

**Economics School of Louvain - ESL**

**Economics School of Namur - ESN**

# **Étude des fluctuations boursières de court terme : opportunités et limites d'une stratégie de retour à la moyenne**

Auteur : Martin ABSIL

Promoteur : William PARIENTÉ

Année académique 2025-2026

Master en Sciences économiques – 60 credits

## Déclaration sur l'IA générative dans la rédaction scientifique

Au cours de la rédaction de ce travail de fin d'étude de master, l'auteur a utilisé Claude et DeepL.

Claude a servi d'aide lors de la création du code mais également lorsque l'auteur rencontrait des difficultés à comprendre certaines idées et certains concepts provenant de différentes sources. Claude a également aidé l'auteur à condenser des articles scientifiques ainsi qu'à définir la structure de ce travail et challenger les résultats et informations présentés. Enfin, il l'a également utilisé pour détecter les fautes d'orthographe et de grammaire. Cependant, cet outil n'a jamais été utilisé pour rédiger, développer ou effectuer les calculs qui sont présentés dans ce mémoire.

DeepL a été utilisé comme aide pour traduire certains mots, expressions ou articles afin de faciliter leur compréhension.

Après avoir utilisé cet outil/service, l'auteur a soigneusement relu et révisé le contenu généré par l'outil. L'auteur assume l'entière responsabilité du contenu final présenté dans cette thèse.

En signant cette déclaration, l'auteur affirme que le contenu de ce travail de fin d'étude de master reflète son travail original, enrichi par l'utilisation responsable de l'IA.

Dimanche 24 mai 2026

Martin Absil,

## Remerciements

Avant d'entrer dans le vif du sujet, je tiens à exprimer ma gratitude à mon promoteur, le professeur William PARIENTÉ, pour ses conseils et son soutien tout au long de ce projet. J'ai toujours pu compter sur ses conseils et ses réflexions pour améliorer mon travail. Sa bienveillance et sa compréhension à tous les stades du processus ont fait toute la différence. Son professionnalisme a rehaussé la qualité de mon travail et renforcé ma motivation à le mener à bien.

Je tiens également à remercier Monsieur François Crucifix, Quantitative Investment Strategies at Macquarie Group, pour son expertise, son coaching ainsi que ses recommandations quant à l'approche de mon travail.

Enfin, je tiens à remercier Louis Ridelle, ancien étudiant ingénieur civil de l'UCLouvain, qui a sans cesse accepté de m'aider avec le code afin d'optimiser la recherche.

Je vous souhaite une agréable lecture !

## Abstract

Cette recherche étudie les opportunités et les limites d'une stratégie de retour à la moyenne (mean-reversion) appliquée à 480 actions du S&P SmallCap 600 sur la période 2020-2025. La stratégie développée repose sur cinq paramètres : un seuil de baisse déclencheur d'achat ( $X_{drop}$ ), une fenêtre d'observation ( $T_{lookback}$ ), un objectif de revente ( $X_{gain}$ ), un seuil de protection ( $X_{stop\_loss}$ ) et une durée maximale de détention ( $T_{max\_hold}$ ). Ces paramètres ont été optimisés sur un échantillon d'entraînement (ou *train*) avec des données de 2015 à 2019, puis appliqués sans réoptimisation à l'échantillon test de 2020-2025, couvrant le crash COVID, la bulle 2021, la hausse des taux 2022 et la concentration sectorielle des *Magnificent 7*.

La valeur optimale pour chacun des paramètres est la suivante : achat après une chute de 5 % sur 10 jours, revente à +15 % de gain, stop-loss à -10 %, détention maximale de 120 jours, ce qui génère sur la période *test* un rendement médian de +25,0 % par action, avec 64,4 % d'actions profitables et un profit factor médian de 1,30. Ces résultats confirment l'existence d'un signal exploitable, conforme aux prédictions théoriques de De Bondt et Thaler (1985) et Jegadeesh (1990).

Cependant, cette performance est nettement inférieure à celle d'une stratégie passive sur la même classe d'actif. Notre benchmark, l'ETF de référence « IJR » génère +59,5 % sur la même période, soit 34,4 points de pourcentage de plus que la médiane de notre stratégie. Seules 34,0 % des actions battent ce benchmark passif. Si l'on compare cela avec d'autres principales classes d'actifs accessibles à un investisseur tel que le S&P 500, le Nasdaq 100, l'or ou les obligations souveraines américaines, la sous-performance se confirme et la stratégie ne dépasse que les obligations, qui ont elles-mêmes traversé une période exceptionnellement défavorable.

L'analyse sectorielle révèle une forte hétérogénéité. Les secteurs cycliques comme l'industrie et les services financiers génèrent des rendements médians supérieurs à 45 %, tandis que les télécommunications affichent une médiane de -40,8 %. Cette dispersion suggère qu'un filtrage par secteur pourrait améliorer la performance globale.

La conclusion principale de ce travail est qu'une anomalie statistiquement détectable n'est pas nécessairement une anomalie économiquement exploitable. La stratégie de mean-reversion capture un signal réel, mais d'une amplitude insuffisante pour dépasser, sur la période étudiée, les rendements proposées par différentes allocations passives.

## Mots clés

Mean-Reversion, Retour à la moyenne, S&P SmallCap 600, Stratégie systématique, Efficience des marchés, Backtesting, Out-of-sample.

## Contents

|     |                                                                                   |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.  | Motivation .....                                                                  | 6  |
| 2.  | Introduction .....                                                                | 7  |
| 3.  | Revue de littérature.....                                                         | 9  |
| 3.1 | L'hypothèse des marchés efficients, ou non.....                                   | 9  |
| 3.2 | Les premières preuves empiriques d'un retour à la moyenne .....                   | 10 |
| 3.3 | Les fondements comportementaux des déviations de prix .....                       | 11 |
| 3.4 | Tension entre momentum et le retour à la moyenne. ....                            | 12 |
| 3.5 | Limites pratiques à l'exploitation d'un retour à la moyenne (mean-reversion)..... | 12 |
| 3.6 | Conclusion.....                                                                   | 13 |
| 4.  | Méthodologie.....                                                                 | 14 |
| 4.1 | Données .....                                                                     | 14 |
| 4.2 | Découpage train / test .....                                                      | 14 |
| 4.3 | La stratégie de trading, .....                                                    | 15 |
| 4.4 | Optimisation des paramètres .....                                                 | 17 |
| 4.5 | Évaluation de l'échantillon test (out-of-sample) .....                            | 18 |
| 5   | Résultats empiriques.....                                                         | 19 |
| 5.1 | Statistiques descriptives de l'échantillon.....                                   | 19 |
| 5.2 | Résultats des paramètres optimaux. ....                                           | 19 |
| 5.3 | Résultats sur l'échantillon test.....                                             | 21 |
| 5.4 | Décomposition par secteur .....                                                   | 24 |
| 5.5 | Comparaison avec le benchmark.....                                                | 25 |
| 5.6 | Analyse de sensibilité des paramètres .....                                       | 27 |
| 5.7 | Conclusion.....                                                                   | 29 |
| 6   | Comparaison avec d'autres stratégies.....                                         | 30 |
| 7   | Analyse limite et critiques. ....                                                 | 32 |
| 7.1 | Limites liées aux données.....                                                    | 32 |
| 7.2 | Limites liées au backtest.....                                                    | 32 |
| 7.3 | Limites liées à l'analyse statistique .....                                       | 33 |
| 8   | Conclusion.....                                                                   | 33 |
|     | Bibliographie.....                                                                | 36 |
|     | Annexes.....                                                                      | 39 |

## 1. Motivation

Ce sujet s'inscrit dans un contexte socio-politique particulièrement tendu. Les cours boursiers font face à de nombreux rebondissements, et maintenir une stratégie standard dans ce genre de contexte peut être particulièrement challengeant pour les investisseurs. Les plateformes d'investissement sont de plus en plus répandues mais existe-il une formule gagnante en investissant dans les marchés financiers ?

Cette étude s'inscrit dans le débat empirique sur l'exploitabilité d'une anomalie de mean-reversion à court terme sur le segment des petites capitalisations américaines. La problématique centrale peut être formulée ainsi : Existe-t-il un comportement universel de retour à la moyenne, exploitable par une stratégie systématique paramétrique, sur les composants du S&P SmallCap 600 ? Si oui, cette stratégie génère-t-elle un alpha robuste après évaluation rigoureuse hors-échantillon ? Il faut entendre par « alpha robuste », la capacité à surperformer le marché de manière stable et avec un bon rendement résiduel.

De cette question générale découlent trois sous-questions :

- 1) Quels sont les paramètres optimaux (seuil de baisse déclencheur, fenêtre d'observation, take-profit, stop-loss, durée maximale de détention) d'une stratégie de mean-reversion appliquée uniformément aux composants du S&P 600 ?
- 2) La stratégie identifiée génère-t-elle des rendements significativement supérieurs à un placement passif sur le même univers (benchmark IJR) sur la période d'évaluation 2020-2025 ?
- 3) Comment cette stratégie se positionne-t-elle face aux principales classes d'actifs accessibles à un investisseur sur la même période ?

Pour répondre à ces questions, nous allons développer 3 hypothèses qui vont orienter notre recherche :

- 1) Existence d'un signal de mean-reversion : il existe sur le segment small cap américain un signal statistique de retour à la moyenne à court terme, suffisamment robuste pour générer des rendements positifs cumulés par une stratégie systématique.
- 2) Robustesse hors-échantillon : les paramètres optimaux identifiés sur une période d'entraînement conservent leur pouvoir prédictif sur une période d'évaluation distincte, signe d'un phénomène structurel plutôt que d'un artefact statistique.
- 3) Génération d'alpha : la stratégie active génère un rendement supérieur à un placement passif sur le même univers, une fois pris en compte les coûts de transaction.

La validation ou l'invalidation de ces hypothèses constitue le fil conducteur de l'analyse empirique présentée dans les sections 5 et 6.

## 2. Introduction

« If you don't find a way to make money while you sleep, you will work until you die »

Cette célèbre phrase de Warren Buffett, considéré comme l'un des plus grands investisseurs de l'histoire, résonne chez de nombreux investisseurs cherchant à dégager un profit en exploitant les marchés financiers.

La question de l'efficience des marchés financiers occupe une place centrale en finance empirique depuis les travaux fondateurs de Fama (1970). L'hypothèse d'efficience semi-forte postule que les prix d'actifs intègrent instantanément toute l'information publique disponible, rendant impossible la génération systématique d'un rendement excédentaire par une stratégie de trading fondée sur des données historiques. Cette hypothèse, défendue par une vaste littérature, a néanmoins fait l'objet de remises en cause empiriques persistantes sous la forme d'anomalies de marché. Cela a été documenté à de nombreuses reprises et sous différents aspects comme l'effets de taille (Banz, 1981), de valeur (Fama & French, 1992), de momentum (Jegadeesh & Titman, 1993), et de retour à la moyenne (De Bondt & Thaler, 1985 ; Jegadeesh, 1990).

Parmi ces anomalies, on retrouve le phénomène de mean-reversion à court terme. Il s'agit de la tendance des cours d'actions ayant subi une chute marquée à rebondir mécaniquement sur un horizon de quelques jours à quelques semaines. Et cela a fait l'objet d'une attention particulière. Théoriquement attribué à la surréaction des investisseurs aux nouvelles (De Bondt & Thaler, 1985), à la microstructure de marché (Campbell, Grossman & Wang, 1993) ou à la fourniture de liquidité (Lehmann, 1990), ce phénomène présente un caractère paradoxal. Largement documenté académiquement, il devrait pourtant s'arbitrer rapidement dans des marchés efficients. La question demeure ouverte de savoir si cette anomalie est encore exploitable empiriquement, particulièrement après la prise en compte des frictions d'implémentation.

Le segment des petites capitalisations américaines constitue un terrain d'étude particulièrement adapté pour deux raisons. D'une part, il présente historiquement un degré d'efficience informationnelle moindre que celui des grandes capitalisations (Fama & French, 2008). Cela est dû au fait qu'il est associé à une couverture d'analyse plus limitée et à une participation institutionnelle réduite. Ce manque de disponibilité d'informations peut théoriquement être un cadre propice où rencontrer des anomalies. D'autre part, sa volatilité supérieure génère mécaniquement davantage de signaux exploitables par une stratégie de mean-reversion à seuils. Le S&P SmallCap 600, indice composé des 600 plus petites capitalisations de l'univers investissable américain, offre un cadre standardisé et investissable pour cette étude.

Ce travail poursuit dès lors trois objectifs distincts et en lien direct avec nos sous-questions présentées dans la motivation.

Premièrement, il documente empiriquement l'existence, ou l'absence, d'un signal de mean-reversion exploitable sur le S&P SmallCap 600 pour une période récente (2015-2025), couvrant plusieurs régimes de marché très particuliers comme le crash COVID, la bulle spéculative, la hausse des taux, ...

Deuxièmement, il propose une méthodologie d'optimisation paramétrique, à savoir un seul jeu de paramètres appliqué uniformément aux 480 actions de l'univers, ce qui réduit considérablement le risque d'overfitting par rapport aux approches par-action couramment rencontrées dans la littérature appliquée.

Troisièmement, il situe la performance de la stratégie active dans son contexte concurrentiel élargi, en la confrontant non seulement à un benchmark de la même classe mais également aux principales classes d'actifs alternatives à savoir le S&P 500, le Nasdaq 100, l'or ou les obligations souveraines américaines.

La contribution principale de ce travail réside moins dans la découverte d'une nouvelle anomalie que dans l'évaluation critique et honnête d'une approche systématique populaire, avec une attention particulière portée aux biais méthodologiques fréquemment sous-estimés dans la littérature appliquée.

Méthodologiquement, notre approche se déroule en cinq étapes. Les données, au prix d'ouverture et de clôture quotidiens de 480 actions du S&P SmallCap 600 sur la période 2014-2025 sont collectées via Yahoo Finance et nettoyées selon un seuil de couverture minimale de 80 %. Une stratégie de retour à la moyenne articulée autour de 5 paramètres (seuil de baisse, fenêtre d'observation, take-profit, stop-loss, durée maximale de détention) est formalisée. L'optimisation est conduite par grid search exhaustif sur 576 combinaisons, sur la période d'entraînement 2015-2019, avec sélection de l'optimum par maximisation du rendement médian par action. Les paramètres retenus sont ensuite appliqués, dans une méthode out-of-sample, sans réoptimisation à la période *test* 2020-2025, et les performances sont confrontées au benchmark indiciel IJR ainsi qu'à quatre classes d'actifs alternatives.

L'implémentation repose sur Python (numpy, pandas, numba) et utilise la compilation JIT pour la parallélisation du backtesting.

Le reste du mémoire se compose comme suit. La section 3 présente la revue de littérature sur les anomalies de mean-reversion et leur cadre théorique. La section 4 décrit la méthodologie d'optimisation ainsi que les données utilisées et leur nettoyage. Les sections 5 et 6 présentent les résultats empiriques, respectivement au niveau interne (performance, sensibilité paramétrique, analyse sectorielle) et au niveau externe (comparaison aux classes d'actifs alternatifs). Enfin, la section 7 expose une analyse critique des limitations méthodologiques et la section 8 conclut le travail et identifie les pistes pour des recherches futures.

### 3. Revue de littérature

L'étude des fluctuations boursières est un sujet qui passionne et intrigue depuis plusieurs décennies déjà. Comme dans de nombreux domaines, on y voit se confronter différentes visions opposées en ce qui concerne les mouvements des prix à court terme et les stratégies à adopter en fonction. Dans ce cadre-ci, deux visions se démarquent plus particulièrement.

#### 3.1 L'hypothèse des marchés efficients, ou non.

D'une part, nous retrouvons la théorie classique (Eugene Fama, 1970 ; Burton Malkiel, 1973), considérant que les marchés financiers sont efficients. Celle-ci estime que les cours boursiers reflètent toute l'information disponible de manière instantanée, et donc que la variation des prix est aléatoire, et suit ce qu'on appelle couramment a *random walk*. Sous cette hypothèse, on ne peut pas battre le marché de façon systématique. Cette hypothèse de marchés efficients, plus connu sous le nom de Efficient Market Hypothesis (EMH) en anglais, se décline sous 3 types distincts : la forme faible, dans laquelle les prix intègrent seulement l'historique des cours passés, la forme semi-forte, où toute information publique est instantanément incorporée et la forme forte, où même l'information privée se reflète dans les prix. Ce dernier ne devrait pas être applicable au sein des marchés boursiers pour cause de délit d'initié.

De l'autre côté, nous retrouvons la finance comportementale (Daniel Kahneman & Amos Tversky, 1979 ; Werner De Bondt & Richard Thaler, 1985). Celle-ci estime que les investisseurs peuvent avoir un comportement non parfaitement rationnel et prendre certaines décisions sans avoir connaissance de toutes les informations. Ces erreurs, telles que la panique, un excès de confiance ou encore le mimétisme, peuvent éloigner temporairement les prix de leur valeur réelle. C'est avec ce genre de comportement que des opportunités peuvent être détectées. C'est ce que nous allons essayer de déterminer à travers cette recherche.

Fama, en 1991, est d'ailleurs revenu sur sa première recherche en admettant que certaines irrégularités étaient en effet présentes au sein des marchés, que ce soit sur le volume ou sur les prix d'un actif, ce qui pourrait ouvrir la porte à un potentiel rendement si l'on parvenait à capturer cette prévisibilité, en particulier à court terme. Il est toutefois important de préciser qu'il n'invalidait pas pour autant ses conclusions EMH avancées dans son premier article, *Efficient Capital Markets : A Review of Theory and Empirical Work*.

Malkiel (1973) vient également partager cette idée d'efficience des marchés et avance qu'une gestion passive obtiendra une performance toujours supérieure comparée à celle d'une gestion active sur le long terme.

Nous sommes cependant en droit de nous demander que si les marchés reflètent continuellement leurs justes valeurs, alors comment expliquer les variations quotidiennes des prix, de manière parfois importante, sans que de nouvelles informations différentes ne soient parvenues au public. Cette efficience dite, semi-forte, offre-t-elle en réalité des opportunités ? C'est la question centrale de cette recherche.

### *3.2 Les premières preuves empiriques d'un retour à la moyenne*

Revenons maintenant à la finance comportementale que De Bondt et Thaler ont commencé à développer en 1985. Ils ont été les premiers à démontrer empiriquement un phénomène de retour à la moyenne. Leur étude a permis de conclure que les titres ayant connu une forte baisse sur une période de 3 à 5 ans avaient tendance à surperformer significativement le marché par la suite, alors que les titres gagnants lors de cette première période, se voyaient sous-performer dans la seconde. Cet effet de retour à la moyenne, calculé d'un ordre de 25 % sur trois ans, est attribué à une surréaction des investisseurs liés à des biais cognitifs, telle que l'extrapolation excessive des tendances passées.

