,05

TABEAU 7 : TABLEAU COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 19 ANS.

Nous avons aussi réalisé un rendement cumulé en comparant les 3 stratégies. Nous pouvons ainsi nous rendre compte plus facilement de la surperformance de la stratégie basée sur Markowitz (411,34%) face à la stratégie équi pondérée (327,32%) avec une différence sur 19 ans de (+84,03%). Sur la figure 14 ci-dessous, nous pouvons aussi remarquer en dernière position le portefeuille basé sur la stratégie de la capitalisation avec une performance finale de (235,24%), soit une sous-performance de (176,11%) par rapport à la stratégie de Markowitz. Afin d'avoir une vision plus détaillée, nous avons inclus d'autres graphiques sur la comparaison des trois stratégies sur les différentes périodes en annexe. Sur la figure 14, nous pouvons remarquer le rendement cumulé de chaque stratégie, et ce, sur les quatre périodes sélectionnées.

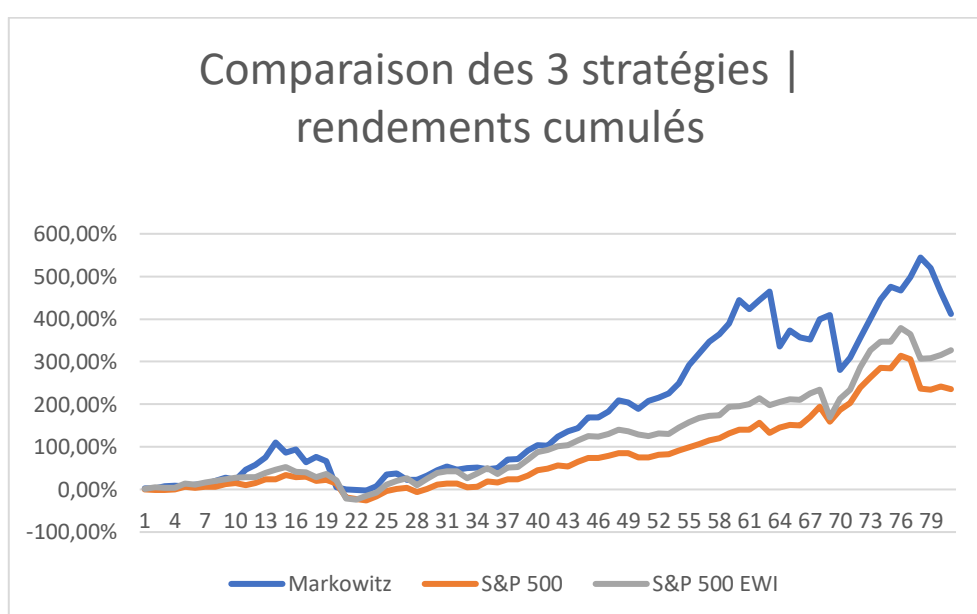


FIGURE 14 : RENDEMENTS CUMULÉS DE NOS TROIS STRATÉGIES. L'AXE DE L'ABSCISSE REPRÉSENTE LES TRIMESTRES ÉCOULÉS.

5. Impact des frais sur la stratégie de Markowitz

Il semble que la stratégie de Markowitz ait été celle qui a connu la meilleure performance au niveau du rendement lors de ces 19 dernières années, et ce, malgré des frais de 0,85% pour chaque transaction. Nous nous posons donc la question de l'impact de ces frais sur la performance de cette stratégie. Afin d'adresser cette question, nous avons fait tourner notre code en omettant délibérément les frais dans celui-ci.

Ce modèle nous a donné une performance de +656,67% à comparer aux +411,34% (avec frais), soit une surperformance de 245,33%. Cette surperformance aurait été appréciable pour notre investisseur. En effet, elle aurait permis d'augmenter le rendement de la stratégie ainsi que le ratio de Sharpe. Cependant, une telle hypothèse n'est pas réaliste puisque le monde économique dans lequel notre investisseur évolue tient compte des frais lors des échanges d'actions.

Qu'aurait donc pu faire notre particulier afin d'augmenter sa performance ?

Pour répondre à cette question, nous avons décidé de réaliser un rééquilibrage de nos actifs non pas toutes les 12 semaines, mais toutes les 52 semaines. Cela aura comme effet de nous faire économiser des frais sur la rotation des actifs. Pour ce faire, nous sommes repartis de notre code avec les frais de 0,85% mais en changeant cette fois-ci le nombre de rééquilibrages en passant de 82 à 19 rotations.

Les résultats obtenus sont intéressants, car nous avons remarqué que la stratégie basée sur un rééquilibrage annuel (+578,67%) surperforme son homologue à rééquilibrage plus fréquent (+411,34%) de 167,32%.

Nous pouvons donc conseiller à notre investisseur que s'il désire investir dans une stratégie de Markowitz. Alors dans ce cas, sur base des P3 et P4, il serait plus intéressant d'effectuer un rééquilibrage plutôt sur base annuelle que trimestrielle. Cependant, si notre investisseur avait investi sur des durées plus courtes P1 et P2, alors son rendement s'en serait retrouvé plus faible que la stratégie avec un rééquilibrage plus fréquent.

De plus, nous pouvons remarquer que la stratégie basée sur un rééquilibrage annuel s'est montrée moins risquée avec des écarts-types qui sont plus faibles à chaque période comparée à la stratégie basée sur un rééquilibrage toutes les douze semaines.

<i>Portefeuille Markowitz (Rééquilibrage annuel)</i>				
	<i>P1</i>	<i>P2</i>	<i>P3</i>	<i>P4</i>
Rendement (semaine) (%)	-0,108%	0,124%	0,183%	0,194%
Rendement (an) (%)	-5,46%	6,68%	9,96%	10,60%
Variance (an) (%)	129,74%	106,15%	99,17%	140,89%
Ecart-type (an) (%)	113,90%	103,03%	99,59%	118,70%
Ecart-type (semaine) (%)	2,19%	1,98%	1,92%	2,28%
VaR5 (semaine)	3,60%	3,26%	3,15%	3,75%
VaR1 (semaine)	5,10%	4,61%	4,46%	5,31%
SR	-0,07	0,04	0,07	0,07

TABEAU 8 : TABLEAU COMPARATIF PORTEFEUILLE DE MARKOWITZ SUR LES DIFFÉRENTES PÉRIODES (RÉÉQUILIBRAGE ANNUEL).

Chapitre 4 : Conclusion et recherches futures

Ce travail visait à fournir une étude approfondie sur trois stratégies d'investissement que pourrait mettre en place un investisseur particulier afin de faire fructifier son patrimoine de manière optimale.

Ce travail est composé de trois chapitres. Dans le premier chapitre, nous avons réalisé une revue de la littérature dans laquelle nous avons abordé les différents sujets qui nous ont permis de connaître et de comprendre les différentes stratégies que nous allions utiliser.

Dans le second chapitre, nous avons réalisé une étude empirique dans laquelle nous avons expliqué le terrain ainsi que les données que nous allions traiter. Nous avons conclu ce chapitre sur la méthodologie qui a été mise en place afin de mieux comprendre les manipulations qui ont été réalisées sur les données.

Enfin, dans le troisième chapitre, nous avons analysé les différentes données qui sont sorties de nos trois modèles différents. Nous avons ainsi pu réaliser une comparaison entre les trois stratégies afin de déterminer laquelle serait la mieux adaptée pour notre investisseur particulier. Nous avons fini ce chapitre par l'impact qu'ont eu les frais au niveau de la stratégie de Markowitz et de la performance liée à la fréquence du rééquilibrage.

Les résultats de cette étude ont été obtenus sur base de données composées de l'univers de titres que comprenait le S&P 500 en 2004 et en 2022. Les données ont été collectées sur une base hebdomadaire et condensées sur quatre périodes de détention via Eikon, pour la période du 2 janvier 2004 au 6 janvier 2023.

Dans cette conclusion, nous nous concentrerons sur les implications des résultats et répondrons à la question qui a été posée au début de ce mémoire. Nous terminerons avec les limites de notre travail ainsi que des suggestions pour des recherches futures.

1. Implications des résultats

La conclusion qui découle de notre recherche est qu'il ne semble pas vraiment avoir une stratégie qui maximise le ratio de Sharpe sur les 4 périodes étudiées. En effet, les résultats que nous avons obtenus dans notre analyse montrent clairement que si nous désirons obtenir un portefeuille avec un très bon rendement tout en ayant un niveau de risque faible sur les quatre périodes, nous n'en serions pas capables. Cependant, nous pouvons dire que l'ETF S&P 500 semble avoir un meilleur ratio de Sharpe que les deux autres stratégies, car il obtient un meilleur ratio de Sharpe sur 3/4 des périodes étudiées.

Par exemple, sur base de notre ensemble de données. Pour la P1, nous aurions dû investir sur l'ETF S&P 500, en effet, malgré un rendement qui a été inférieur, le niveau de risque a été maîtrisé et c'est cet indice qui s'en sort avec le meilleur ratio de Sharpe pour cette période. Pour la P2, nous aurions dû plutôt investir sur l'ETF S&P 500 EWI. Pour la P3, l'ETF S&P 500 aurait été un meilleur choix. Pour clôturer la P4, l'ETF S&P 500 présente un meilleur Sharpe Ratio malgré le fait que ce soit l'indice qui ait la moins bonne performance. Celui-ci est en partie dû au niveau de risque plus faible de cette stratégie.

Sur les 19 années tests, nous pouvons remarquer qu'au plus l'investisseur désire prendre du risque, au plus le rendement de son portefeuille est élevé. Cela correspond aux informations que nous avons l'habitude de trouver dans le monde de la finance. En effet, le portefeuille de Markowitz semble avoir le mieux performé sur cette durée avec 8,97% de rendement moyen par an. Cependant, l'investisseur qui aurait décidé de réaliser cette stratégie sur les 19 années se serait exposé à un risque plus élevé que les autres indices. Comme l'a annoncé Baule (2008) et comme nous l'avons vu plus tôt, ce portefeuille s'est montré à certains moments très peu diversifié avec une action qui a représenté lors de certaines périodes plus de 90% du portefeuille ainsi qu'une diversification de portefeuille très faible lors de certaines périodes quand le poids des actions supérieur à 0,2% était de seulement 0,38%, soit seulement 2 actions. Dans notre classement concernant le rendement, le portefeuille de Markowitz est donc suivi par l'ETF S&P 500 EWI qui offre un rendement moyen de 7,99%, suivi par son équivalent par capitalisation avec 6,62%.

Nous avons aussi pu réaliser l'impact des frais liés aux différents mouvements d'actions dans le portefeuille de Markowitz. Ceux-ci ayant un effet non négligeable de +245,33% sur 19 années. Cependant, cette hypothèse n'est pas plausible dans le monde financier actuel. En effet, tout investisseur est exposé à devoir payer des frais sur les transactions qu'il opère. Nous nous sommes donc posé la question : « Comment notre investisseur aurait pu améliorer sa performance en payant moins de frais ? ». Nous avons donc décidé de tester un modèle avec un rééquilibrage moins fréquent. Celui-ci nous a donné de meilleurs résultats que notre portefeuille à rééquilibrage toutes les 12 semaines, tant au niveau du rendement qu'au niveau du risque, ce qui a implicitement amélioré le ratio de Sharpe pour chaque période, excepté celle de la P1 qui a connu un rendement moyen négatif et celle de la P2 qui a sous-performé par rapport à notre portefeuille rééquilibré toutes les 12 semaines.

Comme nous l'avons vu dans la partie empirique, les études menées par Plyakha et al. (2012), Bolognesi et al., (2013), Ernst et al. (2017) et DeMiguel et al. (2009) nous démontrent qu'à long terme, les portefeuilles équipondérés ont de meilleures performances que les indices pondérés par capitalisation. Ce fait a été vérifié dans le cadre de notre expérience. Cependant, le ratio de Sharpe n'a pas été meilleur pour cette stratégie comme ils nous l'annonçaient. Ce fait pourrait être dû notamment aux différences au niveau des actifs que nous avons décidé de tester.