Cette conclusion a également été vérifiée par Porteba et Summers en 1988. Les deux chercheurs ont analysé plus d'un siècle de données boursières et ont établi une corrélation négative sur les prix des actions sur des périodes de 3 à 5 ans également. Quand une action performait de manière supérieure au marché, elle sous-performait par la suite, et inversement. Ils ont conclu que seuls les fondamentaux ne pouvaient être responsables de cette corrélation négative et donc qu'une partie du mouvement des prix était temporaire et finissait par se corriger, que ce soit dans un sens ou dans l'autre.

Lo et MacKinlay (1988) ont également publié des résultats allant à l'encontre de la théorie des marchés efficients et du *random walk* avancé par Fama. Cependant, eux, se sont penchés sur une période de temps à très court terme. En se basant sur les données hebdomadaires du New-York Stock Exchange (NYSE), NYSE American (anciennement AMEX au moment de l'étude), ils ont démontré qu'une corrélation positive, cette fois-ci, était observée sur le court terme, et plus particulièrement les entreprises ayant des plus petites capitalisations. En d'autres termes, si une action surperformait le marché un jour, elle était plus propice à également surperformer le marché le lendemain.

Cependant, si on l'on allonge un peu plus la période de temps d'étude de fluctuation, il a été démontré par Jegadeesh (1990) que l'on retrouvait déjà cette corrélation négative. Les actions ayant le plus baissé le mois précédent avaient tendance à rebondir le mois suivant. Cela rejoint l'idée générale de ce retour à la moyenne, et qu'un équilibre est observé après des mouvements jugés excessifs dans un premier temps.

Enfin, cet écart par rapport à la moyenne et ces mouvements excessifs peuvent provenir de déséquilibres temporaires entre l'offre et la demande. Par exemple, si une entreprise intègre le

S&P500 à la suite d'une révision de l'indice, il est fort probable que cela provoque une hausse du prix de l'action malgré qu'aucun changement dans les fondamentaux n'ait eu lieu. Cette hausse, artificielle sera donc corrigé par la suite pour revenir vers son niveau d'équilibre (Harris & Gurel, 1986).

Ceci illustre parfaitement les mécanismes de microstructure des marchés, complémentaires aux explications comportementales, dont nous allons discuter plus en détails ci-dessous. Celle s'inscrit donc dans une vision opposée à celle de Fama, prônant un marché aléatoire des prix boursiers.

### *3.3 Les fondements comportementaux des déviations de prix*

Cette déviation des prix sous l'effet de l'émotion et d'un comportement des agents pas toujours parfaitement rationnels a été étudiée par Kahneman et Tversky en 1979. Leur article avance que les pertes sont ressenties de manière deux fois plus importantes que des gains d'un montant équivalent. Cet effet psychologique est appelé l'aversion aux pertes. À cela, s'ajoute deux autres biais psychologiques, l'ancrage et le cadrage d'un investisseur. Le prix de référence mentalement fixé par un investisseur, ainsi que la manière dont l'information lui a été présentée, peuvent également mener à des réactions excessives bien plus importantes que ce que les fondamentaux ne justifieraient. Que ce soit une panique lors des baisses ou une euphorie lors des hausses, une déviation temporaire de la valeur justifiée par les fondamentaux peut survenir. Et c'est cet écart que cette recherche a pour but d'exploiter.

Dans la continuité de cette recherche de déviation de prix causée par le comportement humain, Shiller (1981) a su apporter une preuve macroéconomique de la volatilité excessive des prix boursiers. En effet, ces derniers fluctueraient cinq à treize fois plus que ne justifierait la variation des dividendes futurs. Shiller attribue cela aux vagues de sentiments collectifs et le caractère moutonnier de certains investisseurs. Cela a pour conséquences des écarts plus ou moins importants par rapport à la valeur intrinsèque, avant de s'en rapprocher par la suite par un mouvement inverse.

Enfin, se basant sur les travaux de Kahneman, Shiller et d'autres chercheurs, et en y ajoutant deux nouveaux biais cognitifs, le conservatisme ainsi que la représentativité, Barberis, Shleifer et Vishny (1998) ont construit un modèle mathématique tentant d'expliquer les écarts des prix par rapport à leur valeur réelle. Le conservatisme a pour effet de ne pas consacrer suffisamment d'importance aux nouvelles informations disponibles, tandis qu'à l'inverse, la représentativité pousse à extrapoler davantage les tendances récentes, au-delà de ce qu'elles ne le justifieraient. Leur modèle explique donc que les mouvements initiaux des prix peuvent être suivis d'une correction prévisible par la suite.

### *3.4 Tension entre momentum et le retour à la moyenne.*

On voit ici que, dans l'approche de la finance comportementale, deux schémas différents peuvent se confronter dans la fluctuation des prix. D'un côté, le momentum qui indique que si une action a grimpé hier, elle aura tendance à grimper aujourd'hui. Et à l'opposé, le retour à la moyenne stipule que justement, si une action a surperformé la veille, elle aura tendance à sous performer le lendemain.

Jegadeesh et Titman (1993) ont tenté d'expliquer ce décalage. Selon leur recherche, le momentum serait un effet de plus long terme que le mean reversion. En effet, les actions qui ont mieux performé sur une période de trois à douze mois, avaient également plus tendance à surperformer pour les trois à douze mois suivants. De l'autre côté, le retour à la moyenne s'inscrirait lui dans une période de temps limitée à quelques jours, voire quelques semaines.

Lehmann (1990) avait par ailleurs déjà travaillé sur cette même courte période, en semaines, pour développer une stratégie de retour à la moyenne. Cette dernière consistait à acheter les perdants de la semaine et à revendre les gagnants. Cette stratégie permettait de générer des profits statistiquement significatifs. Lehmann explique que cette stratégie est possible grâce à des chocs de liquidités et des comportements spéculatifs de certains agents, entraînant ainsi des écarts temporaires entre le prix d'une action et sa valeur intrinsèque, basée sur ses fondamentaux. Enfin, Lehmann attire l'attention sur l'érosion de ses profits due aux coûts de transaction. Ce point extrêmement important d'une stratégie active, tel que le retour à la moyenne, sera étudié plus en détail ultérieurement dans cette recherche.

### *3.5 Limites pratiques à l'exploitation d'un retour à la moyenne (mean-reversion)*

Bien évidemment, si une telle stratégie était connue et réputée pour battre continuellement le marché, cela se saurait. Elle serait également utilisée par tous et les profits disparaîtraient sous l'effet du principe de loi de l'offre et de la demande. Si un titre était estimé par tous comme étant inférieur à sa valeur intrinsèque, la demande exploserait et son prix rejoindrait alors la valeur intrinsèque estimée par les investisseurs. Trois recherches se sont penchées sur les limites de cette stratégie et pourquoi elle n'est pas appliquée de manière générale.

Shleifer et Vishny (1997) montrent que les forces censées ramener les prix à leur valeur normale sont en réalité limitées par des contraintes pratiques importantes. La pression des clients, le risque d'erreur dans les modèles utilisés et les difficultés de financement peuvent forcer les arbitragistes à abandonner leurs positions au mauvais moment. Il en résulte que les déviations de prix peuvent persister bien au-delà de ce que la théorie prédit, rendant toute tentative d'en profiter systématiquement à la fois risquée et coûteuse.

Lesmond, Schill et Zhou (2004) ont également apporté une démonstration empirique en reconstituant précisément les coûts de transaction réels pour des stratégies à forte rotation de portefeuille. Ils montrent que les profits apparents disparaissent presque totalement une fois que les commissions,

l'écart entre le prix de vente et le prix d'achat (spreads bid ask) et l'impact de marché, en cas de transaction importante, sont intégrés. Cela réduit considérablement la rentabilité nette de toute stratégie active, y compris celle d'un retour à la moyenne.

Enfin, il a été montré que la prévisibilité des rendements varie significativement selon les conditions de marché, et donc qu'une stratégie de retour à la moyenne est bien plus compliquée à mettre en place, ou du moins d'en tirer profit. En effet, en période de forte volatilité ou de changement de régime, les règles tirées des données historiques ne sont plus fiables, ce qui représente un risque majeur pour toute stratégie automatisée comme la mean-reversion. Cela s'avère d'autant plus vrai qu'il est impossible de savoir à l'avance quand ce changement va se produire. Tout ceci rend une gestion de portefeuille d'actifs particulièrement complexe. (Moskowitz, Ooi & Pedersen, 2012)

### *3.6 Conclusion*

Nous l'avons vu, une littérature existe et ce genre d'étude n'est pas nouveau au sein de l'analyse des fluctuations boursières. Nous savons qu'un phénomène de retour à la moyenne existe à court terme causé par des biais comportementaux, des effets de microstructures des marchés et que cela a été vérifié à plusieurs reprises par des résultats statistiques. Cependant, mettre en pratique une telle stratégie peut être bien plus complexe, mais surtout moins profitable en raison des coûts de transaction, de potentielles contraintes de liquidités ainsi que des instabilités dans le temps des modèles construits historiquement. Le contexte socio-politique actuelle accentue ce dernier défi, mettant à mal l'application et la prévisibilité des modèles étudiés et construit auparavant.

C'est exactement ce que nous allons essayer d'étudier dans cette recherche. La tension entre efficacité théorique et rendement réel, ainsi que comparer cette méthode de gestion active par rapport à des stratégies alternatives dites plutôt passives et moins coûteuses en ressources.

## 4. Méthodologie

Cette section vise à présenter la méthodologie qui a été utilisée, comme les données étudiées et les techniques choisies, afin de répondre à la question de recherche et les différentes stratégies envisageables afin d'optimiser au mieux un potentiel retour à la moyenne.

### 4.1 Données

Pour cette recherche, les données utilisées sont celles des entreprises composant l'indice S&P SmallCap 600 sur une période s'étalant du 1er janvier 2014 au 31 décembre 2025. Il est important de préciser que les données de l'année 2014 n'ont été utilisées que comme « buffer ». L'échantillon « train » a débuté au 1er janvier 2015. Ces données proviennent de Yahoo Finance via la librairie Python yfinance. Seules les valeurs d'ouverture et de fermeture ont été étudiées.

La raison pour laquelle les actions du S&P SmallCap 600 ont été préférées à celles du traditionnel S&P500 est que ce dernier est moins volatile. Souhaitant travailler sur les écarts par rapport à la valeur intrinsèque d'une action, et son retour à cette valeur, il a été préféré de privilégier ce type de cours avec des hauts et bas plus distingués.

Un filtrage a cependant dû être appliqué car certaines actions ne possédaient pas assez de données pour permettre une analyse. Cela peut être dû à différentes raisons comme des IPO récentes, des changements de ticker ou tout simplement des données manquantes. Il a été décidé que ne seront gardées que les actions assurant une couverture de données supérieure à 80% de la période étudiée. Une fois le filtrage effectué, la taille de l'échantillon se compose de 480 actions.

Nous sommes conscients que le fait de ne conserver que les actions de l'indice S&P SmallCap 600 après filtrage, provoque un biais de survie. Pour commencer, les entreprises ayant fait faillite au cours de cette période ne se retrouvent pas dans cette recherche. Or, si elles avaient été conservées dans le modèle, nous nous serions retrouvés avec 100% de perte. L'inverse est également vrai pour les entreprises profitables, qui ont été acquises par d'autres, dont la prime d'acquisition aurait pu offrir un rendement particulièrement intéressant. De plus, nous avons également un autre biais, que nous pouvons appeler le biais de sélection des IPO, qui va automatiquement exclure les entreprises introduites en bourses et/ou incluses dans l'indice après 2017. Malgré ce filtrage, nous conservons suffisamment d'entreprises similaires, à savoir stables, anciennes et qui ont survécu sur toute la période étudiée au sein du même indice.

### 4.2 Découpage train / test

La manière dont l'étude est menée suit une approche dite *out-of-sample*, recommandée par de Prado (2018). Elle consiste à découper notre base de données en deux échantillons distincts. Ce type de test

est devenu quelque chose de standard suite à la preuve empirique que les stratégies évaluées sur une seule et même période sont systématiquement surévaluées. (Bailey, Borwein, López de Prado & Zhu 2014).

Le premier échantillon sert à entraîner notre stratégie et définir les valeurs optimales des 5 paramètres recherchés afin d'obtenir le plus haut rendement possible. Ces 5 paramètres seront présentés davantage dans la section suivante. Cette période de calibrage des paramètres s'étant de janvier 2015 à décembre 2019.

Le second échantillon, de janvier 2020 à décembre 2025 donc, sert de période test. La question testée peut être résumée de la manière suivante : en appliquant la stratégie avec les paramètres obtenus lors de l'échantillon *train*, qu'obtenons-nous comme résultats avec l'échantillon de la période *test* ?

Il est assez peu fréquent de voir une découpe du *train* couvrant une période plus courte que le *test*. Cependant, dans ce cas-ci, il a été préféré de commencer la période test dès 2020 afin de couvrir plusieurs régimes de marchés distincts, en commençant bien évidemment par le crash lié au COVID, suivi de la bulle en 2021, elle-même suivie directement par la hausse des taux en 2022 entraînant une baisse du marché boursier. Toutes ces fluctuations, plus ou moins importantes, étaient très intéressantes à capturer dans le *test*.

### 4.3 La stratégie de trading

Comme nous l'avons vu dans la littérature, deux effets semblent se présenter un sein des marchés boursiers. D'un côté, nous retrouvons sur des périodes plus courtes des effets de retour à la moyenne, effets dont nous souhaitons profiter. Cependant, nous avons également un effet de momentum qui peut avoir lieu sur un horizon de temps plus long (Jegadeesh & Titman, 1993). C'est pourquoi nous focaliserons notre analyse dans une fenêtre allant de 1 à 60 jours, période où la mean-reversion domine théoriquement (Conrad & Kaul, 1998).

Par facilité de recherche, nous autoriserons la stratégie dite *long* pour profiter d'un retour à la moyenne. Celle-ci est la stratégie la plus facile à comprendre et à appliquer. Elle consiste à acheter une action en espérant que son prix monte afin de la revendre et générer un profit. En retirant la possibilité de *short*, nous excluons les actions surperformances sur lesquelles nous pourrions anticiper qu'elles redescendent à leur cours standard dans un horizon proche.

Un paramètre *stop-loss* a également été ajouté dans le modèle. Celui-ci nous assure que, si une action en baisse est achetée et que son prix continue de baisser, elle sera quand même revendue une fois ce seuil déterminé atteint afin d'éviter des pertes infinies.

Avec ces différents éléments, nous pouvons qualifier cette méthode de « stratégie de mean-reversion asymétrique avec stop-loss »

En tout, ce sont cinq paramètres que nous allons essayer de déterminer afin de maximiser le rendement attendu. Ces 5 paramètres sont regroupés dans ce tableau 4.1 suivant :

Tableau 4.1 – Paramètres étudiés

| Symbole            | Définition                 | Rôle                                   |
|--------------------|----------------------------|----------------------------------------|
| $T_{lookback}$     | Fenêtre en jours de bourse | Sur combien de jours mesurer la baisse |
| $X_{drop}$         | Seuil de baisse (%)        | Déclencheur d'achat                    |
| $X_{gain}$         | Take-profit (%)            | Seuil de revente à la hausse           |
| $X_{stop\_loss}$   | Stop-loss (%)              | Seuil de revente à la baisse           |
| $T_{max\_holding}$ | Durée maximale             | Sortie forcée si pas d'autre signal    |

La règle d'achat est relativement simple étant donné que nous travaillons de manière asymétrique, uniquement avec une possibilité de position long. Le modèle achètera une action au moment  $t$  si et seulement si :

$$\frac{C_t - C_{t-T_{lookback}}}{C_{t-T_{lookback}}} \leq -X_{drop} \quad (4.1)$$

Si cette condition est respectée à la clôture du jour  $t$ , alors l'achat sera exécuté à l'ouverture du jour  $t + 1$ , à un prix de  $O_{t+1} \cdot C_t$  étant le prix à la fermeture.

Les stratégies de clôture, quant à elles, sont un peu plus variées. Nous allons retrouver 3 configurations possibles. Dès qu'une de ces conditions est atteinte, le modèle cède la position. Il n'y a pas de nécessité de combinaison.

Le premier est le format dit classique. Nous allons tout simplement revendre les actions achetées car elles sont remontées jusqu'à la valeur souhaitée. Nous pouvons appeler cette sortie *Take-Profit*, soit :

$$\frac{C_t - P_e}{P_e} \geq X_{gain} \quad (4.2)$$

Comme nous l'avons vu également plus haut, une autre stratégie est celle du *Stop-Loss*. La stratégie veut alors s'assurer ici, qu'un potentiel effet de momentum, ne vienne pas entrainer des pertes infinies. Cette sortie s'applique mathématiquement de la manière suivante :

$$\frac{C_t - P_e}{P_e} \geq -X_{stop-loss} \quad (4.3)$$

Enfin, un paramètre est également ajouté si aucune des deux premières conditions n'est atteinte pour quitter la position et rester dans un modèle de gestion active. Nous souhaitons éviter qu'un prix fluctue

continuellement entre la barrière supérieure et inférieure, et ainsi ne reste trop longtemps dans le portefeuille. C'est ici une stratégie de Time-exit, qui se définit comme suit :

$$d \geq T_{max-holding} \quad (4.4)$$

Il est important de préciser que le modèle vérifie si une des conditions est atteinte lors de la fermeture de chaque journée. Si l'une d'elles est atteinte, l'exécution de la vente aura lieu à l'ouverture du jour suivant, à un prix  $O_{t+1}$ . Cette manière de procéder a été avancée par López de Prado (2018). Elle justifie un « temps de pause » à la fermeture de la bourse pour traiter toute l'information disponible sans qu'elle soit modifiée continuellement. Une fois la décision prise, elle est exécutée le lendemain.

Ensuite, inspiré de DeMiguel, Garlappi & Uppal (2009), le modèle attribue une allocation fixe de 10.000\$ par signal. Cette application uniforme peu importe la taille de la capitalisations boursière a été prouvée comme battant de manière consistante constante 14 autres schémas de modèles d'allocation.

Enfin, afin d'intégrer les coûts de transaction, le modèle ajoute une perte de 0,1% du montant de la transaction. Nous avons donc 0,2% en tout, puisque les coûts de transaction s'appliquent à la fois à l'acheteur et au vendeur. Ce montant provient des estimations empiriques avancées par Frazzini, Israel et Moskowitz (2018)

#### 4.4 Optimisation des paramètres

Un des risques qui peut se produire en optimisant trop parfaitement les paramètres de l'échantillon *train*, est qu'ils donnent des résultats qui pourraient passer complètement à côté de la tendance réelle une fois appliqués à l'échantillon de test,. C'est ce qu'on appelle l'overfitting (Borwein, López de Prado & Zhu, 2014). Plutôt que d'optimiser individuellement chaque action, le modèle va donc limiter ses 5 paramètres en 4 ou 3 valeurs possibles. Le tableau 4.2 suivant illustre les combinaisons possibles.