Enfin, les résultats de notre étude nous permettent de répondre à la question de recherche que nous avons soulevée dans l'introduction. En effet, parmi les différentes stratégies, notre investisseur aurait dû se tourner vers un ETF S&P 500 si son désir avait été d'avoir un certain rendement en prenant compte du risque encouru. En revanche, si notre investisseur n'était pas intéressé par le niveau de risque pris et que le rendement avait été sa seule motivation, alors il aurait dû se diriger vers la stratégie de Markowitz non pas avec un rééquilibrage toutes les 12 semaines, mais avec un rééquilibrage annuel qui lui aurait permis de diminuer son risque ainsi que d'améliorer son rendement sur toutes les périodes, excepté la première.

2. Suggestions pour des recherches futures et Limites

2.1. Suggestions pour des recherches futures

Dans cette étude, notre attention s'est principalement portée sur l'analyse de trois stratégies adoptées par notre investisseur, en termes de rendement et de risque. Nous avons toutefois omis d'explorer en profondeur les raisons pour lesquelles certaines stratégies ont surpassé les autres et pourquoi certaines se sont montrées davantage risquées.

De plus, nous aurions pu prendre en considération d'autres stratégies et d'autres régions géographiques pour nos ETF. Il serait en effet déraisonnable de supposer qu'un investisseur particulier ne chercherait pas à exploiter d'autres stratégies pour faire prospérer son capital, ou qu'il se limiterait exclusivement aux États-Unis. Le marché des ETF est si vaste que celui-ci n'aurait aucun problème à se diversifier sur d'autres marchés.

Dans le cadre de recherches futures, il serait opportun d'approfondir ces aspects, conférant ainsi à notre étude un aspect plus complet, tant en ce qui concerne la compréhension des différentes stratégies que nous avons employées que la profondeur de l'analyse en explorant d'autres voies stratégiques.

2.2. Limites de ce mémoire

Les résultats de notre recherche de mémoire nécessitent une mise en perspective appropriée en raison de certains points à considérer avec prudence.

Il convient de noter que, bien que le sujet ait été d'un grand intérêt pour nous, nous avons dû acquérir des connaissances spécifiques au cours de la rédaction de ce mémoire et nous appuyer sur un certain esprit critique. Le manque d'expérience sur le sujet pourrait donc altérer la qualité des résultats que nous avons obtenus. Tout comme notre manque d'expérience sur MatLab qui nous a demandé de faire appel à l'aide d'une personne spécialisée dans le domaine.

Ensuite, notre étude portait spécifiquement sur le marché des actions américaines, et il ne serait donc pas approprié de généraliser les résultats à d'autres marchés financiers. La même étude

avec la même durée et les mêmes stratégies, réalisée sur le marché belge aurait peut-être mené à des conclusions différentes.

Par ailleurs, il est à noter que les performances passées ne préjugent pas des performances futures, et ces trois stratégies pourraient se comporter de façons tout à fait différentes dans le futur malgré le fait que l'ETF S&P 500 ait dominé la plupart des périodes au niveau du Sharpe Ratio.

En outre, les hypothèses que nous avons faites sur les frais supportés par l'investisseur ne sont pas universelles. En effet, elles sont basées sur une moyenne des frais que nous avons trouvés sur différentes plateformes belges et pourraient varier considérablement en fonction de l'importance du montant investi. En effet, nous pouvons facilement imaginer qu'un investisseur avec peu de fond s'expose à des frais plus importants que celui qui désire placer une plus grosse somme.

Enfin, il convient de noter que le choix des instruments de mesure et l'analyse que nous avons menée sont sujets à amélioration. Par exemple, la Value at Risk conditionnelle aurait été un outil peut-être plus approprié pour mesurer le risque réel encouru par l'investisseur. De plus, notre analyse était orientée vers la maximisation du ratio de Sharpe, sans chercher à comprendre les raisons pour lesquelles certaines périodes se sont montrées plus risquées que d'autres, ce qui pourrait constituer un sujet intéressant pour de futures recherches.

Annexes

Code Markowitz MatLab pour un rendement toutes les 12 semaines avec frais¹⁶

Voici le code qui a été utilisé afin de sortir les données des rendements basés sur la théorie de Markowitz :

```
clc
clear all
% Portfolio optimization
```

Cette ligne de code est utilisée pour organiser le code en sections logiques.

```
%% step 1: read data

D=xlsread('merge.xlsx',1); % read xls
Assetname=readtable('name.xlsx'); % asset name
Assetname2=Assetname.Properties.VariableNames; % asset name
```

La fonction "xlsread" est utilisée pour importer des données à partir de fichiers Excel et renvoie les données sous forme de matrice.

La fonction "readtable" est utilisée pour importer des données à partir de fichiers Excel et renvoie les données sous forme de tableau.

La fonction Assetname renvoie les noms de colonne sous forme de cellule de chaînes de caractères. Dans ce cas, les noms de colonne sont stockés dans la variable "Assetname2".

¹⁶ Pour changer la configuration du portefeuille et passer sur un relancement annuel, il faut changer la boucle dans le modèle. On passera donc de 82 time intervals à 19 time intervals qui représente un portefeuille rebalancé annuellement.

```
% Step 2: take data for 12 periods
```

```
for g=1:82 % 82 time intervals
```

```
clear p Assetreturns
```

Les lignes de code suivantes sont une boucle qui effectue certaines opérations sur les variables "p" et "Assetreturns" pour 82 périodes temporelles.

La boucle commence par la ligne "for g=1:82", qui définit une variable d'itération "g" pour prendre des valeurs de 1 à 82. Dans chaque itération de la boucle, le code suivant est exécuté :

La ligne "clear p Assetreturns" supprime les variables "p" et "Assetreturns" de la mémoire de MATLAB pour éviter toute confusion avec les données précédentes.

Le code entre les lignes "for" et "end" effectue des opérations sur les données "p" et "Assetreturns" pour la période temporelle actuelle, qui est déterminée par la valeur de "g".

```
Assetreturns = zeros(12,522);  
for h=2+12*(g-1):(12*g+1)  
    c=1+h-(2+12*(g-1));  
    for j=1:size(D,1)  
        if D(j,2)==h  
            Assetreturns(c,D(j,1))=D(j,5); % compute returns  
        end  
    end  
end
```

La première ligne "Assetreturns = zeros(12,522);" initialise une matrice de zéros "Assetreturns" avec 12 lignes et 522 colonnes. Cette matrice est utilisée pour stocker les rendements des actifs pour chaque période temporelle.