Tableau 4.2 – Recherche des paramètres

| Paramètre          | Valeurs testées     | Nombre total |
|--------------------|---------------------|--------------|
| $T_{lookback}$     | 5, 10, 20, 60 jours | 4            |
| $X_{drop}$         | 5, 10, 15, 20%      | 4            |
| $X_{gain}$         | 3, 5, 10, 15%       | 4            |
| $X_{stop\_loss}$   | 3, 10, 15%          | 3            |
| $T_{max\_holding}$ | 20, 60, 120 jours   | 3            |

Nous retrouvons ainsi 276 480 résultats différents au sein de notre échantillon *train* (576 combinaisons appliquées sur les 480 actions), dont l'objectif est de définir la tendance générale d'un retour à la moyenne.

Pour ce faire, nous allons tester chaque combinaison sur l'ensemble des actions. Le rendement total composé net par action est déterminé comme suit :

$$R_i = \prod_{k=1}^{n_i} (1 + r_k^i) - 1 \quad (4.5)$$

Avec  $R_i$  le rendement total composé de l'action  $i$  sur toute la période,  $i$  désigne étudiée,  $r_k^i$  le rendement du  $k$ -ième trade effectué sur l'action  $i$ ,  $k$  l'indice de trade et  $n_i$  le nombre total de trades effectués sur l'action  $i$ .

C'est ensuite le résultat de la médiane de rendement de chacune des 576 combinaisons qui est conservé et comparé avec les autres. Enfin, et en toute logique, le modèle *train* conservera la combinaison ayant la médiane la plus élevée.

Le choix de se concentrer sur la médiane et non sur la moyenne a pour objectif de limiter l'effet de résultats extrêmes. Nous cherchons ici à maximiser le rendement attendu d'une action moyenne, qui se trouverait au « milieu » de mon échantillon.

#### 4.5 Évaluation de l'échantillon test (out-of-sample)

C'est en regardant les résultats obtenus en appliquant les paramètres optimisés à l'échantillon *test*, que l'étude prend tout son sens. En effet, les différents résultats obtenus vont nous permettre de savoir quel est le rendement moyen et médian d'une telle stratégie. A nouveau, nous analyserons la médiane afin d'éviter que des valeurs extrêmes ne tirent les résultats à la hausse. Si uniquement un faible pourcentage d'actions est profitable mais de manière extrême, nous savons qu'une action typique aura alors plus de chance d'entraîner une perte qu'un gain.

Enfin, il est également pertinent de comparer les résultats obtenus à une stratégie dite « passive » en analysant le benchmark. Le benchmark sélectionné est l'ETF « iShares Core S&P Small-Cap » avec une stratégie classique de buy-and-hold, sur la période couvrant notre échantillon *test*. C'est en suivant l'analyse de Sharpe (1991) que nous choisissons comme benchmark un ETF directement disponible pour un investisseur plutôt qu'un indice théorique. Pour reprendre ses mots, “the only relevant benchmark is one the investor could actually have held.”

Le rendement de notre échantillon test excessif, ou non, à celui de l'ETF sera tout simplement calculé par une différence telle que :  $\text{Excess return} = R_{\text{test}} - R_{\text{ETF}}$

## 5 Résultats empiriques

L'objectif de cette section est de présenter et interpréter les différents résultats obtenus lors de la recherche. Nous aborderons dans le point 5.1 les statistiques descriptives de l'échantillon, ainsi que l'identification des paramètres optimaux obtenus avec l'échantillon *train* dans la section 5.2. Les sections 5.3 et 5.4 seront dédiées aux performances de l'échantillon test, et seront déchiffrées plus en détail selon les paramètres et secteurs dans les points 5.5 et 5.6. Enfin la dernière section de cette partie consacrée aux résultats empiriques, la section 5.7, sera dédiée à une conclusion générale synthétisant nos différents résultats.

### 5.1 Statistiques descriptives de l'échantillon

Tableau 5.1 – Métrique de l'échantillon

| Métrique                        | Valeur                                          |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|
| Nombre d'actions retenues       | 480                                             |
| Période couverte                | 02/01/2014 → 30/12/2025 (2 765 jours de bourse) |
| Jours de la période train       | 1 258 (2015-2019)                               |
| Jours de la période test        | 1 507 (2020-2025)                               |
| Actions initialement collectées | 603                                             |
| Actions exclus                  | 123                                             |

Le tableau 5.1 résume les caractéristiques de notre échantillon. Un aspect important à retenir est le nombre d'actions qui ont été exclues et qui justifient donc l'écart entre le nombre collecté et le nombre retenu. Comme expliqué dans la méthodologie, nous avons conservés uniquement les actions qui disposait d'une couverture de données disponibles supérieure à 80% de la période étudiée. Comme nous le verrons avec la figure 5.6, illustrant la répartition sectorielle de notre échantillon, 20,6% se trouvent dans le secteur financier, 15,6% dans le secteur de l'industrie et 14,8% dans le secteur de la consommation discrétionnaire. Cette répartition est donc le reflet réel de la segmentation des entreprises à faible capitalisations américaine.

### 5.2 Résultats des paramètres optimaux

Tableau 5.2 – Paramètres retenus

| Paramètre          | Valeur testée       | Valeur retenue |
|--------------------|---------------------|----------------|
| $T_{lookback}$     | 5, 10, 20, 60 jours | 10 jours       |
| $X_{drop}$         | 5, 10, 15, 20%      | 5%             |
| $X_{gain}$         | 3, 5, 10, 15%       | 15%            |
| $X_{stop\_loss}$   | 3, 10, 15%          | 10%            |
| $T_{max\_holding}$ | 20, 60, 120 jours   | 120 jours      |

Comme l'illustre le tableau 5.2, la combinaison optimale identifiée favorise une stratégie avec des signaux assez fréquents ne nécessitant pas des résultats extrêmes. La sélection est donc très peu sélective car, comme nous le voyons, une chute modérée de 5% sur une période de 10 jours déclenche un achat. La revente avec un gain est un peu plus ambitieuse avec un rebond nécessaire de 15%. Le *stop-loss* est, quant à lui, fixé à 10%. Enfin, si aucun de ces deux niveaux n'est atteint, la sortie forcée a lieu au bout de 120 jours, laissant le temps à la stratégie d'osciller entre différents rebonds.

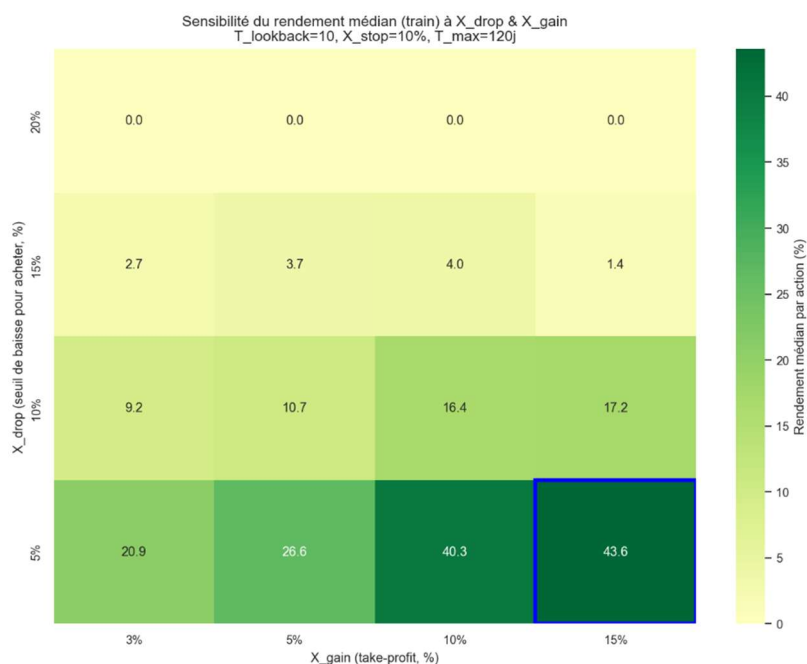
En regardant les résultats obtenus dans le tableau 5.3, nous constatons que la valeur de la médiane est inférieure à la valeur de la moyenne. Cela signifie que certaines valeurs extrêmes augmentent cette moyenne tandis qu'un action type aurait un rendement attendu juste en-dessous des 45%. Enfin, dû aux paramètres et à la stratégie peu sélective ne nécessitant pas des valeurs extrêmes, le nombre total de transactions est assez important, dépassant les 10 000 trades.

Tableau 5.3 – Performance sur le train

| Métrique                               | Valeur |
|----------------------------------------|--------|
| Rendement médian par action            | +43,6% |
| Rendement moyen par action             | +59,9% |
| % actions profitables                  | 72,9%  |
| Nombre de transaction moyen par action | 21,8   |
| Total de transactions sur <i>train</i> | 10 428 |

La figure 5.1 témoigne de la robustesse de nos résultats. En effet, un optimum entouré de valeurs similaires, mais légèrement inférieur en termes de rendement total, est un signe de cohérence dans les résultats. Ce schéma a été construit fixant  $T_{lookback}$ ,  $X_{stop\_loss}$  et  $T_{max\_holding}$  à leurs valeurs optimales, à savoir, respectivement, 10 jours, 10% et 120 jours. Nous testons donc ici la sensibilité du rendement médian à travers les deux paramètres principaux, à savoir  $X_{drop}$  et  $X_{gain}$ . La cellule combinant  $X_{drop}$  de 5% et  $X_{gain}$  de 15% est bien celle qui offre un rendement médian le plus élevé. Notons par ailleurs, qu'avec  $X_{drop} = 20\%$ , sur une période de 10 jours, aucune combinaison n'est suffisante pour déclencher un rendement positif, signe d'un critère trop sélectif.

Figure 5.1- Heatmap ( $X_{drop} \times X_{gain}$ )



### 5.3 Résultats sur l'échantillon test

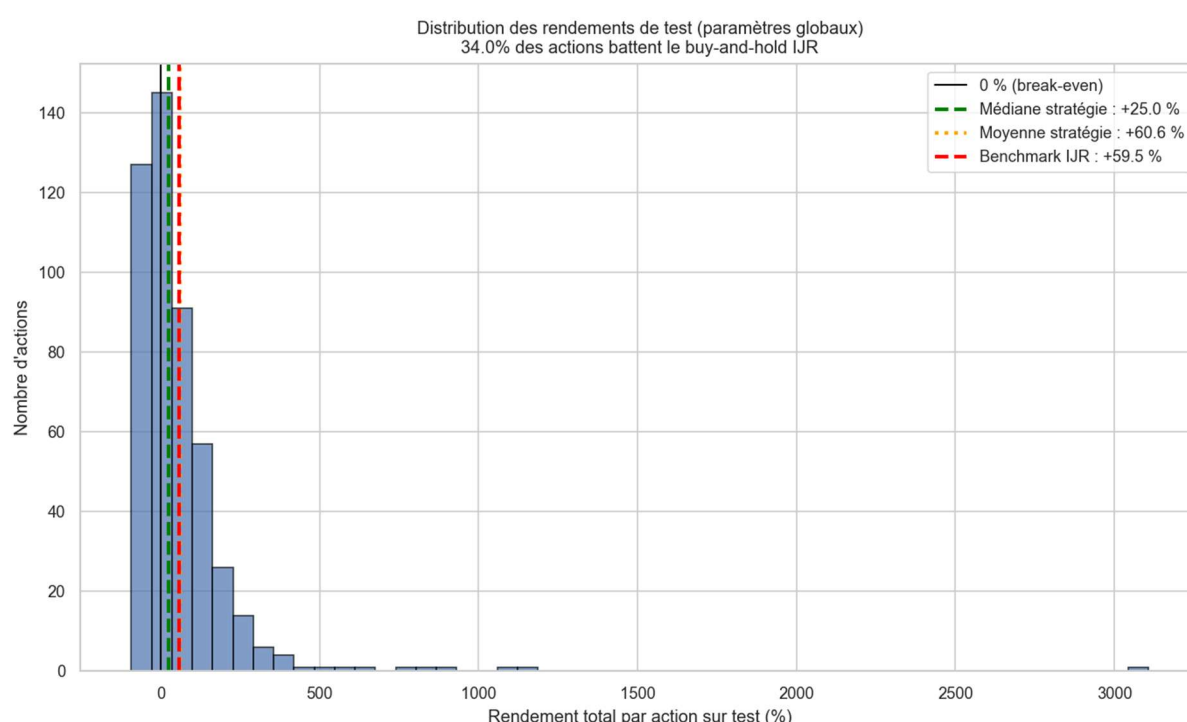
Tableau 5.4 – Performance globale de l'échantillon out-of-sample

| Métrique                                | Valeur  |
|-----------------------------------------|---------|
| Rendement médian par action             | +25,0 % |
| Rendement moyen par action              | +60,6 % |
| % actions profitables                   | 64,4 %  |
| % actions battant l'ETF (+59,5 %)       | 34,0 %  |
| Win rate moyen par trade                | 48,4 %  |
| Profit factor médian                    | 1,30    |
| Sharpe moyen (par-trade)                | 0,33    |
| Max drawdown médian (par action)        | −50,0 % |
| Transactions totales sur le <i>test</i> | 17 733  |

Le tableau 5.4 offre quelques différences frappantes avec les résultats obtenus avec l'échantillon *train*. Comme attendu, le rendement médian est inférieur à celui du tableau 5.3, traduisant, malgré les dispositions prises, un certain degré d'overfitting. Nous retrouvons une moyenne bien supérieure à la médiane, indiquant donc les rendements extrêmes que certaines actions peuvent apporter. Cette conclusion est par ailleurs confirmée par la figure 5.2. Un résultat surprenant est le taux de win rate inférieur à 50%. Cela signifie que la majorité des transactions ne génère pas de plus-value. Cependant, le profit factor justifie cette mesure en indiquant que pour chaque euro perdu, 1,3€ est récupéré. Nous

pouvons donc comprendre que nous avons un plus grand nombre de petites pertes, mais que les gains, eux, sont plus importants. Le Max drawdown est d'ailleurs en ligne avec cette conclusion, montrant la capacité de récupération d'une telle stratégie. Malgré tout, le Sharpe moyen de 0,33 reste faible, indiquant une prise de risque légèrement compensée par un meilleur rendement mais de manière insuffisante, selon les normes du marché. Enfin, le nombre bien plus important de transactions peut s'expliquer en partie au nombre de jours de chaque échantillon. La période *train* était composée de 1258 jours, tandis que cette période *test* est de 1507 jours. A part égale, nous avons quand même 41% de transactions supplémentaires dans la période test que la période train, indiquant une plus grande volatilité. Ceci peut notamment s'expliquer avec les différentes crises évoquées dans l'introduction.

Figure 5.2 – Distribution de rendements par action



Notes : IJR fait référence à notre ETF de Benchmark. Il s'agit de son acronyme à la NYSEARCA.

Tableau 5.5 – Décomposition des sorties de positions

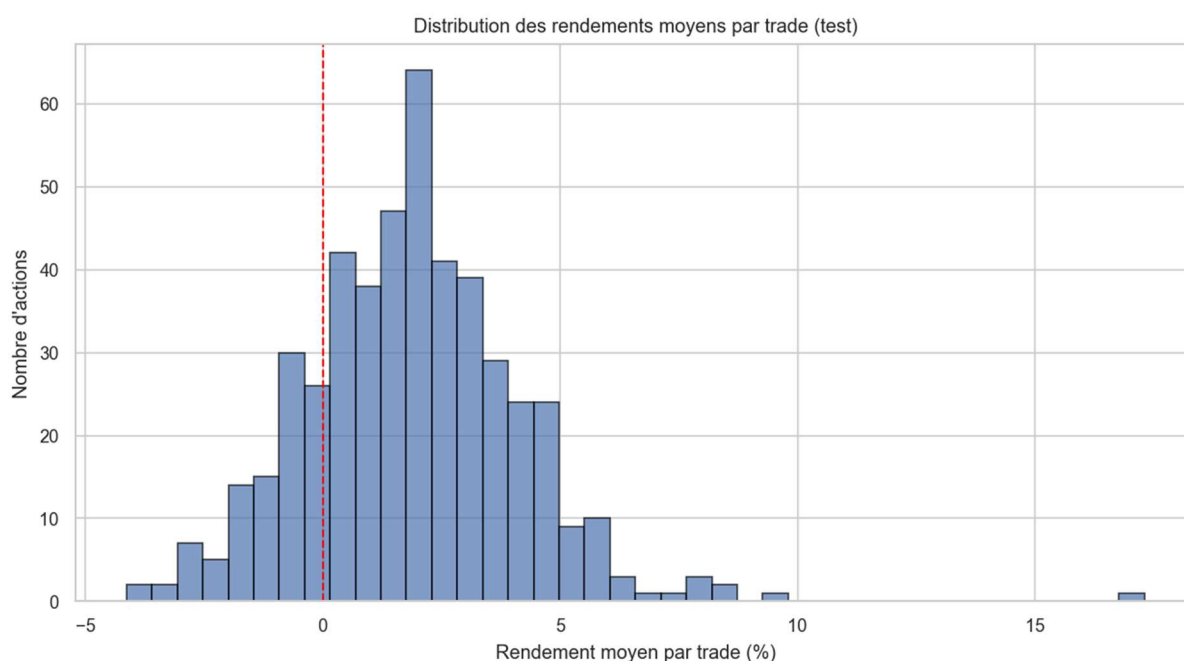
| Type de sortie                | Proportion | Rendement net moyen |
|-------------------------------|------------|---------------------|
| Take-profit ( $\geq +15\%$ )  | 44,4%      | +14,8 %             |
| Stop-loss ( $\leq -10\%$ )    | 50,7%      | -10,2 %             |
| Time-exit ( $\geq 120$ jours) | 4,9%       | Non significatif    |

Le tableau 5.5 présente la proportion pour chaque type de sortie sur 17 733 transactions. La première information frappante, malgré le fait qu'une première analyse ait été abordée avec le tableau 5.4, est que la majorité des sorties s'effectue au niveau du stop-loss, coûtant alors un rendement net moyen de

-10,2%. Cette stratégie peut alors sembler non profitable, mais la résolution de ce paradoxe survient dans la différence de niveau entre le stop-loss (-10%) et le take-profit (+15%). Certes, le portefeuille subit une perte de 10,2% dans 50,7% des cas, mais profite d'un gain de 14,8% dans près de 45% des autres transactions. Même avec une majorité de transactions en perte, le profit factor médian reste de 1,3 comme nous l'avons vu.

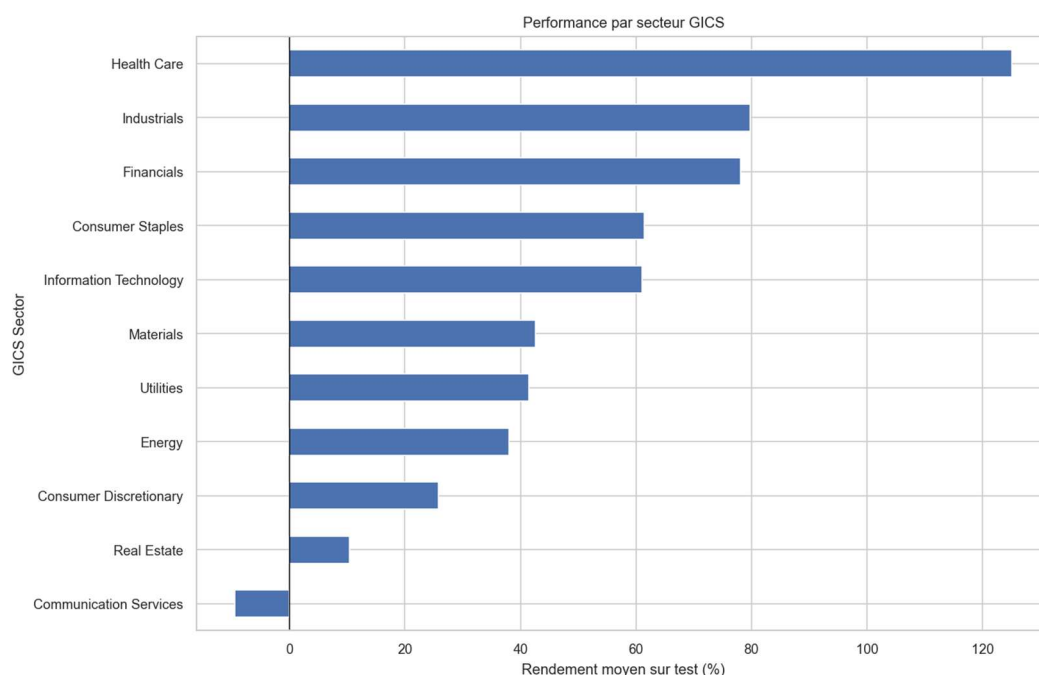
Enfin, comme nous pouvons le voir avec la figure 5.3, la distribution des rendements moyens par transaction pour chaque action, est assez dispersée malgré le fait que nous appliquons une stratégie identique et dont l'overfitting a été limité. Près de 25% des actions conserve un rendement moyen négatif malgré que le mode de distribution se situe entre +1% et +3%, avec une médiane à +1,9%.

Figure 5.3 – Distribution des rendements par transaction, par action



## 5.4 Décomposition par secteur

Figures 5.4 – Rendement moyen par secteur



Si l'on se penche plus en profondeur sur une division sectorielle de nos résultats, nous remarquons directement avec la figure 5.4 ainsi qu'avec le tableau 5.6 une hétérogénéité importante au sein de nos résultats. Notons que cette division provient des critères de classification de la Global Industry Classification Standard (GICS).

Ces sont les secteurs de l'industrie et de la finance qui se démarquent le plus favorablement, une fois le secteur des soins de santé écarté, avec respectivement des rendements médians de 54,0% et 49,5%. De plus, leurs proportions de win-rate est supérieur à la moitié. Ces deux secteurs se distinguent des autres par leur volatilité modérée et des cycles d'affaires identifiables, deux conditions favorables pour appliquer une stratégie de retour à la moyenne.

A l'opposé, le grand perdant de cette décomposition est le secteur des services de communication avec un médiane de -40,8%. Certes, le nombre d'actions appartenant à ce secteur n'est qu'au nombre de 18, ce qui peut expliquer des valeurs plus extrêmes, mais l'application des paramètres optimisés avec l'échantillon *train*, s'avère être ici un véritable échec. Le win rate est également le plus bas avec près de 60% des transactions qui entraînent une perte. Il s'agit peut-être simplement d'une tendance baissière prolongée dans ce secteur entre 2020 et 2025, mais aucun rebond n'a été suffisant que pour y dégager un profit.

Enfin, un secteur dont nous n'avons pas encore discuté et qui pourtant mérite un éclaircissement tant il se positionne sur les deux extrêmes est le secteur des soins de santé. Son rendement médian est négatif, son win rate inférieur à 50% et pourtant il s'agit du secteur offrant le rendement moyen le plus

élevé. Sa distribution est extrêmement variée et c'est une spécificité du secteur des soins de santé. En effet, lors des essais cliniques, une grande majorité vont s'avérer être un échec, ou ne pas aboutir à un nouveau produit/vaccin, .... En revanche, les essais qui se concluent par une réussite vont entraîner une croissance extrême et fulgurante de la valeur de l'action.

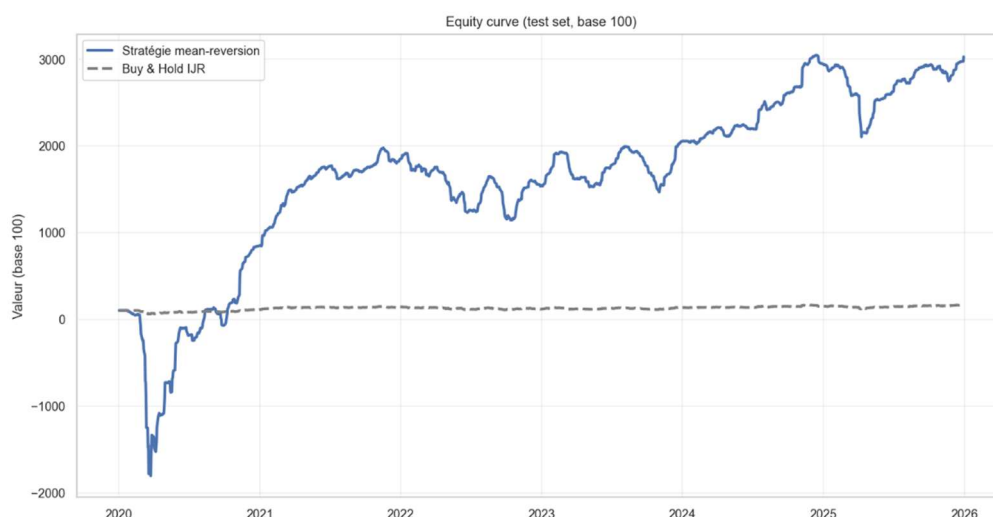
Une piste d'amélioration pour l'application d'une stratégie de retour à la moyenne pourrait donc être de filtrer par secteur les actions sur lesquelles nous souhaitons réaliser des transactions, ce qui pourrait permettre d'atteindre un rendement espéré plus élevé.

*Tableau 5.6 - Performance par secteur*

| Secteur                       | Rendement moyen | Rendement médian | Nombre d'actions | Win rate moyen |
|-------------------------------|-----------------|------------------|------------------|----------------|
| Industrie                     | +79,7%          | +54%             | 75               | 50,4%          |
| Services financiers           | +78,1%          | +49,5%           | 99               | 50,6%          |
| Biens de consommation de base | +61,5%          | +46,8%           | 18               | 49,6%          |
| Technologies de l'information | +61,1%          | +27,1%           | 52               | 49,0%          |
| Services aux collectivités    | +41,4%          | +25,9%           | 14               | 53,6%          |
| Matériaux                     | +42,6%          | +21,2%           | 21               | 49,3%          |
| Immobilier                    | +10,4%          | +12,8%           | 39               | 46,5%          |
| Energie                       | +38,0%          | -1,8%            | 18               | 46,3%          |
| Consommation discrétionnaire  | +25,7%          | -9,6%            | 71               | 45,5%          |
| Télécommunication             | -9,4%           | -40,8%           | 18               | 42,4%          |
| Santé                         | (outlier)       | -2,1%            | 55               | 47,1%          |

## 5.5 Comparaison avec le benchmark

*Figure 5.5 – Comparaison de rendement*



Malgré la première impression que l'on peut avoir quand on regarde la superposition des courbes d'equity agrégée de notre stratégie comparée à une gestion passive de buy-and-hold de l'ETF IJR, on découvre que la stratégie de retour à la moyenne ne bat pas le benchmark sur la période *test*. Mais cette comparaison nous informe plutôt de 3 observations à souligner.

La première est liée à la volatilité des deux stratégies. La mean-reversion fait face à une volatilité très forte avec effondrement dès le début de la période test à  $-1\,800\%$  lié au crash COVID en mars 2020. Ensuite s'enchaîne un rebond spectaculaire atteignant  $+2\,000\%$  fin 2021, avant de subir des fluctuations cycliques jusqu'en 2025 pour terminer à environ  $+3\,000\%$ . À l'inverse, le benchmark, l'ETF IJR montre une trajectoire bien plus lisse, terminant à environ  $+160$ , soit une augmentation de  $+60\%$ , le schéma étant en base 100.

Ce premier point introduit de manière optimale le second qui évoque la grande difficulté d'appliquer ce schéma de retour à la moyenne pour un investisseur lambda, à capital limité. La courbe « stratégie mean-reversion » résulte de la somme des pertes et des gains de chaque transaction individuelle. N'ayant aucune contrainte de capital, en cas de forte volatilité, le modèle va alors se positionner sur un nombre potentiellement infini de transaction, dont le total dépasse très largement le capital de n'importe quel investisseur. La courbe est donc à interpréter comme une mesure illustrative de l'activité de la stratégie, non comme un rendement de portefeuille réalisable.

Ceci amène à notre troisième observation et il s'agit par ailleurs de la conclusion de cette comparaison avec le benchmark, liant les deux observations précédentes. Même si le rendement moyen de la stratégie est proche de celui du Buy-and-Hold, un investisseur normal, ne disposant pas de capital illimité et ne pouvant suivre toutes les transactions que le modèle suggère, peut plutôt s'attendre à un rendement de 25%, soit le rendement médian, pour chacune des actions. Ce rendement est nettement inférieur à celui de l'ETF IJR, de près de 35%. Ceci démontre donc que la stratégie de retour à la moyenne n'entraîne pas systématiquement de valeur ajoutée.

*Tableau 5.7 – Synthèse comparative*

| Métrique                       | Mean-Reversion | Buy-and-Hold | Différence |
|--------------------------------|----------------|--------------|------------|
| Rendement total (médian)       | +25,0%         | +59,5%       | -34,4 pp   |
| Rendement total (moyen)        | +60,6%         | + 59,5%      | + 1.1 pp   |
| % actions battant le benchmark | -              | -            | 34,0%      |

Comme l'ont développé Conrad et Kaul en 1998, cet écart peut être expliqué par le nombre de crises de longue durée que l'échantillon *test* a subi. En effet, les différents épisodes, qui ont été développés juste ci-dessus, ont impacté le marché de manière prolongée dans la même direction. Pendant les reprises post-crash, les Small-caps ont connu des hausses prolongées de plusieurs mois sans véritable

repli intermédiaire de 5 % sur 10 jours. La stratégie n'a donc pas pu bénéficier de ces phases haussières, ce qui peut expliquer la sous-performance comparée à un investisseur passif resté constamment exposé.

### 5.6 Analyse de sensibilité des paramètres

L'objectif de cette section 5.6 est de déterminer si avec des paramètres calibrés par d'autres valeurs, nos résultats de l'échantillon *test* auraient été fort différents. Avant des plonger dans les explications, nous pouvons d'ores et déjà répondre par la négative, nos résultats n'auraient pas été drastiquement différents.

La figure 5.6 est donc le résultat des rendements médians obtenus en modifiant uniquement un des 5 paramètres à la fois, en l'incluant chaque fois dans une des combinaisons réalisables avec les 4 autres paramètres. Par exemple, si l'on teste la sensibilité du  $T_{lookback}$ , nous allons le tester dans 144 combinaisons possibles ( $4 \times 4 \times 3 \times 3$  valeurs modifiables des 4 autres paramètres). C'est d'ailleurs pour cette raison que nous retrouvons deux valeurs intéressantes sur chacun des graphes : la médiane et l'optimum. Celles-ci peuvent être au même niveau, ou pas, mais il est important de comprendre leurs différences.

La médiane va indiquer la valeur du paramètre que l'on obtient un testant une valeur avec une des 144 ou 192 combinaisons possibles, en fonction du paramètre étudié. L'optimum, quant à lui, va indiquer la valeur maximale que l'on a obtenu sur l'une de ces combinaisons, valeur qui peut être différente de la médiane la plus élevée. Si les deux ne se trouvent pas au même niveau, nous pouvons considérer que les résultats à la valeur de l'optimum sont plus volatiles tandis que ceux à la médiane sont plus consistants et robustes

Voici ce que nous pouvons avancer comme analyse pour chacun des paramètres.

Concernant le  $T_{lookback}$ , celui-ci est assez stable entre 5 et 20 jours. Cela laisse à suggérer que la période de recul sur laquelle nous analysons le  $X_{drop}$  a un impact plutôt faible sur le résultat final. Nous y voyons qu'une fenêtre d'observation de 5 jours est trop courte et incorpore trop de bruit, tandis qu'une fenêtre de 60 jours limite de manière trop importante le signal de baisse à court terme. Nous avons ici directement à faire avec l'explication donnée plus haut où l'optimum n'est pas atteint au même niveau que la médiane la plus élevée. Cela pourrait donner des résultats plus robustes mais moins importants.

Au niveau du  $X_{drop}$ , la médiane la plus élevée se trouve au même niveau que la meilleure combinaison possible, à savoir 5%. C'est également la valeur minimale qui a été testée et cela peut conduire à deux interprétations. D'une part, elle pourrait indiquer une certaine limite. Le modèle

aurait peut-être obtenu de meilleurs résultats si l'alternative d'une valeur plus basse pour le paramètre était disponible. A l'opposé, un  $X_{drop}$  peu élevé signifie une stratégie particulièrement active, avec un nombre de transactions conséquent, souvent sujet à des frais de transactions ou autre. Enfin, il est raisonnable de considérer que si un choc influence le prix de plus de 20%, il s'agirait alors d'une dégradation réelle de la valeur intrinsèques liée à de nouvelles informations, plutôt qu'un écart temporaire avec la moyenne.

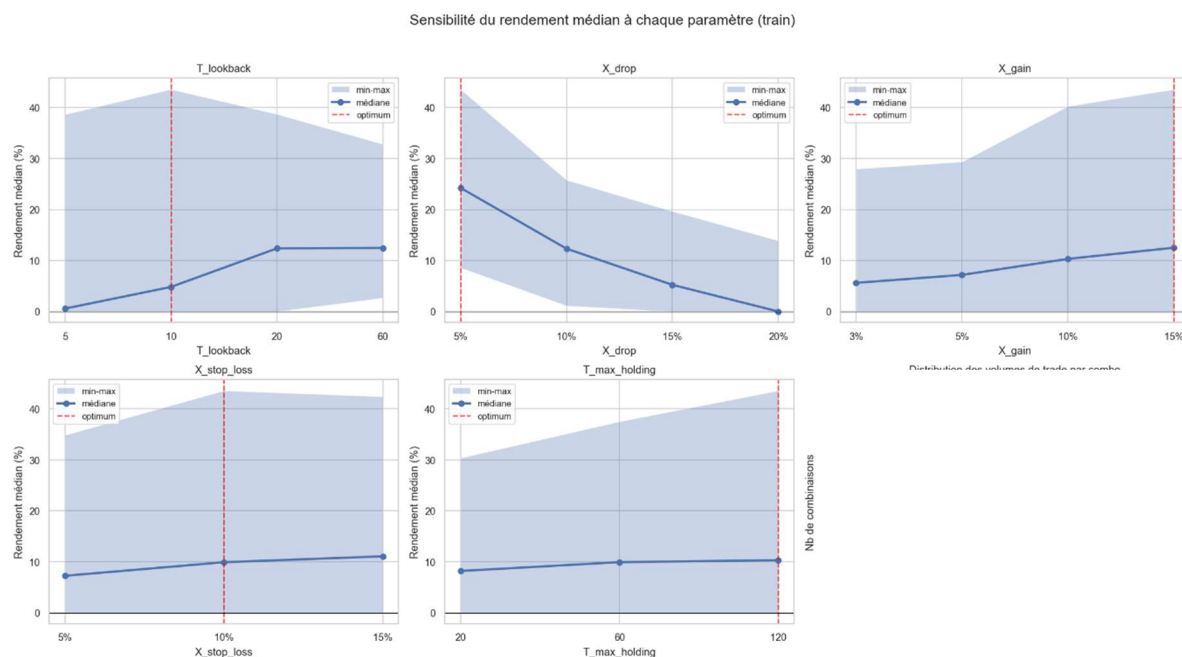
Le  $X_{gain}$  suit quant à lui, une tendance plutôt monotone de croissance vers son optimum, qui est également la valeur où sa médiane est la plus élevée, à 15%. A nouveau, nous nous retrouvons sur la borne supérieure des valeurs possibles. Nous pouvons dès lors nous poser la question de savoir si une valeur supérieure à 15% aurait pu conduire à des meilleurs résultats. Nous nous retrouvons à nouveau dans un dilemme bien connu en finance qui consiste à choisir entre la fréquence et l'amplitude. Si nous augmentons le  $X_{gain}$ , il est possible qu'un plus faible pourcentage des transactions n'atteigne ce plateau et que la sortie se ferait sous la contrainte du  $T_{max\_holdi}$ . Mais sans test, il serait mensonger de prôner que nous connaissons la réponse à cette question.

En continuant avec le paramètre  $X_{stop\_loss}$ , nous constatons que celui-ci présente la plus faible sensibilité des 5 paramètres. Cette conclusion peut s'expliquer à nouveau par l'équilibre entre fréquence et amplitude. Un  $X_{stop\_loss}$  plus strict, de 5%, augmenterait considérablement le nombre de sorties sous ce critère, engendrant un plus grand nombre de pertes, mais de petites valeurs. A l'inverse, un  $X_{stop\_loss}$  plus tolérant laisse une chance aux positions de rebondir, mais si elles continuent de chuter, la perte sera plus importante qu'avec un  $X_{stop\_loss}$  de 5%. Ce paramètre influence donc plus la préférence pour le risque plutôt que l'optimisation du rendement. La valeur optimale se trouve d'ailleurs au milieu, à un niveau de 10%.