La boucle commence par la ligne "for h=2+12*(g-1):(12g+1)", qui définit une variable d'itération "h" pour prendre des valeurs allant de $2 + 12(g-1)$ à $12g+1$. Cette boucle for est utilisée pour parcourir les 12 périodes temporelles correspondant à chaque itération de la boucle externe.

La variable "c" est définie par la ligne "c=1+h-(2+12*(g-1))" pour indiquer la position de la période temporelle actuelle dans la matrice "Assetreturns".

La boucle for interne commence par la ligne "for j=1:size(D,1)", qui définit une variable d'itération "j" pour parcourir toutes les lignes de la matrice "D".

La condition "if D(j,2)==h" vérifie si la période temporelle de la ligne "j" de la matrice "D" correspond à la période temporelle actuelle "h".

Si la condition est vraie, la ligne "Assetreturns(c,D(j,1))=D(j,5);" calcule et stocke le rendement de l'actif correspondant dans la matrice "Assetreturns" à la position de la période temporelle "c" et de l'actif "D(j,1)".

%% Define portfolio

La ligne "%% Define portfolio" indique le début de la section du code qui définit le portefeuille.

```
p = Portfolio('AssetList',Assetname2,'Riskfreerate', 0.028463/360*7, 'BuyCost', 0.85/100, 'SellCost', 0.85/100); % define risk free rate + buy/sell costs
```

La fonction "Portfolio" permet de créer un objet portefeuille avec des paramètres spécifiés tels que la liste des actifs (dans ce cas "Assetname2"), le taux d'intérêt sans risque, les coûts d'achat et de vente.

Dans ce code, la variable "Assetname2" contient la liste des noms des actifs. Les autres paramètres spécifiés sont le taux d'intérêt sans risque, les coûts d'achat et de vente (en pourcentage). Le taux d'intérêt sans risque est calculé comme un taux annuel de 0,028463 multiplié par un nombre de jours (7) et divisé par 360 pour obtenir le taux quotidien. Les coûts d'achat et de vente sont définis comme 0,85% pour chaque opération.

```
if g>1
    pwgt0 = [w(:,g-1)];
    p = setInitPort(p, pwgt0); % define initial portfolio
end
```

La condition "if g>1" qui permet d'exécuter une instruction si une condition est vraie.

La fonction "setInitPort" est appelée dans cette condition pour définir le portefeuille initial (la composition du portefeuille à l'étape précédente) pour la nouvelle période. Cette fonction permet de définir un portefeuille initial en fournissant les pondérations des actifs dans le portefeuille.

Si la condition est vraie, la ligne suivante extrait les pondérations du portefeuille de la période précédente à l'aide de la variable "w" et de l'indice de temps "g-1". Les pondérations extraites sont ensuite fournies comme argument à la fonction "setInitPort" pour définir le portefeuille initial pour la nouvelle période.

```
%% compute expectation + cov
```

Il s'agit d'une nouvelle section pour calculer l'espérance et la covariance des rendements des actifs :

```
p = estimateAssetMoments(p,Assetreturns);
```

La fonction "estimateAssetMoments" est utilisée pour estimer les moments des rendements des actifs (c'est-à-dire l'espérance et la covariance) à partir des données de rendement fournies en entrée (dans ce cas, la matrice "Assetreturns") et pour les utiliser pour le calcul d'un portefeuille optimal. La fonction "estimateAssetMoments" prend en entrée un objet portefeuille (dans ce cas, l'objet "p") et les données de rendement des actifs, et retourne l'objet portefeuille mis à jour avec les moments estimés des rendements des actifs.

```
%% Sharpe ratio optimization
```

Il s'agit d'une nouvelle section pour effectuer un calcul afin d'optimiser le portefeuille en fonction du ratio de Sharpe

```
p = setDefaultConstraints(p);
```

Ces lignes de code utilisent la fonction "setDefaultConstraints" pour définir des contraintes par défaut sur les poids du portefeuille dans l'objet "p".

```
[w(:,g),pbuy(:,g), psell(:,g)] = estimateMaxSharpeRatio(p); % give weights
```

Ces lignes de code utilisent la fonction "estimateMaxSharpeRatio" pour estimer les poids optimaux du portefeuille qui maximisent le ratio de Sharpe, à partir de l'objet "p" contenant les moments des actifs et les contraintes de portefeuille définies précédemment.

```
%% Compute return and risk of the optimal portfolio
```

Il s'agit d'une nouvelle section qui est utilisée pour calculer la rentabilité et le risque du portefeuille estimé à partir des poids des actifs obtenus précédemment.

```
[risk_p(:,g),return_p(:,g)] = estimatePortMoments(p,w(:,g));
```

La fonction prend deux arguments : l'objet de portefeuille "p" et les poids des actifs dans le portefeuille "w(:,g)". Les sorties de la fonction sont "risk_p(:,g)", qui stocke l'estimation du risque du portefeuille à l'itération "g", et "return_p(:,g)", qui stocke l'estimation de la rentabilité du portefeuille à l'itération "g".

```
%% Take actual return + std of each interval
```

Ces lignes de code ne font pas appel à une fonction spécifique, mais elles sont utilisées pour calculer la rentabilité et le risque des actifs pour chaque intervalle de temps.

```
actual_return(:,g)=((1+Assetreturns(1,:)).*(1+Assetreturns(2,:)).*(1+Assetreturns(3,:)).*(1+Assetreturns(4,:)).*(1+Assetreturns(5,:)).*(1+Assetreturns(6,:)).*(1+Assetreturns(7,:)).*(1+Assetreturns(8,:)).*(1+Assetreturns(9,:)).*(1+Assetreturns(10,:)).*(1+Assetreturns(11,:)).*(1+Assetreturns(12,:))-1;
actual_gain(:,g)=w(:,g)'*actual_return(:,g);
actual_risk=sqrt((w(:,g)'*(actual_return(:,g).^2))-actual_gain(:,g).^2);
```

Ces lignes calculent le rendement et le risque réels du portefeuille en fonction des calculs précédents.

```
End
```

Poids de l'action la plus importante dans le modèle de Markowitz

Périodes (12 semaines)	Poids max	Périodes (12 semaines)	Poids max
1	29,75%	42	31,36%
2	14,76%	43	14,01%
3	38,49%	44	15,29%
4	12,24%	45	22,52%
5	20,95%	46	24,57%
6	17,20%	47	34,76%
7	13,22%	48	17,78%
8	20,92%	49	21,86%
9	13,69%	50	24,20%
10	17,58%	51	63,98%
11	30,30%	52	40,13%
12	28,68%	53	38,65%
13	15,03%	54	25,64%
14	34,44%	55	14,23%
15	21,42%	56	23,41%
16	40,59%	57	16,92%
17	18,08%	58	30,28%
18	61,12%	59	18,11%
19	23,99%	60	16,01%
20	59,61%	61	10,10%
21	71,77%	62	35,05%
22	80,47%	63	21,95%
23	27,37%	64	22,88%
24	36,75%	65	45,88%
25	28,63%	66	41,72%
26	28,77%	67	26,42%
27	23,61%	68	20,68%
28	89,87%	69	18,81%
29	58,34%	70	16,59%
30	23,83%	71	29,68%
31	18,16%	72	25,23%
32	22,55%	73	32,83%
33	90,30%	74	33,84%
34	46,53%	75	14,73%
35	46,53%	76	21,59%
36	34,30%	77	20,39%
37	29,43%	78	25,01%
38	21,82%	79	16,78%
39	26,32%	80	26,24%
40	17,34%	81	43,77%
41	15,98%	82	39,56%

FIGURE 15 : POIDS DE L'ACTION LA PLUS IMPORTANTE DANS LE PORTEFEUILLE DE MARKOWITZ PAR PÉRIODE DE 12 SEMAINES

Nombre d'actions avec un poids supérieur à 0,2%

Périodes (12 semaines)	Nombre d'actions (> 0,2%)	Périodes (12 semaines)	Nombre d'actions (> 0,2%)
1	3,26%	42	2,68%
2	1,92%	43	5,17%
3	1,53%	44	5,36%
4	3,83%	45	2,68%
5	3,64%	46	3,26%
6	3,07%	47	2,11%
7	3,26%	48	3,26%
8	2,87%	49	3,07%
9	3,07%	50	2,87%
10	4,02%	51	1,15%
11	1,92%	52	1,92%
12	3,07%	53	1,53%
13	3,83%	54	2,49%
14	1,53%	55	4,60%
15	2,30%	56	3,64%
16	2,30%	57	2,68%
17	2,49%	58	2,30%
18	0,96%	59	3,83%
19	1,53%	60	4,21%
20	1,15%	61	7,09%
21	0,38%	62	1,92%
22	0,38%	63	3,64%
23	1,72%	64	6,13%
24	1,92%	65	1,92%
25	1,72%	66	1,53%
26	1,53%	67	2,68%
27	1,92%	68	3,26%
28	0,38%	69	4,02%
29	1,15%	70	3,83%
30	3,07%	71	1,72%
31	3,64%	72	2,11%
32	2,87%	73	1,92%
33	0,38%	74	2,11%
34	1,15%	75	3,83%
35	1,34%	76	3,64%
36	3,83%	77	3,07%
37	1,34%	78	3,26%
38	3,07%	79	5,94%
39	4,02%	80	2,11%
40	4,02%	81	1,53%
41	2,68%	82	1,34%

FIGURE 16 : NOMBRE D' ACTIONS AVEC UN POIDS SUPÉRIEUR À 0,2% PAR PÉRIODE DE 12 SEMAINES

Figures supplémentaires

0,35% frais de taxe belge pour achat

Courtier	Frais fixe		Transaction Fee	Frais de change
Bolero	15\$			
Degiro	Action 1 €	ETF 0 €	Frais de change 0,25%	
Saxo Bank			0,0595%	0,50%
Keytrade	14,95USD PAR ORDRE ET PAR TRANCHE DE 0 À 2.500USD 29,95USD PAR ORDRE ET PAR TRANCHE DE 2.500,01USD À 50.000USD			
Medirect	15\$		0,20%	
Lynx	5\$			
Rebel			1,20% < 2.500EUR 0,80% < 10.000EUR 0,40% > 10.000EUR	
ING			0,50%	

FIGURE 17 : LES FRAIS SONT ISSUS DES SITES INTERNET DES DIFFÉRENTES PLATEFORMES, SOURCE : LES SITES INTERNET DES DIFFÉRENTS COURTIER S OPÉRANT SUR LE TERRITOIRE BELGE. (2023)

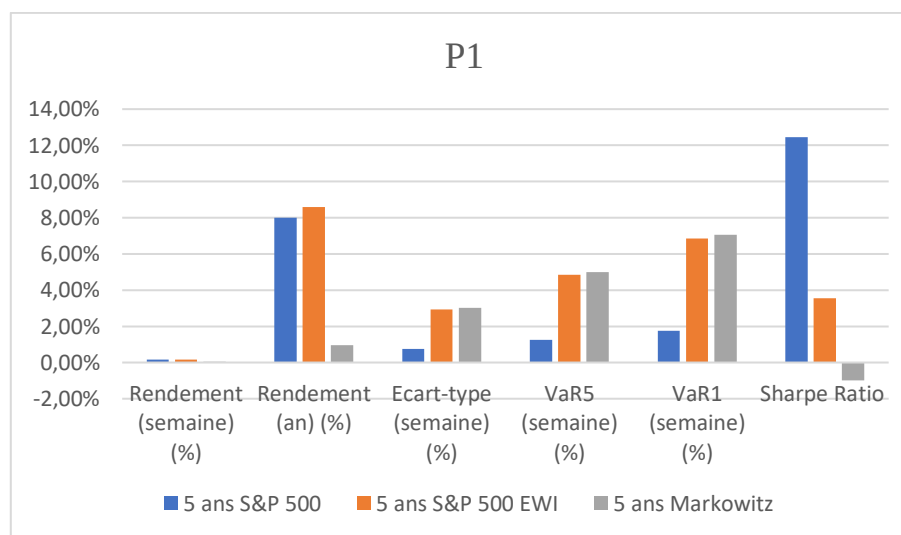


FIGURE 18 : GRAPHIQUE COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 4,75 ANS.