Enfin, le  $T_{max\_holdi}$  qui est donc la durée maximale de détention, nous indique qu'une amélioration significative a lieu entre 20 et 60 jours, mais semble ensuite atteindre un plateau. Une fenêtre de 20 jours semble être une période trop courte pour observer un rebond de 15%. En effet cette période augmenterait le nombre de sorties pour cause de  $T_{max\_holdi}$  et réduirait le rendement. A nouveau, notre optimum ainsi que notre médiane la plus élevée se trouvent à l'extrême droite du graphe. Cependant, dans ce cas-ci, nous pouvons sans difficulté avancer que le risque d'avoir privé le modèle d'autres valeurs plus performantes est faible. En effet, nous observons déjà qu'entre 60 et 120 jours, l'amélioration des résultats est très peu significative, et aucun signe ne semble indiquer qu'une fenêtre supérieure à 120 jours apporterait des résultats significativement meilleurs.

Il est cependant important de discuter ici du coût d'opportunité, qui n'a pas été inclus dans le modèle. En effet, immobiliser 10.000\$ pendant six mois, sans aucune rotation possible, peut priver l'investisseur d'autres opportunités. Cette limite sera présentée davantage dans la section 7, avec l'analyse des limites et critiques.

Figure 5.6 – Sensibilité du rendement médian à chaque paramètre



## 5.7 Conclusion

Pour conclure cette section de résultats, nous pouvons pointer 4 observations majeures que le modèle, mis en application sur l'échantillon *test*, nous a appris.

Premièrement, nous avons pu montrer la robustesse de nos paramètres optimaux, à savoir le déclenchement de l'achat après une chute de 5 % sur 10 jours, un  $X_{gain}$  à +15 %, un  $X_{stop\_loss}$  de -10% et une durée maximale de détention de 120 jours. En effet, nous avons vu que les combinaisons voisines offrent des rendements similaires légèrement inférieurs à ceux retenus.

Deuxièmement, les rendements obtenus sont positifs indiquant un signal exploitable pour ce genre de stratégie. Le rendement médian de +25,0% avec 64% des actions qui sont profitables et un profit factor médian de 1,30 attestent des bénéfices exploitables d'un retour à la moyenne.

Cependant, une fois comparé avec le benchmark, qui est dans ce cas-ci le rendement de l'ETF IJR, nous avons constaté que seules 34,0% des actions battaient en réalité le benchmark, mais que surtout le rendement médian était bien inférieur à celui d'une stratégie de Buy-and-Hold, de l'ordre de -34,4%. A cela, il faut encore ajouter certaines limitations qui seront étudiées dans la partie 7, et qui risque d'impacter encore plus défavorablement l'écart entre les deux stratégies.

Enfin, l'analyse sectorielle a montré une grande dispersion des rendements entre les différents secteurs. Il pourrait être intéressant d'effectuer un filtrage et ne conserver que les secteurs réagissant le mieux à cette stratégie.

## 6 Comparaison avec d'autres stratégies

Malgré toutes les différentes conclusions que nous avons pu tirer jusqu'à ici, incluant une comparaison avec le benchmark du milieu, l'ETF IJR, nous n'avons pas encore positionné ce type de processus d'investissement comparé à d'autres stratégies existantes. Le principe même d'un investissement est d'obtenir avec un capital donné des rendements supérieurs à ce capital initial. Un investisseur fait face à d'une multitude de moyens parmi lesquels il doit choisir. Son choix va dépendre de ses moyens, du rendement attendu, du risque, des aspects éthiques, ...

Nous allons ici essayer de répondre à la question suivante : Un investisseur qui a dû choisir où investir son capital pour six ans (de 2020 à 2025 inclus), aurait-il gagné à choisir la stratégie de mean-reversion plutôt que des investissements passifs sur d'autres marchés ?

Ne pouvant comparer la stratégie avec toutes les autres alternatives, nous allons nous concentrer sur quatre grandes classes d'actifs, à savoir les actions des 500 plus grosses capitalisations américaines (S&P 500), les actions technologiques (Nasdaq 100), l'or (valeur refuge traditionnelle) et les obligations d'État américaines à 10 ans (investissement sûr). A nouveau, plutôt que travailler avec la valeur de l'indice, nous allons suivre la remarque de Sharpe (1991) et travailler avec des actifs qu'un investisseur peut directement détenir, respectivement le SPY, le QQQ, le GLD et l'IEF. Le tableau 6.1 présente les résultats obtenus pour la période 2020 à 2025 inclus.

*Tableau 6.1 – Comparaison de performance*

| Actif                    | Rdt total | Rdt annualisé | Volatilité annuel | Max drawdown | Sharpe |
|--------------------------|-----------|---------------|-------------------|--------------|--------|
| Mean-reversion (médiane) | +25%      | +3,8%         | n.d.*             | -50,0%       | n.d.*  |
| Mean-reversion (moyenne) | +60,6%    | +8,2%         | n.d.*             | -50,0%       | n.d.*  |
| Nasdaq (QQQ)             | +197,0%   | +19,9%        | 25,3%             | -35,1%       | 0,75   |
| Or (GLD)                 | +171,1%   | +18,5%        | 16,4%             | -22,0%       | 0,97   |
| S&P 500 (SPY)            | +130,8%   | +15,0%        | 20,8%             | -33,7%       | 0,66   |
| Benchmark (IJR)          | +59,5%    | +8,1%         | 26,6%             | -42,6%       | 0,33   |
| Obligations 10Y US (IEF) | +0,3%     | +0,0%         | 7,6%              | -23,9%       | -0,28  |

\* La volatilité et le Sharpe Ratio sont non-calculables car nous n'avons pas appliqué un modèle de portefeuille réaliste avec une limite de capital. La section 7 discutera de cette limite.

Nous pouvons observer directement que la stratégie proposée, même en regardant la moyenne, offre des rendements inférieurs à ce que les autres classes proposent. Seuls l'actif sans risque propose un rendement inférieur. Le rendement moyen de notre stratégie est bien semblable à celui de notre

Benchmark, mais il n'est pas réaliste de le considérer au dépend de la médiane dû à l'impact des outliers tirant la moyenne à la hausse. Nous constatons également que notre benchmark IJR ne se défend pas très bien face aux autres classes d'investissement.

Un résultat particulièrement intéressant à souligner est la performance extraordinaire de l'or et de son Sharpe Ratio qui est le plus élevé. En effet, la période 2020-2025 s'est avérée être particulièrement favorable pour cette actif refuge. Quel que soit le contexte (relance inflationniste post-COVID, tensions géopolitiques comme la guerre en Ukraine, tensions Chine-Etat-Unis ou encore guerre au Moyen-Orient), un investisseur qui a simplement conservé de l'or pendant six ans, sans aucune connaissance ou stratégie active, a enregistré une performance ajustée au risque trois fois supérieure à celle de notre stratégie sur le segment Small cap.

Mais c'est bien le Nasdaq avec ses actions technologiques qui affiche le rendement le plus élevé. Sa volatilité est toutefois assez importante, ce qui baisse son Sharpe ratio à une valeur inférieure à celle de l'or et qui affiche également un drawback maximum de -35,1%. Le risque est donc considéré un peu plus important qu'avec l'or. Cela rejoint une première analyse que nous avons faite au point 5.4, indiquant un phénomène de concentration sectorielle, souvent identifié comme défavorable aux stratégies sur petites capitalisations. Cela peut s'expliquer par l'effet des « Magnificent 7 » qui ont connu une performance historiquement élevée et par l'effet de sortie massive vers ces stocks jugés plus rentables.

Concernant les obligations américaines à 10 ans, cette classe est l'actif le moins intéressant de notre base de comparaisons. Leur rendement quasi nul, ainsi que son Sharpe ratio négatif, sont toutefois à ajuster avec la volatilité extrêmement faible que cette stratégie propose. La différence avec les autres stratégies est donc moins défavorable que ce que l'on pourrait penser à la première observation.

Enfin, au vu des différents résultats, notre stratégie ne sort pas renforcée et n'est pas à encourager. En effet, elle ne se positionne dominante dans aucun des axes étudiés. C'est le Nasdaq qui obtient le titre du rendement le plus élevé. L'or, quant à lui, offre le meilleur drawdown ainsi que le meilleur Sharpe ratio. Les obligations, quant à elles, proposent la volatilité la plus faible. Nous pouvons donc conclure que n'importe quelle autre classe d'actifs, exceptés les obligations, aurait conduit à de meilleurs résultats pour une stratégie d'investissement de 6 ans allant de 2020 à 2025 inclus. Une nuance doit cependant être faite. Cette conclusion n'invalide pas la possibilité de générer du profit via une stratégie de retour à la moyenne, mais il est vrai que la période testée a été marquée par des dynamiques macroéconomiques particulières, comme la politique monétaire, la concentration sectorielle, les tensions géopolitiques dont l'ampleur dépasse largement les gains potentiels d'une stratégie systématique. Ce résultat est cohérent avec les conclusions de Brinson, Hood et Beebower (1986) qui attribuent plus de 90 % de la variance des performances de portefeuille à la décision d'allocation entre classes d'actifs et seulement une part résiduelle à la sélection au sein d'une classe.

## 7 Analyse limite et critiques.

Comme toute étude, et comme discuté au cours de la présentation des différents résultats, notre modèle et la stratégie ainsi développée fait face à certaines limites. Dans cette section, nous allons nous pencher sur les limites qui modifieraient les résultats avancés si elles avaient été incluses. Nous allons les répartir en trois types : les limites liées aux données, les limites liées au backtest et enfin les limites liées à l'analyse statistique.

### 7.1 Limites liées aux données

Concernant les données, la première limite est liée au biais de survie dans notre échantillon. En effet, le critère de sélection pour maintenir une action dans notre échantillon est qu'elle ait un taux de couverture supérieur à 80%. De ce fait, les entreprises qui ont fait faillite, qui ont fait face à une acquisition ou qui sont tout simplement sorties de l'indice S&P 600, n'ont pas été considérées. Ce tri a alors tendance à surestimer les rendements obtenus.

A l'opposé, cette couverture minimale a également exclu les entreprises qui ont fait leur entrée en bourse après 2017-2018. Ces IPO ont généralement un profil de volatilité et des rendements bien différents des entreprises matures. Il est donc difficile de conclure la manière dont ce tri d'échantillon a influencé les résultats de notre recherche.

### 7.2 Limites liées au backtest

Notre modèle suppose une exécution parfaite au prix d'ouverture du jour suivant le signal. Or, surtout pour les entreprises à plus petite capitalisation, il existe un phénomène dit de slippage. Il s'agit de la différence entre prix théorique de l'action et prix réel à l'exécution. Cette différence peut être de 0,25% à 0,50 % par transaction. Korajczyk et Sadka (2004) ont montré qu'une telle correction diminue de 20% à 50 % les rendements théoriques des stratégies systématiques sur Small caps. Cette correction, si appliquée à nos résultats, ferait passer le rendement médian de +25 % à environ +10-15 %, ce qui rapprocherait la performance de la stratégie de celle des obligations, réduisant davantage son intérêt face aux autres stratégies.

Le schéma de découpage en deux échantillons distincts, un pour le *train* et un pour le *test*, utilisé comme tel, peut également être amélioré. En effet, cette méthode suppose que ce qu'il s'est produit dans le passé, surviendra encore dans le futur. Cette hypothèse semble peu réaliste quand l'on voit les crises que l'échantillon test a traversé, comme le covid, la hausse des taux d'intérêt, la performance du Magnificent 7, ... Pour améliorer cela, une solution envisageable est la création d'une analyse walk-forward. Comme avancé par Pardo (2008), adapter de manière dynamique le modèle au changement de régime pourrait permettre un rendement supérieur à celui obtenu ici.

Enfin, concernant les limites du backtest, l'absence de plafond pour capital représente la plus grosse faiblesse de ce modèle. Certes, les profits cumulés sur la période test s'élève à près de trois millions de

dollars, mais le chemin pour y arriver est irréaliste. Allouer de manière fixe 10.000\$ par transaction dès qu'un signal est détecté, ne peut être fait dans la vraie vie. C'est d'ailleurs pour cela que nous nous sommes davantage concentrés sur les médianes plutôt que sur les moyennes. Aux moments de forte volatilité, la stratégie déclenche simultanément plusieurs centaines de positions, dépassant largement tout capital réaliste. Les résultats au niveau du portefeuille sont donc à interpréter comme illustratifs, non comme un rendement effectivement réalisable. Une amélioration du modèle avec une contrainte de capital limité constituerait l'amélioration la plus propice pour rendre les résultats obtenus applicables ou du moins envisageables.

### 7.3 Limites liées à l'analyse statistique

Une limite liée à l'analyse statistique provient d'un article de Bailey et al. (2014) qui démontrent qu'avec un nombre important de combinaisons testées, il est quasi certain mathématiquement de tomber à un moment sur une combinaison qui est performante, même si les données sont aléatoires. Cela est peut-être une des raisons de la dégradation observée entre les résultats de notre échantillon *train* avec le *test*. En testant 576 combinaisons, il y en a forcément une qui offre des résultats intéressants, mais savoir l'appliquer à un échantillon *out-of-sample* est la vraie complexité dans ce schéma.

Enfin, il est important de préciser, par souci de transparence, qu'aucun test statistique n'a été effectué pour déterminer si les différences de performance sont significatives ou liées au hasard. Cependant, au vue de la taille de l'échantillon et des résultats obtenus, il n'est pas incohérent de penser que les conclusions resteraient les mêmes avec un test de significativité.

## 8 Conclusion

L'objectif de cette recherche était d'évaluer empiriquement la possibilité et la potentielle exploitation d'une stratégie de retour à la moyenne sur un horizon de court terme sur les petites capitalisations américaines. Une stratégie systématique par paramètre a été développée selon le schéma de figure suivant : achat d'une action après une chute relative de  $X_{drop}\%$  sur  $T_{lookback}$  jours, suivie d'une vente dès que l'un des trois critères suivants est atteint, take-profit à  $X_{gain}$ , stop-loss à  $X_{stop\_loss}$  ou durée maximale  $T_{max\_hold}$ . Les 5 paramètres ont été optimisés conjointement sur un échantillon d'entraînement dit *train*, avec des données allant de 2015 à 2019. Ces mêmes valeurs de paramètres ont été appliqués à l'échantillon *test*, des données allant de 2020-2025, sur 480 actions du S&P SmallCap 600.

Les résultats ont permis de dégager 4 conclusions distinctes.

La première concerne l'identification des paramètres optimisés avec les résultats suivant,  $T_{lookback} = 10$  jours,  $X_{drop} = 5\%$ ,  $X_{gain} = 15\%$ ,  $X_{stop\_loss} = 10\%$ ,  $T_{max\_holding} = 120$  jours. Nous avons également pu montrer que ces résultats sont robustes et cohérent grâce à l'analyse de sensibilité ainsi que le heatmap indiquant que des combinaisons de valeurs voisines avaient des performances semblables.

Deuxièmement, la stratégie produit une performance positive en valeur absolue sur la période de test : rendement médian de +25,0 % par action, 64,4 % d'actions profitables, et profit factor médian de 1,30. Ces métriques attestent l'existence d'un signal exploitable de retour à la moyenne sur le segment small cap, conformément aux prédictions théoriques de De Bondt et Thaler (1985) et Jegadeesh (1990). Il est également important de noter l'écart considérable entre la médiane et la moyenne indiquant que certaines actions tiraient de manière importante ce dernier résultat vers le haut.

Troisièmement, et c'est l'observation centrale du travail, cette performance est sensiblement inférieure à celle qu'aurait produit un placement passif sur le même univers. Le benchmark IJR (buy-and-hold de l'ETF iShares Core S&P Small-Cap) génère +59,5 % sur la même période, soit un excess return médian négatif de -34,4 points de pourcentage. Seules 34,0 % des actions de notre échantillon battent ce benchmark. Si l'on élargit cela aux principales classes d'actifs accessibles à un investisseur tels que des actions de grande capitalisation, de technologies, l'or, ou encore les obligations d'état, la sous-performance se confirme. La stratégie ne dépasse aucune classe à l'exception des obligations américaines à 10 ans, qui ont elles-mêmes connu une période exceptionnellement défavorable.

Enfin, n'oublions pas de souligner la grande hétérogénéité entre secteurs. Nous avons vu que certains domaines permettaient d'atteindre des performances bien supérieures aux autres. C'est généralement le cas des secteurs cycliques classiques tels que l'industrie, les services financiers ou encore les biens de consommations de base. Cela laisse à passer qu'une stratégie de mean-reversion ne peut être appliquée de manière uniforme à tous les secteurs car elle reste conditionnée aux caractéristiques du secteur en question. Un tri dans ces secteurs pourrait permettre d'obtenir des rendements supérieurs à ce que nous avons eu.

Concernant la revue de littérature, nos résultats apportent un soutien nuancé à l'hypothèse d'efficience semi-forte des marchés avancés par Fama en 1970. En effet, nous avons montré qu'il était possible de générer un rendement positif via la stratégie de retour à la moyenne, sous-entendant que des anomalies persistent dans les marchés mais qu'elles ne permettent pas de battre une stratégie passive et diversifiée. De plus, une fois les limites évoquées dans la section 7 prises en compte, il est compliqué de profiter de manière réelle de cette anomalie pour dégager quelconques bénéfices. Du moins avec les paramètres ainsi calibrés et appliqués à cet échantillon d'actions pour cette période (2020-2025).

De plus, si l'on prend le cas d'un investisseur typique, avec un capital limité, sur la période de 2020 à 2025, n'importe quelle autre classe d'actif, exceptées les obligations, aurait généré un rendement

supérieur à ce que nous avons obtenu avec notre modèle. Que ce soit avec l'or, les actions large cap ou de technologies, la conclusion aurait été la même. Ce constat est par ailleurs cohérent avec la recherche de Brinson, Hood et Beebower (1986), pour qui l'allocation entre classes d'actifs explique plus de 90 % de la variance des rendements d'un portefeuille, la sélection à l'intérieur d'une classe ne contribuant que marginalement.

Cette recherche s'achève avec ces résultats et ces limites, mais elle laisse surtout la porte ouverte à de multiples pistes d'amélioration et de recherches futures. La première, et sûrement la plus impactante, serait l'implémentation d'un véritable moteur de portefeuille avec contrainte de capital fini. Il faudrait alors prioriser les transactions afin de ne jamais laisser passer une opportunité faute de capital. Nous pourrions également inclure dans le modèle l'effet de slippage en fonction de la liquidité de chaque action. Ceci permettrait alors de quantifier et modéliser les coûts réels d'implémentation. Toujours dans l'amélioration du modèle, l'ajout d'une analyse walk-forward permettrait d'adapter dynamiquement les paramètres aux changements de régime de marché et ainsi obtenir de meilleur rendement. Enfin, sur le plan théorique, l'intégration d'un filtre de régime macroéconomique ou d'une approche cross-sectionnelle de ranking pourrait améliorer la performance en limitant l'activité de la stratégie aux périodes favorables à la mean-reversion.

Pour conclure, ce travail a démontré la différence notable entre une anomalie statistiquement détectable et une anomalie économiquement exploitable sur les marchés financiers. En d'autres termes, les marchés peuvent présenter des inefficacités mesurables sans pour autant offrir des opportunités d'arbitrage rentables après prise en compte des coûts, des biais de mesure et des alternatives concurrentes. La stratégie de mean-reversion développée dans ce travail permet de capturer vraisemblablement un signal réel, mais d'une amplitude insuffisante pour dépasser, sur la période étudiée, les rendements offerts par des allocations passives d'autres classes d'actifs. Nous devons nous aligner sur les travaux de Fama (1970) et de Sharpe (1991) et admettre qu'une approche passive est plus rentable pour la majorité des investisseurs. Pour revenir à notre phrase d'introduction, nous concluerons ainsi: *we still need to find a way to make money while we sleep.*

## Bibliographie

- Bailey, David H. and Borwein, Jonathan and Borwein, Jonathan and López de Prado, Marcos and Zhu, Qiji Jim, The Probability of Backtest Overfitting (February 27, 2015). *Journal of Computational Finance (Risk Journals)*, 2015, Forthcoming, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2326253> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2326253>
- Barberis, N., Shleifer, A., & Vishny, R. (1998). A model of investor sentiment. *Journal of Financial Economics*, 49(3), 307–343. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(98\)00027-0](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(98)00027-0)
- Bailey, David H. and Borwein, Jonathan and Borwein, Jonathan and López de Prado, Marcos and Zhu, Qiji Jim, Pseudo-Mathematics and Financial Charlatanism: The Effects of Backtest Overfitting on Out-of-Sample Performance (April 1, 2014). *Notices of the American Mathematical Society*, 61(5), May 2014, pp.458-471, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2308659> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2308659>
- Brinson, G. P., Hood, L. R., & Beebower, G. L. (1986). Determinants of portfolio performance. *Financial Analysts Journal*, 42(4), 39-44. <https://www.jstor.org/stable/4478947>
- Burton, N. (2018). Burton Malkiel's a random walk down Wall Street. Dans *Macat Library eBooks*. <https://doi.org/10.4324/9781912281169>
- Conrad, Jennifer S. and Conrad, Jennifer S. and Kaul, Gautam, An Anatomy of Trading Strategies. *REVIEW OF FINANCIAL STUDIES* Vol. 11, No. 3 , Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=95168>
- Conrad, J., & Kaul, G. (1998). An Anatomy of Trading Strategies. *Review Of Financial Studies*, 11(3), 489-519. <https://doi.org/10.1093/rfs/11.3.489>
- De Bondt, W. F. M., & Thaler, R. (1985). Does the Stock Market Overreact ? *The Journal Of Finance*, 40(3), 793. <https://doi.org/10.2307/2327804>
- DeMiguel, Victor and Garlappi, Lorenzo and Uppal, Raman, Optimal Versus Naive Diversification: How Inefficient is the 1/N Portfolio Strategy? (May 2009). *The Review of Financial Studies*, Vol. 22, Issue 5, pp. 1915-1953, 2009, hhm075[[hhm075](#)], Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1376199> or <http://dx.doi.org/hhm075>
- Dickey, D. A., & Fuller, W. A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366), 427–431. <https://doi.org/10.2307/2286348>
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets : A Review of Theory and Empirical Work. *The Journal Of Finance*, 25(2), 383. <https://doi.org/10.2307/2325486>

- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal Of Finance*, 46(5), 1575-1617.  
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Frazzini, Andrea and Israel, Ronen and Moskowitz, Tobias J. and Moskowitz, Tobias J., Trading Costs (April 7, 2018). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3229719> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3229719>
- Harris, L., & Gurel, E. (1986). Price and Volume Effects Associated with Changes in the S& P 500 List : New Evidence for the Existence of Price Pressures. *The Journal Of Finance*, 41(4), 815.  
<https://doi.org/10.2307/2328230>
- Hurst, H. E. (1951). Long-term storage capacity of reservoirs. *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116, 770–799. <https://doi.org/10.1061/TACEAT.0006518>
- Jegadeesh, N. (1990). Evidence of predictable behavior of security returns. *The Journal of Finance*, 45(3), 881–898. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1990.tb05110.x>
- Jegadeesh, N., & Titman, S. (1993). Returns to buying winners and selling losers: Implications for stock market efficiency. *The Journal of Finance*, 48(1), 65–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1993.tb04702.x>
- Kahneman, D., & Tversky, A. (1979). Prospect Theory : An Analysis of Decision under Risk. *Econometrica*, 47(2), 263. <https://doi.org/10.2307/1914185>
- Korajczyk, R. A., & Sadka, R. (2004). Are Momentum Profits Robust to Trading Costs? *The Journal of Finance*, 59(3), 1039–1082. <http://www.jstor.org/stable/3694730>
- Lehmann, B. N. (1990). Fads, martingales, and market efficiency. *The Quarterly Journal of Economics*, 105(1), 1–28. <https://doi.org/10.2307/2937816>
- Lesmond, D. A., Schill, M. J., & Zhou, C. (2004). The illusory nature of momentum profits. *Journal of Financial Economics*, 71(2), 349–380. [https://doi.org/10.1016/S0304-405X\(03\)00206-X](https://doi.org/10.1016/S0304-405X(03)00206-X)
- Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1988). Stock market prices do not follow random walks: Evidence from a simple specification test. *The Review of Financial Studies*, 1(1), 41–66.  
<https://doi.org/10.1093/rfs/1.1.41>
- López de Prado, Marcos, *Advances in Financial Machine Learning* (Chapter 1) (January 18, 2018). *Advances in Financial Machine Learning*, Wiley, 1st Edition (2018); ISBN: 978-1-119-48208-6, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3104847>
- Malkiel, B. G. (2016). *A random walk down Wall Street : The Time-tested Strategy for Successful Investing*. W. W. Norton.

Moskowitz, T. J., Ooi, Y. H., & Pedersen, L. H. (2011). Time series momentum. *Journal Of Financial Economics*, 104(2), 228-250. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.11.003>

Pardo, R. (2008). *The evaluation and optimization of trading strategies* (2<sup>e</sup> éd.). John Wiley & Sons  
ISBN: 978-0-470-12801-5

Poterba, J. M., & Summers, L. H. (1988). Mean reversion in stock prices: Evidence and implications. *Journal of Financial Economics*, 22(1), 27–59. [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(88\)90021-9](https://doi.org/10.1016/0304-405X(88)90021-9)

Sharpe, W. F. (1991). The Arithmetic of Active Management. *Financial Analysts Journal*, 47(1), 7-9. <https://doi.org/10.2469/faj.v47.n1.7>

Shiller, R. J. (1981). Do stock prices move too much to be justified by subsequent changes in dividends? *The American Economic Review*, 71(3), 421–436. <https://doi.org/10.3386/w0456>

Shiller, R. J. (2015). Irrational exuberance. Dans Princeton University Press eBooks.  
<https://doi.org/10.2307/j.ctt1287kz5>

Shleifer, A., & Vishny, R. W. (1997). The limits of arbitrage. *The Journal of Finance*, 52(1), 35–55.  
<https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1997.tb03807.x>