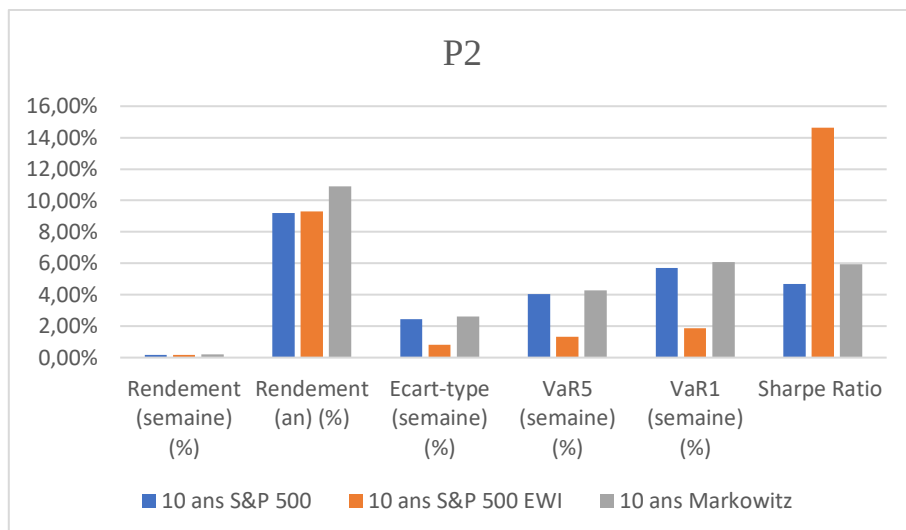


FIGURE 19 : GRAPHIQUE COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 9,5 ANS.

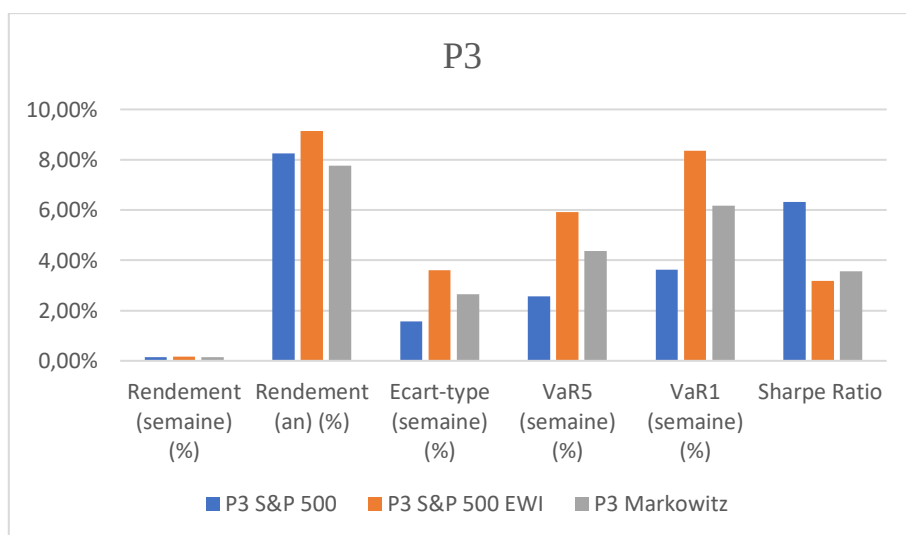


FIGURE 20 : GRAPHIQUE COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 14,25 ANS.

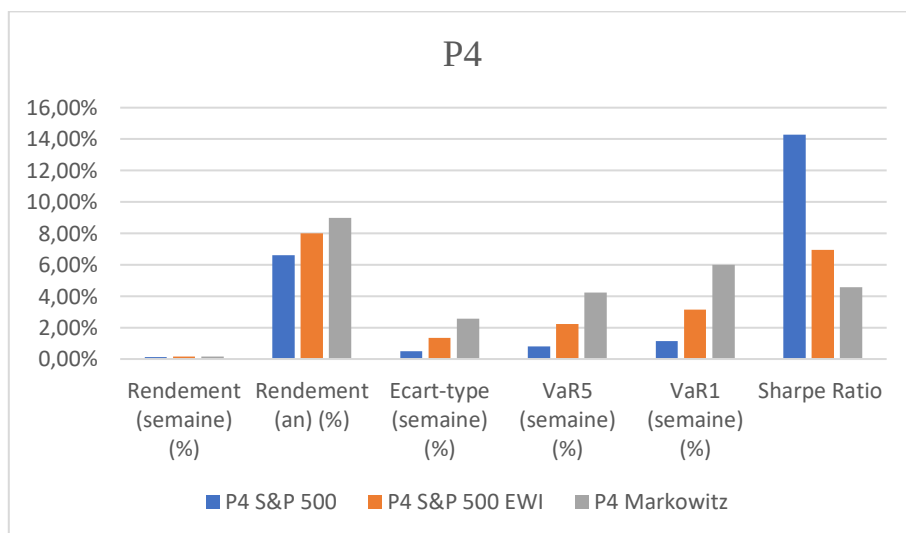


FIGURE 21 : GRAPHIQUE COMPARATIF DE NOS TROIS STRATÉGIES SUR UNE PÉRIODE DE 19 ANS.