## Annexes

### 9.1 – Synthèse des différentes combinaisons

| T_lookback | X_drop | X_gain | X_stop_loss | T_max_holding | median_return       | mean_return         | std_return         | pct_profitable_stocks | avg_n_trades_per_stock | pct_active_stocks | total_n_trades |
|------------|--------|--------|-------------|---------------|---------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|----------------|
| 10         | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 120           | 0.4358700257569553  | 0.598602787354579   | 11535909684802900  | 0.7291666666666666    | 21775                  | 1.0               | 10452          |
| 10         | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 120           | 0.42424810913908895 | 0.6473248396152269  | 13914144736979500  | 0.7291666666666666    | 1735625                | 1.0               | 8331           |
| 10         | 0.05   | 0.1    | 0.1         | 120           | 0.4026666217384641  | 0.5512126230316776  | 13294325539272700  | 0.7208333333333333    | 256375                 | 1.0               | 12306          |
| 20         | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 120           | 0.3872132766696076  | 0.566089595514427   | 0.9735433915850666 | 0.7625                | 16295833333333300      | 1.0               | 7822           |
| 5          | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 120           | 0.3867054240388996  | 0.7304432735195214  | 2571621502380130   | 0.7375                | 21672916666666600      | 1.0               | 10403          |
| 5          | 0.05   | 0.1    | 0.15        | 120           | 0.38533614647768233 | 0.5419569872091015  | 11749273940834800  | 0.7270833333333333    | 20595833333333300      | 1.0               | 9886           |
| 10         | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 60            | 0.3752231158848337  | 0.5900582540479786  | 13953642521840000  | 0.75                  | 20122916666666600      | 1.0               | 9659           |
| 5          | 0.05   | 0.1    | 0.1         | 120           | 0.3729959223405013  | 0.5628934239960774  | 1577238419395210   | 0.7145833333333333    | 25595833333333300      | 1.0               | 12286          |
| 5          | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 120           | 0.36719733740750105 | 0.6421294445026786  | 1468676290728340   | 0.725                 | 17325                  | 1.0               | 8316           |
| 10         | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 60            | 0.36308630275861786 | 0.535149701849422   | 10854396017174700  | 0.7333333333333333    | 23991666666666600      | 1.0               | 11516          |
| 5          | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 60            | 0.3576919239610148  | 0.5834498869787109  | 13251429137410300  | 0.7291666666666666    | 19847916666666600      | 1.0               | 9527           |
| 10         | 0.05   | 0.1    | 0.15        | 60            | 0.35702019582825484 | 0.5387306798138813  | 11385926972953900  | 0.7416666666666667    | 22539583333333300      | 1.0               | 10819          |
| 10         | 0.05   | 0.1    | 0.1         | 60            | 0.3569971702281478  | 0.5239483631283909  | 12885262666211800  | 0.7375                | 26975                  | 1.0               | 12948          |
| 10         | 0.05   | 0.1    | 0.15        | 120           | 0.35248774387626025 | 0.566366471423376   | 11890388915033500  | 0.7229166666666667    | 2046875                | 1.0               | 9825           |
| 10         | 0.05   | 0.15   | 0.05        | 120           | 0.34854229384208124 | 0.5589312834564629  | 13468891996412000  | 0.7375                | 3244375                | 1.0               | 15573          |
| 5          | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 60            | 0.3476318211390115  | 0.682403608060474   | 2489656943173380   | 0.7395833333333334    | 23602083333333300      | 1.0               | 11329          |
| 20         | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 120           | 0.34725612175633636 | 0.6471919813333081  | 32063128758935800  | 0.7333333333333333    | 20447916666666600      | 1.0               | 9815           |
| 20         | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 60            | 0.3372297018968814  | 0.5123138702698625  | 0.9318117162356019 | 0.74375               | 18885416666666600      | 1.0               | 9065           |
| 20         | 0.05   | 0.1    | 0.15        | 120           | 0.3288245556845808  | 0.4843356750779289  | 0.8482519487018829 | 0.7416666666666667    | 19170833333333300      | 1.0               | 9202           |
| 60         | 0.05   | 0.15   | 0.15        | 120           | 0.328369306925952   | 0.3980731503890695  | 0.7472650567674655 | 0.7166666666666667    | 13589583333333300      | 1.0               | 6523           |
| 20         | 0.05   | 0.1    | 0.1         | 120           | 0.3252886440022895  | 0.49404307734422315 | 12388516901041500  | 0.7354166666666667    | 239875                 | 1.0               | 11514          |
| 20         | 0.05   | 0.15   | 0.05        | 120           | 0.3250356983746491  | 0.6103026454559466  | 3526122681970630   | 0.7291666666666666    | 3066875                | 1.0               | 14721          |
| 20         | 0.05   | 0.1    | 0.05        | 120           | 0.3212465066077975  | 0.5002852336658162  | 21260670346182200  | 0.7375                | 35435416666666600      | 1.0               | 17009          |
| 5          | 0.05   | 0.1    | 0.15        | 60            | 0.32013212435762817 | 0.5116558859551499  | 11656523520942500  | 0.7208333333333333    | 22358333333333300      | 1.0               | 10732          |
| 5          | 0.05   | 0.1    | 0.1         | 60            | 0.319851760688024   | 0.5442655525764155  | 15860581881488900  | 0.7291666666666666    | 26672916666666600      | 1.0               | 12803          |
| 20         | 0.05   | 0.15   | 0.1         | 60            | 0.31049758102041136 | 0.5759461369251218  | 27309191403109000  | 0.7333333333333333    | 2253125                | 1.0               | 10815          |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                    |                    |                   |     |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|-----|-------|
| 10 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.30560446860517243 | 0.44412124872787756 | 10683759393024000  | 0.6895833333333333 | 3733125           | 1.0 | 17919 |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.3045310619736412  | 0.47167226776419563 | 13304448107776700  | 0.73125            | 25210416666666600 | 1.0 | 12101 |
| 10 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.303643664973817   | 0.41952441001760704 | 0.9691656554403296 | 0.7166666666666667 | 40295833333333300 | 1.0 | 19342 |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.30017007173890964 | 0.4894851640684487  | 2125006867937890   | 0.7375             | 359625            | 1.0 | 17262 |
| 10 | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.2998386889780089  | 0.41828039329791805 | 0.8883798367318178 | 0.7291666666666666 | 31733333333333300 | 1.0 | 15232 |
| 20 | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.29954280777745257 | 0.5199288213691955  | 35902446355082700  | 0.7625             | 29014583333333300 | 1.0 | 13927 |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.2987639522722435  | 0.46619442636052333 | 0.8569309297655535 | 0.73125            | 21064583333333300 | 1.0 | 10111 |
| 20 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.29464029705432593 | 0.5857938661303435  | 35210001694886700  | 0.7104166666666667 | 3216041666666660  | 1.0 | 15437 |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.293734507774864   | 0.38849385854662055 | 0.6907431262559754 | 0.7333333333333333 | 25.8              | 1.0 | 12384 |
| 20 | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.29316428336187395 | 0.4000132108107356  | 0.6676479161193313 | 0.7645833333333333 | 26814583333333300 | 1.0 | 12871 |
| 10 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.29100272399080207 | 0.40164029294210396 | 0.9209683696807583 | 0.7270833333333333 | 326375            | 1.0 | 15666 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.29022226870138457 | 0.37756272892643206 | 0.7322624586739929 | 0.6979166666666666 | 17260416666666600 | 1.0 | 8285  |
| 5  | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.28724033261128235 | 0.5111319572606481  | 1613564944042750   | 0.7479166666666667 | 30745833333333300 | 1.0 | 14758 |
| 10 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.28582360993058453 | 0.43736800389063857 | 1069628392350850   | 0.7020833333333333 | 3791458333333330  | 1.0 | 18199 |
| 10 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.2840473994345186  | 0.5285305753453824  | 1386099858091670   | 0.7333333333333333 | 33954166666666600 | 1.0 | 16298 |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.2825070361707199  | 0.46522147298378097 | 3263088197033260   | 0.7083333333333334 | 32166666666666600 | 1.0 | 15440 |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.27968505060515814 | 0.3173986503933718  | 0.5732291192400906 | 0.7270833333333333 | 32385416666666600 | 1.0 | 15545 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.2791900557038829  | 0.4331811544943066  | 10470390408144400  | 0.7270833333333333 | 28085416666666600 | 1.0 | 13481 |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.27914678691864825 | 0.3675843130844009  | 0.6738035698197093 | 0.7333333333333333 | 26902083333333300 | 1.0 | 12913 |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.27376539779251097 | 0.38468888972426163 | 12463234255224100  | 0.7145833333333333 | 3344583333333330  | 1.0 | 16054 |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.2727396078912039  | 0.37319204750180884 | 0.7048659455422858 | 0.7625             | 27835416666666600 | 1.0 | 13361 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.2718416692792971  | 0.43837313868998784 | 1097881838828430   | 0.7041666666666667 | 26914583333333300 | 1.0 | 12919 |
| 5  | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.2704369209174132  | 0.4546860945163476  | 10852942045515500  | 0.68125            | 328625            | 1.0 | 15774 |
| 10 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.2685792669242407  | 0.39984391333535835 | 0.8922035536299128 | 0.7208333333333333 | 29704166666666600 | 1.0 | 14258 |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.26816692706559386 | 0.39407760457061264 | 15802200597060200  | 0.75               | 3030625           | 1.0 | 14547 |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.26751428168326175 | 0.3908854508583842  | 12545984770956900  | 0.7020833333333333 | 3271041666666660  | 1.0 | 15701 |
| 5  | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.2660364067995664  | 0.40218514474334255 | 0.9720235534465467 | 0.7291666666666666 | 28110416666666600 | 1.0 | 13493 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.26601509378391286 | 0.3689354420593025  | 0.8156020762511279 | 0.7104166666666667 | 33139583333333300 | 1.0 | 15907 |
| 20 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.2660066931323256  | 0.4737127260497028  | 26202238485957700  | 0.75625            | 36770833333333300 | 1.0 | 17650 |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.2617881032020376  | 0.4583593746536138  | 32620311682449200  | 0.70625            | 3260625           | 1.0 | 15651 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.2611263837686342  | 0.36402502250206364 | 0.8012203861956969 | 0.7020833333333333 | 33552083333333300 | 1.0 | 16105 |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                    |                    |                   |        |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------|-------|
| 10 | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.2602968184642249  | 0.4182090834707724  | 0.9139372468123671 | 0.725              | 28995833333333300 | 1.0    | 13918 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.2597300024658762  | 0.33421167440918503 | 0.7241514177825219 | 0.6833333333333333 | 2116875           | 1.0    | 10161 |
| 10 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.25946076206532964 | 0.36659261173645336 | 0.8612995878243282 | 0.7                | 4159375           | 1.0    | 19965 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.2580234670249152  | 0.37905661325410395 | 0.8844366306702771 | 0.71875            | 12502083333333300 | 1.0    | 6001  |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.2571810064656205  | 0.42112574082221454 | 2530183613404190   | 0.6916666666666667 | 3274375           | 1.0    | 15717 |
| 5  | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.2567446113401347  | 0.46539016466110383 | 11062965004451900  | 0.6916666666666667 | 315625            | 1.0    | 15150 |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.2555777319118602  | 0.37113424154427943 | 0.7811990260588005 | 0.6958333333333333 | 27783333333333300 | 1.0    | 13336 |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.25496954443937236 | 0.3018186069439745  | 0.5609074258581981 | 0.7291666666666666 | 330875            | 1.0    | 15882 |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.2539177777284637  | 0.4641976685881348  | 37786415567686700  | 0.6895833333333333 | 31983333333333300 | 1.0    | 15352 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.2528922703533969  | 0.4028121768173543  | 0.8818332484587509 | 0.7229166666666667 | 14533333333333300 | 1.0    | 6976  |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.2528217955287104  | 0.3802140409211338  | 0.7715855295716681 | 0.7104166666666667 | 26772916666666600 | 1.0    | 12851 |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.2514640637325203  | 0.4217345723547283  | 25305329035763500  | 0.7020833333333333 | 32402083333333300 | 1.0    | 15553 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.24982337192249593 | 0.37610788886773083 | 0.8024341668191305 | 0.7083333333333334 | 16327083333333300 | 1.0    | 7837  |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.2467437383315405  | 0.3203857822818863  | 0.6444221427417313 | 0.6979166666666666 | 1074375           | 0.9875 | 5157  |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.2460326671850276  | 0.4337326997623342  | 0.9974137434584586 | 0.73125            | 11720833333333300 | 1.0    | 5626  |
| 20 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.24558871898845147 | 0.388175353855232   | 1596958279372080   | 0.7229166666666667 | 3876875           | 1.0    | 18609 |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.24493044280063736 | 0.4652257571598199  | 37773751842149800  | 0.6791666666666667 | 31364583333333300 | 1.0    | 15055 |
| 5  | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.2438042671847035  | 0.4348110249655766  | 19036128166653100  | 0.73125            | 31870833333333300 | 1.0    | 15298 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.24344713210475544 | 0.3179169793759893  | 0.7181026021553475 | 0.68125            | 2195625           | 1.0    | 10539 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.24163397993651747 | 0.3241960937950709  | 0.7168359574818478 | 0.6833333333333333 | 26441666666666600 | 1.0    | 12692 |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.24141050084315585 | 0.40773973146717046 | 2919927439877680   | 0.7020833333333333 | 3559375           | 1.0    | 17085 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.24032494459284148 | 0.3555048487302194  | 0.7203930336825728 | 0.7291666666666666 | 15302083333333300 | 1.0    | 7345  |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.23804994235827381 | 0.3101477784149119  | 0.6162143690493501 | 0.725              | 32045833333333300 | 1.0    | 15382 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.23522655811526028 | 0.3725893364277469  | 0.8169556004557577 | 0.7270833333333333 | 1501875           | 1.0    | 7209  |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.23522598340215617 | 0.34542389080818053 | 0.7491169243329573 | 0.69375            | 1850625           | 1.0    | 8883  |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.23374071904239946 | 0.3028532221585191  | 0.6491596054633043 | 0.7041666666666667 | 13989583333333300 | 1.0    | 6715  |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.22990437797238605 | 0.33841210099057173 | 0.702015257716177  | 0.7375             | 11033333333333300 | 1.0    | 5296  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.2282969957433646  | 0.35548317319253897 | 0.8990941981236505 | 0.7354166666666667 | 13310416666666600 | 1.0    | 6389  |
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.22795701597818285 | 0.4542973697936414  | 39049876224797900  | 0.7                | 46008333333333300 | 1.0    | 22084 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.22745076220786187 | 0.29911207203173323 | 0.6902534278081446 | 0.6833333333333333 | 27147916666666600 | 1.0    | 13031 |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.22557065656561326 | 0.3272177332062624  | 0.738452336711019  | 0.7229166666666667 | 13039583333333300 | 1.0    | 6259  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |        |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------|-------|
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.2246061645303229  | 0.4550546503568344  | 39052730427651000   | 0.69375            | 4597708333333330  | 1.0    | 22069 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.2243223536576343  | 0.36677381383572727 | 0.8810368504427352  | 0.7104166666666667 | 204625            | 1.0    | 9822  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.22332780458413592 | 0.3111691543664938  | 0.6782584332833203  | 0.7395833333333334 | 1648333333333300  | 1.0    | 7912  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.22260271791151098 | 0.32491261273828037 | 0.6801705835921681  | 0.7270833333333333 | 16322916666666600 | 1.0    | 7835  |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.22084092524467158 | 0.2550315991260091  | 0.48733454662295994 | 0.725              | 37447916666666600 | 1.0    | 17975 |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.22061339261950974 | 0.28707075790097486 | 0.6089328959243989  | 0.6729166666666667 | 3956458333333330  | 1.0    | 18991 |
| 5  | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.21984230845120156 | 0.3320724977064296  | 0.7844227318558614  | 0.68125            | 3633333333333300  | 1.0    | 17440 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.21977134382748786 | 0.3043736399261191  | 0.7050923916655192  | 0.73125            | 3280625           | 1.0    | 15747 |
| 5  | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.2184913287224265  | 0.33896346203563066 | 0.7093080151397121  | 0.7333333333333333 | 29054166666666600 | 1.0    | 13946 |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.21833025072994794 | 0.23720575525948975 | 0.6529414308218017  | 0.65               | 37.1              | 1.0    | 17808 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.21803516252581157 | 0.35230037054276464 | 0.8815811952247422  | 0.7166666666666667 | 2065833333333300  | 1.0    | 9916  |
| 5  | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.21793915022096544 | 0.3509088182379181  | 0.7993018026491545  | 0.6958333333333333 | 3830625           | 1.0    | 18387 |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.2172786542285121  | 0.32614653833279295 | 0.9022506609365916  | 0.7333333333333333 | 1374583333333300  | 1.0    | 6598  |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.21702273779335624 | 0.2643898593713963  | 0.6745311312142921  | 0.6875             | 11985416666666600 | 0.9875 | 5753  |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.21698787538022324 | 0.3193880059158725  | 0.8166328370722367  | 0.7125             | 23247916666666600 | 1.0    | 11159 |
| 5  | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.2165502552760834  | 0.325787356034292   | 0.7764531584246708  | 0.675              | 3679375           | 1.0    | 17661 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.21612833943994836 | 0.2810290066872403  | 0.61744013303396    | 0.6916666666666667 | 3638958333333300  | 1.0    | 17467 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.21592343820233129 | 0.3506052767050086  | 0.7774009121214088  | 0.7020833333333333 | 1770208333333300  | 1.0    | 8497  |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.2158480817172156  | 0.28175554960075555 | 0.6098260421298313  | 0.7229166666666667 | 37041666666666600 | 1.0    | 17780 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.20958899725776103 | 0.3094611420684237  | 0.8198146213162566  | 0.6916666666666667 | 242375            | 1.0    | 11634 |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.2088149831433621  | 0.2879407367853374  | 0.6134395089231672  | 0.6833333333333333 | 39422916666666600 | 1.0    | 18923 |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.20803649222546983 | 0.26601357006443455 | 18086469222734400   | 0.6416666666666667 | 43141666666666600 | 1.0    | 20708 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.20701059496571517 | 0.3185399783794767  | 0.8074194707935701  | 0.7708333333333334 | 16479166666666600 | 1.0    | 7910  |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.2065926465920508  | 0.29796284546909235 | 11769157528388300   | 0.6895833333333333 | 3978125           | 1.0    | 19095 |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.20521129404869076 | 0.29284855098208346 | 0.7394886421756228  | 0.7104166666666667 | 223125            | 1.0    | 10710 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.20407515916425367 | 0.2874017802172299  | 0.5728426583296395  | 0.7395833333333334 | 14772916666666600 | 1.0    | 7091  |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.20397439730225686 | 0.2941427447532955  | 11756006468430300   | 0.6958333333333333 | 3996458333333330  | 1.0    | 19183 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.20294403876134715 | 0.2745611584060253  | 0.684490473862689   | 0.6895833333333333 | 3246666666666660  | 1.0    | 15584 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.2027635018471846  | 0.2822492553313184  | 0.6892107631320684  | 0.6958333333333333 | 3213958333333300  | 1.0    | 15427 |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.1991297733621965  | 0.2719067243611211  | 0.6207614641986339  | 0.7                | 1669375           | 1.0    | 8013  |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.19864312535312512 | 0.2957493030968642  | 0.6844286501282617  | 0.7145833333333333 | 116875            | 1.0    | 5610  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                    |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 20 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.19838629479806402 | 0.4081602028775671  | 33523597252872900  | 0.7291666666666666 | 4681458333333330  | 1.0                | 22471 |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.197027625887506   | 0.2996841112901725  | 0.7096722261773095 | 0.7125             | 13541666666666600 | 1.0                | 6500  |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.19654902622914072 | 0.2652254161810054  | 0.5613359517218652 | 0.6958333333333333 | 8385416666666660  | 0.9729166666666667 | 4025  |
| 5  | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.19654546327177014 | 0.2724117731083138  | 0.663182916439577  | 0.6708333333333333 | 3983958333333330  | 1.0                | 19123 |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.1960993577252783  | 0.2574902701586835  | 10987918715652600  | 0.6875             | 4206041666666660  | 1.0                | 20189 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.19415202456207703 | 0.25123222445187265 | 0.6638740013510649 | 0.6666666666666666 | 302625            | 1.0                | 14526 |
| 20 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.19320207009611934 | 0.29337376000961    | 0.7392559136038498 | 0.75625            | 21354166666666600 | 1.0                | 10250 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.19316555972616012 | 0.29717732386169804 | 0.93662889447744   | 0.6916666666666667 | 4568541666666660  | 1.0                | 21929 |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.19126767612578977 | 0.27376785659717034 | 0.6166371162199501 | 0.71875            | 11414583333333300 | 0.9875             | 5479  |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.19103054671929343 | 0.2385391030656128  | 0.6552084560598422 | 0.6520833333333333 | 3697083333333330  | 1.0                | 17746 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.1897858881944744  | 0.2981957086755756  | 0.9369646189531966 | 0.6875             | 4565833333333330  | 1.0                | 21916 |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.1893440125316591  | 0.2637281986425724  | 18081091067274300  | 0.6416666666666667 | 431125            | 1.0                | 20694 |
| 10 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.1881742054668658  | 0.26509563104458783 | 0.8260950037085467 | 0.6708333333333333 | 46604166666666600 | 1.0                | 22370 |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.18780104531293806 | 0.272907354362929   | 0.6122508951680383 | 0.7020833333333333 | 167125            | 1.0                | 8022  |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.18735986207438649 | 0.24795004389054034 | 0.6480410457708864 | 0.7                | 180625            | 1.0                | 8670  |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.1869970014694028  | 0.24832006151828373 | 0.5839708062647702 | 0.6729166666666667 | 41295833333333300 | 1.0                | 19822 |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.18634551027089052 | 0.2691611824014174  | 0.640269319466278  | 0.6875             | 14372916666666600 | 1.0                | 6899  |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.18495588018431153 | 0.27154110252484925 | 0.6604209902089095 | 0.6770833333333334 | 21091666666666600 | 1.0                | 10124 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.18448137414177246 | 0.24489290164078908 | 0.7574280471494269 | 0.6583333333333333 | 32514583333333300 | 1.0                | 15607 |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.18326992681032417 | 0.24413947172440426 | 0.5306765777634295 | 0.6958333333333333 | 10422916666666600 | 0.9729166666666667 | 5003  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.18258726003342873 | 0.2416452238318228  | 0.5989198800631551 | 0.7291666666666666 | 22591666666666600 | 1.0                | 10844 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.1819122722746107  | 0.24849305592553214 | 0.6623420946258792 | 0.6666666666666666 | 305875            | 1.0                | 14682 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.18141286512416865 | 0.24827668484464419 | 0.6607224671751865 | 0.7125             | 12352083333333300 | 0.9875             | 5929  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.1807910880239234  | 0.2846680082565426  | 0.7371280623060432 | 0.7208333333333333 | 22325             | 1.0                | 10716 |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.179750196811311   | 0.25312628881577337 | 0.5478180279479481 | 0.7333333333333333 | 154625            | 1.0                | 7422  |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.17934902586813928 | 0.24969171679018393 | 0.6449579264971103 | 0.7125             | 19997916666666600 | 1.0                | 9599  |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.1781287042672398  | 0.2432583954250072  | 0.6428761233782908 | 0.7125             | 2001875           | 1.0                | 9609  |