Bibliographie

- Antoniewicz, R. S. (2014, Septembre 30). Understanding Exchange-Traded Funds: How ETFs Work. *ICI RESEARCH PERSPECTIVE*, <https://ssrn.com/abstract=2523540>
- Baule, R. (2008). Optimal portfolio selection for the small investor considering risk and transaction costs. *Springer*, 32, 61-76.
- Belfius. (2023). *Frais de courtage pour les actions & trackers*. Récupéré sur Belfius: <https://www.belfius.be/retail/fr/produits/epargner-investir/rebel/tarif/index.aspx>
- Ben-David, e. a. (2017). Exchanged-Traded Funds. *Annual Review of Financial Economics*, <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2865734>.
- Ben-David, e. a. (2022). Competition for Attention in the ETF Space. *Swiss Finance Institute Research Paper*, <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3765063>.
- Blackrock. (2023, Avril 16). *iShares Core S&P 500 UCITS ETF USD (Dist)*. Récupéré sur Blackrock: <https://www.ishares.com/nl/particuliere-belegger/nl/producten/251900/ishares-sp-500-ucits-etf-inc-fund?switchLocale=y&siteEntryPassthrough=true>
- Blackrock. (2023). *Que sont les ETF ?* Récupéré sur Blackrock: <https://www.blackrock.com/fr/intermediaries/education/tout-savoir-sur-les-etf/quest-ce-quun-etf>
- Block, S. B. (2000). The Effect of Portfolio Weighting on Investment Performance Evaluation: The Case of Actively Managed Mutual Funds. *Journal of Economics and Finance*, <https://ssrn.com/abstract=218971>.
- Bolero. (s.d.). *Bolero*. Récupéré sur Bolero: https://www.bolero.be/fr/tarifs?gclid=Cj0KCQiAyracBhDoARIsACGFcS7Bs2pkgmhREktinFunuOSWZ04trNyICA_N0bNRjrYsvW7J2b8zJlkaAqCJELw_wcB
- Bolognesi, E. T. (2013). A comparison between capitalization-weighted and equally weighted indexes in the european equity market. *Journal of Asset Management*, 14(1), 14-26.
- Boluze, L. (2020, Septembre 21). *Ratio de Sharpe : principe, calcul et intérêt*. Récupéré sur Capital: <https://www.capital.fr/entreprises-marches/ratio-de-sharpe-1380962>
- Boluze, L. (2022, Mars 15). *Risque de contrepartie : définition et formes*. Récupéré sur Capital: [https://www.capital.fr/entreprises-marches/risque-de-contrepartie-definition-et-formes-1414587#:~:text=Qu'est%2Dce%20que%20le,impossibilit%C3%A9%20\(faillite%2C%20etc.\)](https://www.capital.fr/entreprises-marches/risque-de-contrepartie-definition-et-formes-1414587#:~:text=Qu'est%2Dce%20que%20le,impossibilit%C3%A9%20(faillite%2C%20etc.))
- Bouchey, a. e. (2012). Volatility harvesting: Why does diversifying and rebalancing create portfolio growth? *Wealth Manage*, 15(2), 26-35.
- Brennan, M. (1975). The optimal number of securities in a risky asset portfolio when there are fixed costs of transacting: theory and some empirical results. *The Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 10(3), 483-496.
- Chen, J. (2020, Novembre 7). *Tracking Error*. Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/t/trackingerror.asp#:~:text=Tracking%20error%20is%20the%20divergence,an%20unexpected%20profit%20or%20loss>.

- Chen, J. (2021, Août 18). *What Is Mean Reversion, and How Do Investors Use It?* Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/m/meanreversion.asp>
- Chen, J. (2021, Aout 18). *What Is Mean Reversion, and How Do Investors Use It?* Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/m/meanreversion.asp>
- Chen, J. (2022, Aout 4). *What Is an Index? Examples, How It's Used, and How to Invest.* Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/i/index.asp#citation-4>
- Cohen, S. (2023). *Global ETF market facts: three things to know from Q4 2022.* iShares <https://www.ishares.com/us/insights/global-etf-facts>.
- COMMISSION, SECURITIES AND EXCHANGE. (2023). *Investor.gov*. Récupéré sur Investor.gov: <https://www.investor.gov/>
- COMMISSION, U.S. SECURITIES AND EXCHANGE. (2023). *U.S. SECURITIES AND EXCHANGE COMMISSION*. Récupéré sur sec.gov: <https://www.sec.gov/>
- Corsi, e. a. (2020). An overview of physical and synthetic ETF structures. *Vanguard Research*, <https://www.fr.vanguard/content/dam/intl/europe/documents/en/physical-and-synthetic-etf-structures-eu-en-pro.pdf>.
- Degiro. (2023). *Grille Tarifaire*. Récupéré sur Degiro: https://www.degiro.fr/data/pdf/fr/Tarifs_15_May_2023_Basic_Active_Trader.pdf
- DeMiguel, V. L. (2009). Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy? *Review of Financial Studies*, 22, 1915–1953 .
- Dickson, e. a. (2013). *Understanding synthetic ETFs*. <https://www.vanguard.ca/documents/understanding-synthetic-etfs-tlrv.pdf>: Vanguard Research.
- Dyer, T. &. (2022, Juillet). A Tale of Two Index Funds: Full Replication vs. Representative Sampling. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4057537>. Récupéré sur <http://wp.lancs.ac.uk/fofi2022/files/2022/08/FoFI-2022-003-Nick-Guest.pdf>
- Ebrary. (s.d.). *Modern Portfolio Theory and the Capital Asset Pricing Model*. Récupéré sur Ebrary: https://ebrary.net/118900/history/modern_portfolio_theory_capital_asset_pricing_model
- Ernst P. A., J. R. (2017). *Portfolio selection: the power of equal weight*. <https://arxiv.org/pdf/1602.00782.pdf>.
- Fama, D. G. (1992). Diversification Returns and Asset Contributions. *Financial Analysts Journal*, 48(3), 26-32.
- Ferri, R. A. (2008). *The ETF Book: All You Need to Know About Exchange-Traded Funds*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- FSMA. (2021, Juin 21). *Plus de 800 000 Belges investissent en bourse*. Récupéré sur FSMA: <https://www.fsma.be/fr/news/plus-de-800-000-belges-investissent-en-bourse#:~:text=Au%20cours%20des%20trois%20derni%C3%A8res,rapport%20au%20premier%20trimestre%202019>.
- Fung, W. &. (2004). Hedge Fund Benchmarks: A Risk Based Approach. *Financial Analyst Journal*, 60(5), 65-80.

- Ganti, A. (2022, Mai 31). *Efficient Frontier: What It Is and How Investors Use It*. Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/e/efficientfrontier.asp>
- Global Industry Classification Standard. (2018). *Global Industry Classification Standard*.
- Glow, D. (2022, Avril 12). *A history of ETFs in Europe*. Récupéré sur ETF Stream: <https://www.etfstream.com/features/a-history-of-etfs-in-europe/>
- Hardin, T. &. (2021, Août 24). *The S&P 500: A Rebalancing Act*. Récupéré sur Nasdaq: <https://www.nasdaq.com/articles/the-sp-500%3A-a-rebalancing-act-2021-08-24>
- Hayes, A. (2022, Mars 30). *Maximum Drawdown (MDD) Defined, With Formula for Calculation*. Récupéré sur Investopedia: <https://www.investopedia.com/terms/m/maximum-drawdown-mdd.asp>
- ING. (2023). *Tarif des principaux services et opérations en investissements*. Récupéré sur ING: <https://assets.ing.com/m/61e091ddf7ba6f5d/TariefRoerendeWaardeNewFR.pdf>
- Invesco. (2023, Avril 14). *Invesco S&P 500® Equal Weight ETF*. Récupéré sur Invesco: <https://www.invesco.com/us/financial-products/etfs/product-detail?audienceType=Investor&ticker=RSP>
- Jacob, N. L. (1974). A Limited-Diversification Portfolio Selection Model for the Small Investor. *The Journal of Finance*, 29(3), 847-856 .
- Keytrade. (2023). *Nos Tarifs*. Récupéré sur Keytrade: <https://www.keytradebank.be/fr/nos-tarifs>
- Levy, H. (1978). Equilibrium in an Imperfect Market: A Constraint on the Number of Securities in the Portfolio. *The American Economic Review*, 68(4), 643-658 .
- Lynx. (2023). *Frais de courtage chez le courtier en ligne LYNX*. Récupéré sur Lynx: https://fr.lynx.be/frais-de-courtage/?gclid=Cj0KCQjwIumhBhCIARIsABO6p-zc2NZzHkfJe5zLbPtoxc54NRsLAZuj8_PcBqvGaSf4ZGr6PUNR7Z8aAhuREALw_wcB
- Malladi, R. &. (2017). Equal-weighted strategy: Why it outperforms value-weighted strategies? Theory and evidence. *Journal of Asset Management*, 18(3), 188-208 .
- Mansini, R. &. (1999). Heuristic algorithms for the portfolio selection problem with minimum transaction lots. *European Journal of Operational Research*, 114(2), 219-233.
- Mao, J. (1970). Essentials of Portfolio Diversification Strategy. *The Journal of Finance*, 25(5), 1109-1121.
- Medirect. (2023). *GUIDE TARIFAIRE DE MEDIRECT*. Récupéré sur Medirect: <https://www.medirect.be/wp-content/uploads/2022/02/tariffs-and-charges-fr.pdf>
- Montfort, K. v. (2008). Index Tracking by Means of Optimized Sampling. *The Journal of Portfolio Management Winter*, 34(2), 143-152.
- Naumenko, K. e. (2015). An Empirical Study on the Differences between Synthetic and Physical ETFs. *International Journal of Economics and Finance*, DOI :10.5539/ijef.v7n3p24.
- Nille, J. (2023, Février 16). Les ETF séduisent les investisseurs les plus jeunes. *L'echo*.
- Paul Bouchey, V. N. (2012). Volatility Harvesting: Why Does Diversifying and Rebalancing Create Portfolio Growth? *The Journal of Wealth Management*, 15(2), 26-35.

- Perrin-Monlouis, P. (2021, Octobre 21). *Performance relative*. Récupéré sur EduBourse: <https://edubourse.com/lexique-performance-relative/>
- Plyakha, e. a. (2012). Why Does an Equal-Weighted Portfolio Outperform Value- and Price-Weighted Portfolios? <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2724535>.
- PwC. (s.d.). Récupéré sur PwC: <https://www.pwc.com/gx/en/industries/financial-services/publications/etf-2026-the-next-big-leap.html>
- Ramaswamy, S. (2011). Market structures and systemic risks of exchange-traded funds. *Bank for International Settlements*, <https://ssrn.com/abstract=1859246>.
- S&P Dow Jones Indices. (2022, Septembre 30). *Equity S&P 500*. Récupéré sur Spglobal: <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500/#overview>
- S&P Dow Jones Indices. (2022, October <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500/#overview>). S&P U.S. Indices Methodology.
- S&P Dow Jones Indices. (2023). *S&P 500 The Gauge of the U.S. Large-cap Market*. Récupéré sur Spglobal: <https://www.spglobal.com/spdji/en/indices/equity/sp-500/#overview>
- Sankaran, A. A. (1999). On the optimal selection of portfolios under limited diversification. *Journal of Banking & Finance*, 23(11), 1655 - 1666.
- Saxo Bank . (2023). *Saxo Bank*. Récupéré sur Saxo Bank: <https://www.home.saxo/fr-be>
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425-442.
- Stambaugh, R. F. (2014). Presidential Address: Investment Noise and Trends. *The Journal of Finance*, 69(4), 1415-1453.
- Strub, O. &. (2018). Optimal construction and rebalancing of index-tracking portfolios. *European Journal of Operational Research*, 264(1), 370-387.
- Taljaard E. & Maré, B. H. (2021). Why Has The Equal Weight Portfolio Underperformed and What Can We Do About It? *Quantitative Finance*, 21(11), 1855-1868.
- Tobin, J. (1958). Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. *The Review of Economic Studies*, 25(2), 65-86.
- VettaFi. (s.d.). *Most Popular ETFs: Top 100 ETFs By Trading Volume*. Récupéré sur VettaFi: <https://etfdb.com/compare/volume/>
- Welch, I. (2000). Views of financial economists on the equity premium and on professional controversies. *The Journal of Business*, 73(4), 501-537.
- Wikifin. (2023, Janvier 9). *Les taxes sur vos investissements belges*. Récupéré sur Wikifin: <https://www.wikifin.be/fr/impots-emploi-et-revenus/declaration-dimpots/vos-revenus-mobiliers/les-taxes-sur-vos#:~:text=Le%20taux%20de%200%2C35,D'actions%20ou%20parts>.
- Zeng, L. &. (2013). *10 Years Later: Where in the World is Equal Weight Indexing Now?* <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2257481>.