| 20 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.17647874027326838 | 0.2698683598556108  | 0.6925451464547449 | 0.7375             | 1733125           | 1.0                | 8319  |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.17531183939527306 | 0.2570636214422421  | 0.5981742177332037 | 0.7041666666666667 | 16845833333333300 | 1.0                | 8086  |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.1750782697623987  | 0.25547036778358384 | 0.6092439434473536 | 0.6791666666666667 | 16875             | 1.0                | 8100  |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.1740731486275343  | 0.231016834832562   | 0.6275626751415245 | 0.6979166666666666 | 2296875           | 1.0                | 11025 |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                    |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.17231565229678347 | 0.3480717767163266  | 17496092606994700  | 0.6541666666666667 | 13110416666666600 | 0.9875             | 6293  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.17034693481549823 | 0.2679788161187015  | 0.7132643502619465 | 0.69375            | 30158333333333300 | 1.0                | 14476 |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.16892363162246848 | 0.23716531187498316 | 0.6210929571486073 | 0.6979166666666666 | 18.3              | 1.0                | 8784  |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.16820947684398868 | 0.24989153614389684 | 0.642250693261838  | 0.6729166666666667 | 21208333333333300 | 1.0                | 10180 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.16817374831221632 | 0.2631068834388398  | 0.6462277326502976 | 0.6729166666666667 | 25820833333333300 | 1.0                | 12394 |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.16579296818146094 | 0.22244266221503117 | 0.4909895695091064 | 0.7291666666666666 | 1980625           | 1.0                | 9507  |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.16530815008580946 | 0.24473812586691973 | 0.5862762184638569 | 0.6770833333333334 | 31933333333333300 | 1.0                | 15328 |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.1646586241505794  | 0.3394516814062825  | 2757101275220070   | 0.6770833333333334 | 3515833333333330  | 1.0                | 16876 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.1641286465298335  | 0.25410365199633067 | 0.9199179267175489 | 0.66875            | 14322916666666600 | 0.9875             | 6875  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.16411039134768046 | 0.24086899984362944 | 0.6148094816521549 | 0.6625             | 730625            | 0.920833333333333  | 3507  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.1627101305325781  | 0.26845337507417966 | 0.6816020142530751 | 0.6520833333333333 | 7170833333333330  | 0.920833333333333  | 3442  |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.16164547114331174 | 0.26151782277639085 | 14717275854771300  | 0.6625             | 5532083333333330  | 1.0                | 26554 |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.16065210641121186 | 0.2617428966649291  | 14716802666532100  | 0.6625             | 55327083333333300 | 1.0                | 26557 |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.1595290563741213  | 0.21826987269417358 | 0.5143749245375928 | 0.7041666666666667 | 10470833333333300 | 0.9729166666666667 | 5026  |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.15880665057880117 | 0.1841320938013983  | 0.4717754460929624 | 0.6979166666666666 | 14166666666666600 | 0.9875             | 6800  |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.1583642655556916  | 0.2135587187770431  | 0.6446055797831646 | 0.6375             | 36291666666666600 | 1.0                | 17420 |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.15680010572806802 | 0.24327222588020767 | 0.6814031609683201 | 0.6833333333333333 | 18239583333333300 | 1.0                | 8755  |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.1560925568364534  | 0.2808067790004477  | 0.7374669353325999 | 0.6708333333333333 | 27333333333333300 | 1.0                | 13120 |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.15608547514118387 | 0.23309915026081368 | 0.6623580542167884 | 0.6895833333333333 | 20079166666666600 | 1.0                | 9638  |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.1557793970932887  | 0.21620587941684513 | 0.4835681200470141 | 0.73125            | 19858333333333300 | 1.0                | 9532  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.1557511924765831  | 0.1994672760259366  | 0.4812087018708843 | 0.70625            | 12275             | 0.9729166666666667 | 5892  |
| 20 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.15447742190568525 | 0.2509377886999804  | 1366612754482560   | 0.6625             | 5559166666666660  | 1.0                | 26684 |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.15406189121958525 | 0.21940300870499327 | 0.5936971482643384 | 0.7395833333333334 | 20291666666666600 | 1.0                | 9740  |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.15338016362904106 | 0.22517186797426897 | 0.6425342558906395 | 0.7104166666666667 | 23139583333333300 | 1.0                | 11107 |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.15337294350016495 | 0.2528300516807476  | 0.6928202642313728 | 0.6583333333333333 | 29914583333333300 | 1.0                | 14359 |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.15317081725812653 | 0.3095685291718303  | 18038235123677900  | 0.6666666666666666 | 134375            | 0.9875             | 6450  |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.15223476990935192 | 0.23387755408871638 | 10707237094699200  | 0.6541666666666667 | 522375            | 1.0                | 25074 |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.15198956789758078 | 0.23365740257496947 | 10705908345135900  | 0.6541666666666667 | 52233333333333300 | 1.0                | 25072 |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.1519215948197068  | 0.21093640482970605 | 0.5207646356554647 | 0.6875             | 154375            | 0.9729166666666667 | 7410  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.15139415099683917 | 0.2653490196890221  | 0.8493919923926331 | 0.6458333333333334 | 8520833333333330  | 0.920833333333333  | 4090  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.15079460072647388 | 0.2580942102851734  | 0.7043701099529497 | 0.6729166666666667 | 30925             | 1.0                | 14844 |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.1504711581879421  | 0.19001353907558016 | 0.47931297739039447 | 0.6958333333333333 | 12283333333333300 | 0.9729166666666667 | 5896  |
| 10 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.14988012572819498 | 0.21097329573904383 | 0.9087939053205836  | 0.64375            | 525375            | 1.0                | 25218 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.1493864315153055  | 0.24390496446826096 | 0.914863511342365   | 0.6645833333333333 | 14458333333333300 | 0.9875             | 6940  |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.1491221275295489  | 0.23054657295563336 | 0.5225635638181645  | 0.71875            | 8558333333333330  | 0.9729166666666667 | 4108  |
| 5  | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.14911835085049263 | 0.21478095236865116 | 14983298486131600   | 0.6354166666666666 | 4380833333333330  | 1.0                | 21028 |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.14881943199142278 | 0.1774241499216839  | 0.46640391267108056 | 0.6958333333333333 | 14272916666666600 | 0.9875             | 6851  |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.1486219253058696  | 0.2464839717867192  | 0.632458342129493   | 0.6375             | 2804375           | 1.0                | 13461 |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.14860358976023325 | 0.18909049292100744 | 0.5346043722571692  | 0.6708333333333333 | 23014583333333300 | 1.0                | 11047 |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.14817701166902264 | 0.1866178574008293  | 0.4446880874595862  | 0.7                | 234875            | 1.0                | 11274 |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.14817011375961364 | 0.2187441791026979  | 0.6040949409525268  | 0.6541666666666667 | 24914583333333300 | 1.0                | 11959 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.147276591027793   | 0.1889852616521927  | 0.643990752146221   | 0.61875            | 4530625           | 1.0                | 21747 |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.1464547342610205  | 0.18978234583003345 | 0.6450449142475518  | 0.61875            | 4525625           | 1.0                | 21723 |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.14565028010336345 | 0.17110974634861545 | 0.5136937023855344  | 0.675              | 28985416666666600 | 1.0                | 13913 |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.1453113170481899  | 0.18533368504722994 | 0.4450996820982229  | 0.6979166666666666 | 23489583333333300 | 1.0                | 11275 |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.14432306774666304 | 0.18760880315408993 | 0.5302438242544439  | 0.66875            | 23041666666666600 | 1.0                | 11060 |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.14325465644890556 | 0.43587011638822887 | 5222917157440110    | 0.65625            | 34979166666666600 | 1.0                | 16790 |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.14180055219242693 | 0.22238966656330483 | 0.5650350876111639  | 0.6958333333333333 | 976875            | 0.9729166666666667 | 4689  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.14159801798083205 | 0.240421091990065   | 0.8159842610948338  | 0.625              | 8564583333333330  | 0.9208333333333333 | 4111  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.1405505010667356  | 0.23013627817837648 | 0.5873491842375521  | 0.60625            | 8608333333333330  | 0.9625             | 4132  |
| 60 | 0.05 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.14021697079620998 | 0.2245919863976923  | 0.6501722056924983  | 0.64375            | 38302083333333300 | 1.0                | 18385 |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.14007139309871675 | 0.18334362524439465 | 0.4746492445574713  | 0.6833333333333333 | 26641666666666600 | 1.0                | 12788 |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.1396553348684466  | 0.1831584467334097  | 0.4745217918301158  | 0.6833333333333333 | 26641666666666600 | 1.0                | 12788 |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.13904760258654625 | 0.19078559867759473 | 0.4975816195337883  | 0.6583333333333333 | 6072916666666660  | 0.8916666666666667 | 2915  |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.1385391658694337  | 0.20144371506401224 | 0.5115838417700702  | 0.6833333333333333 | 15433333333333300 | 0.9729166666666667 | 7408  |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.13794147469988094 | 0.2112262688140252  | 0.6002586137032548  | 0.6458333333333334 | 24941666666666600 | 1.0                | 11972 |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.13745546938962572 | 0.1766550330277154  | 0.5964593303536447  | 0.6354166666666666 | 3853333333333330  | 1.0                | 18496 |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.13567433666499074 | 0.16594115388577546 | 0.43235690295683876 | 0.70625            | 15979166666666600 | 0.9875             | 7670  |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.13556324690135824 | 0.22009286992180357 | 0.5330141829424546  | 0.7166666666666667 | 1781875           | 1.0                | 8553  |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.1328719934157757  | 0.17056122358560574 | 0.5166273335583265  | 0.6729166666666667 | 28952083333333300 | 1.0                | 13897 |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.13237975460174733 | 0.1999726042490538  | 0.6511162855619218  | 0.7                | 232875            | 1.0                | 11178 |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.13216712535945196 | 0.1929698629489644  | 0.6040045126979724  | 0.7                | 13266666666666600 | 0.9729166666666667 | 6368  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.13186304132627302 | 0.1609901980062454  | 0.42880961338517554 | 0.7104166666666667 | 16027083333333300 | 0.9875             | 7693  |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.131274880423785   | 0.21563992513385574 | 11104104720541500   | 0.6666666666666666 | 14.65             | 0.9875             | 7032  |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.1311957507870677  | 0.15906669854470187 | 0.4477603680820847  | 0.6791666666666667 | 16595833333333300 | 0.9729166666666667 | 7966  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.1306106612635063  | 0.20398661182161862 | 0.6040971877272766  | 0.625              | 3868958333333330  | 1.0                | 18571 |
| 60 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.13011140647364072 | 0.2163146275185806  | 0.6562001690760209  | 0.65625            | 25616666666666600 | 1.0                | 12296 |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.12992461376186037 | 0.1704264627515016  | 0.5131800813741889  | 0.6458333333333334 | 7535416666666660  | 0.8916666666666667 | 3617  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.12944176325817813 | 0.20434563635228972 | 0.6440293464051298  | 0.6395833333333333 | 38891666666666600 | 1.0                | 18668 |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.12837760632112472 | 0.19300817400187362 | 0.6950605240024315  | 0.6916666666666667 | 27658333333333300 | 1.0                | 13276 |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.12822504418629277 | 0.20263660831989375 | 0.6037572637306828  | 0.6229166666666667 | 38889583333333300 | 1.0                | 18667 |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.1275258034480894  | 0.19924674884660087 | 0.5100873449501473  | 0.6833333333333333 | 7895833333333330  | 0.9208333333333333 | 3790  |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.1269204085538197  | 0.1970703292207484  | 0.6082640741611326  | 0.6979166666666666 | 13295833333333300 | 0.9729166666666667 | 6382  |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.12603639189229787 | 0.23703865815697683 | 0.7537973412657896  | 0.65625            | 19445833333333300 | 1.0                | 9334  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.1256903430931825  | 0.20578889309124454 | 0.5697105844058729  | 0.69375            | 984375            | 0.9729166666666667 | 4725  |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.12530621046159396 | 0.1836164407929127  | 0.48200427459578343 | 0.6645833333333333 | 6110416666666660  | 0.8916666666666667 | 2933  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.1249464805912226  | 0.19809110160284735 | 0.4796381907989465  | 0.6604166666666667 | 785625            | 0.9208333333333333 | 3771  |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.12489032215849694 | 0.27166777963838634 | 18481493225945800   | 0.5875             | 1769375           | 0.9875             | 8493  |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.12404997858902189 | 0.20498685585845605 | 0.5775097871683483  | 0.6729166666666667 | 21527083333333300 | 1.0                | 10333 |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.12367708247056686 | 0.15907670247978833 | 0.4461733763011478  | 0.675              | 16597916666666600 | 0.9729166666666667 | 7967  |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.12252648145879208 | 0.1723049539198227  | 0.4215636496870433  | 0.7041666666666667 | 23602083333333300 | 1.0                | 11329 |
| 20 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.12239130049525415 | 0.17673602600523208 | 0.45473185977700936 | 0.6770833333333334 | 26664583333333300 | 1.0                | 12799 |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.12230419712532914 | 0.16797740757295637 | 0.5087894929248982  | 0.6625             | 2618125           | 1.0                | 12567 |
| 60 | 0.05 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.12031902741961742 | 0.24001108084447217 | 0.7023548868806349  | 0.6479166666666667 | 3525208333333330  | 1.0                | 16921 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.1194048918447338  | 0.16001660287478267 | 0.477687991522481   | 0.68125            | 13545833333333300 | 0.9875             | 6502  |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.11499851863588506 | 0.1874611651654285  | 0.4566532054797291  | 0.7041666666666667 | 2054375           | 1.0                | 9861  |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.11441681553999783 | 0.17987918299760708 | 0.4718897111808001  | 0.6770833333333334 | 13154166666666600 | 0.9875             | 6314  |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.11305758839887681 | 0.14235773430965548 | 0.4855506744887004  | 0.6520833333333333 | 31420833333333300 | 1.0                | 15082 |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.11205173897051401 | 0.1704025552411613  | 0.5044302392982274  | 0.6479166666666667 | 7535416666666660  | 0.8916666666666667 | 3617  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.11180090907629125 | 0.20577608200614056 | 0.7291774245378513  | 0.6708333333333333 | 8766666666666660  | 0.9208333333333333 | 4208  |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.11170032394734353 | 0.1618874658298986  | 0.5105885536073921  | 0.69375            | 16495833333333300 | 0.9729166666666667 | 7918  |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.11158150958879076 | 0.1470100227876036  | 0.4915299754989588  | 0.64375            | 337375            | 1.0                | 16194 |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.11088773045568634 | 0.2769911941839856  | 2155026862275460    | 0.6145833333333334 | 17816666666666600 | 0.9875             | 8552  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.11033115055304454 | 0.19302126861750596 | 10347492987314600   | 0.65625            | 150875            | 0.9875             | 7242  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.1099388259670332  | 0.13639660714643806 | 0.5739969251480956  | 0.5875             | 5724583333333330  | 1.0                | 27478 |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.10986730831950287 | 0.19456945443739757 | 0.5562245269967071  | 0.6354166666666666 | 936875            | 0.9625             | 4497  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.10955105252739994 | 0.18656733479062163 | 0.6702738193473327  | 0.6604166666666667 | 70375             | 0.891666666666667  | 3378  |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.10854669131271466 | 0.12016030837234405 | 0.3535007210943309  | 0.6541666666666667 | 14804166666666600 | 0.9875             | 7106  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.10847179041344601 | 0.19990832974669445 | 0.601254772416306   | 0.6208333333333333 | 11358333333333300 | 0.9208333333333333 | 5452  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.1084554882247889  | 0.1512306374048856  | 0.44977905631319864 | 0.6666666666666666 | 18008333333333300 | 0.9729166666666667 | 8644  |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.10792242059006585 | 0.1654835712105111  | 0.509102038902342   | 0.7                | 16514583333333300 | 0.9729166666666667 | 7927  |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.10728765742789759 | 0.1477612198210924  | 0.49183404441375805 | 0.6479166666666667 | 337375            | 1.0                | 16194 |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.10706675565582224 | 0.17897326921965098 | 11732676782107300   | 0.6270833333333333 | 164375            | 0.9875             | 7890  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.1069875307707655  | 0.16842616636992244 | 0.5892702324648657  | 0.60625            | 4374166666666660  | 1.0                | 20996 |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.1069848343586638  | 0.17580896729156278 | 11730376496251800   | 0.6291666666666667 | 16447916666666600 | 0.9875             | 7895  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.10668510316181368 | 0.1928858584709183  | 0.595498781720057   | 0.6375             | 95375             | 0.9625             | 4578  |
| 60 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.10657217408087227 | 0.16888614042991437 | 0.631434755578128   | 0.6145833333333334 | 47979166666666600 | 1.0                | 23030 |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.10644944530899081 | 0.17715953511660723 | 0.48106689080881404 | 0.6875             | 13583333333333300 | 0.9729166666666667 | 6520  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.10640795832140526 | 0.14723548263859143 | 0.44718948554063614 | 0.6625             | 18008333333333300 | 0.9729166666666667 | 8644  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.1063937352158274  | 0.13651490798147833 | 0.5737722292305205  | 0.5895833333333333 | 57239583333333300 | 1.0                | 27475 |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.10539874694195372 | 0.18333340095834302 | 0.5280784690494454  | 0.6979166666666666 | 12235416666666600 | 0.9729166666666667 | 5873  |
| 60 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.10504359394475249 | 0.1894711300819766  | 0.605703542001094   | 0.6479166666666667 | 28002083333333300 | 1.0                | 13441 |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.1042958014713361  | 0.18947221576672402 | 0.6286134489855841  | 0.6291666666666667 | 923125            | 0.9208333333333333 | 4431  |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.10357346691642921 | 0.154996251987957   | 0.5873161182281018  | 0.6729166666666667 | 15766666666666600 | 0.9729166666666667 | 7568  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.10212463195713761 | 0.16044721959265817 | 0.5001412500857363  | 0.6416666666666667 | 875625            | 0.8916666666666667 | 4203  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.10190698228579542 | 0.18749471691063888 | 0.6339982111022565  | 0.625              | 9233333333333330  | 0.9208333333333333 | 4432  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.10178893602899775 | 0.1898094368530972  | 0.5966879621670871  | 0.64375            | 7675              | 0.9208333333333333 | 3684  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.10175258310014168 | 0.1829712352783798  | 0.6656809959610457  | 0.66875            | 7.05              | 0.8916666666666667 | 3384  |
| 60 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.10137688390652921 | 0.128541311868137   | 0.464948501323817   | 0.6208333333333333 | 35041666666666600 | 1.0                | 16820 |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.10099349643545785 | 0.19185174009056857 | 0.595317143217604   | 0.61875            | 11375             | 0.9208333333333333 | 5460  |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.10024503730269829 | 0.14641353629746506 | 0.5099695209414724  | 0.6875             | 18635416666666600 | 0.9729166666666667 | 8945  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.09987676279953972 | 0.15991152766166056 | 0.49984696416773255 | 0.65               | 8752083333333330  | 0.8916666666666667 | 4201  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0997745922059059  | 0.16237054011317487 | 0.5047207146929171  | 0.6333333333333333 | 1214375           | 0.9208333333333333 | 5829  |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.09961180230104338 | 0.12633898566733032 | 0.40163862435680575 | 0.6854166666666667 | 16360416666666600 | 0.9875             | 7853  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0987604203667154  | 0.11894892523654435 | 0.477984534665959   | 0.6229166666666667 | 4176875           | 1.0                | 20049 |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0987604203667154  | 0.11892324899368147 | 0.4778893754449246  | 0.6229166666666667 | 4176875           | 1.0                | 20049 |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.09857106982826236 | 0.12897777401227262 | 0.4242489288947235  | 0.675              | 18010416666666600 | 0.9729166666666667 | 8645  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.09782055853977911 | 0.15859244402564895 | 0.5034482284164926  | 0.6333333333333333 | 1214375           | 0.9208333333333333 | 5829  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.0977347642666827  | 0.1494130277174629  | 0.4471816831678565  | 0.6916666666666667 | 1470625           | 0.9729166666666667 | 7059  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.09759673417425963 | 0.12338031081603278 | 0.4137771995020899  | 0.6291666666666667 | 1254375           | 0.8916666666666667 | 6021  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.09683725635354856 | 0.15726939393950054 | 0.41366443709075484 | 0.6395833333333333 | 8110416666666660  | 0.9208333333333333 | 3893  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.09666408629659007 | 0.21612993323253088 | 0.6155952986344675  | 0.6229166666666667 | 8947916666666660  | 0.9625             | 4295  |
| 10 | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.0964022797214733  | 0.19943639974036328 | 13497829332374500   | 0.65               | 18408333333333300 | 0.9875             | 8836  |
| 60 | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.09525891557887878 | 0.12529222423264155 | 0.5717880738263589  | 0.5833333333333334 | 586375            | 1.0                | 28146 |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.09421899637313447 | 0.13104472504013306 | 0.3564238549761524  | 0.6604166666666667 | 309125            | 1.0                | 14838 |
| 60 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0941033638507831  | 0.11516942493766727 | 0.4759192075549392  | 0.61875            | 4239375           | 1.0                | 20349 |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.09378992503531824 | 0.15581444040428968 | 0.49614058642295944 | 0.6229166666666667 | 108125            | 0.8916666666666667 | 5190  |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0931313875874058  | 0.13107763208934223 | 0.3562318214279124  | 0.6604166666666667 | 309125            | 1.0                | 14838 |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.09293372578486558 | 0.12319140663682587 | 0.41336693999376084 | 0.63125            | 1254375           | 0.8916666666666667 | 6021  |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0924479768412394  | 0.10842494241723283 | 0.5100799616841479  | 0.6125             | 47020833333333300 | 1.0                | 22570 |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.09220960425232172 | 0.12346988622118642 | 0.39418132442029424 | 0.6729166666666667 | 20.4              | 0.9729166666666667 | 9792  |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.09220877696985386 | 0.12942889706393781 | 0.7548929387710119  | 0.6479166666666667 | 1824375           | 0.9875             | 8757  |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.09154116218654618 | 0.12313856814859724 | 0.39392729260331705 | 0.6770833333333334 | 20397916666666600 | 0.9729166666666667 | 9791  |
| 20 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.09122493381925756 | 0.1754619672977191  | 0.5818000383060541  | 0.6541666666666667 | 1144375           | 0.9208333333333333 | 5493  |
| 60 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.09116368819993026 | 0.1668998575872385  | 0.5362493901616162  | 0.6645833333333333 | 17579166666666600 | 0.9729166666666667 | 8438  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.09101917994746966 | 0.2843926669358555  | 21465754590777800   | 0.6229166666666667 | 1004375           | 0.9625             | 4821  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.09068441111155046 | 0.1697859265786508  | 0.5597799741250544  | 0.6416666666666667 | 9302083333333330  | 0.9208333333333333 | 4465  |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.08940343803600603 | 0.12816137708710804 | 0.7542440538958068  | 0.65               | 18247916666666600 | 0.9875             | 8759  |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.08909808157967236 | 0.17299085239792017 | 0.6431563144344304  | 0.6666666666666666 | 1308125           | 0.9729166666666667 | 6279  |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.08901362752743314 | 0.10971541297369719 | 0.5112735607678571  | 0.6145833333333334 | 4702291666666660  | 1.0                | 22571 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.08802280779934768 | 0.1950332719124693  | 13835036988316400   | 0.6166666666666667 | 18.7              | 0.9875             | 8976  |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.08619546118359933 | 0.15532539415326305 | 0.49105932624799287 | 0.6270833333333333 | 108125            | 0.8916666666666667 | 5190  |
| 5  | 0.05 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.08592158542233919 | 0.09227088767308707 | 0.46953256914398733 | 0.5833333333333334 | 4721666666666660  | 1.0                | 22664 |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.0858249577676663  | 0.11648162769982795 | 0.3912202252190864  | 0.6666666666666666 | 21497916666666600 | 0.9729166666666667 | 10319 |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.08527515386254259 | 0.15629699047401607 | 11640920127740700   | 0.625              | 18885416666666600 | 0.9875             | 9065  |

|    |      |      |      |     |                     |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|---------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.0845956613372355  | 0.1415042547598878  | 0.5220497530822269  | 0.65               | 90375             | 0.891666666666667  | 4338  |
| 20 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.08393674194269352 | 0.1270875662896813  | 0.35041657464621623 | 0.65625            | 30914583333333300 | 1.0                | 14839 |
| 60 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.08245682542269983 | 0.13313300076586468 | 0.47609525360931054 | 0.65625            | 19397916666666600 | 0.972916666666667  | 9311  |
| 20 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.08158364944503915 | 0.14571860549266846 | 0.44200606711304624 | 0.6666666666666666 | 12160416666666600 | 0.9208333333333333 | 5837  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.08127696421585695 | 0.2571352402007044  | 1912924238103920    | 0.6145833333333334 | 10170833333333300 | 0.9625             | 4882  |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.07888443294458702 | 0.12834144463127936 | 0.4454878137757506  | 0.65               | 23752083333333300 | 0.972916666666667  | 11401 |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.07888443294458702 | 0.12825858510849564 | 0.4456055317197007  | 0.6479166666666667 | 23752083333333300 | 0.972916666666667  | 11401 |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.07873825535845513 | 0.1355079467996973  | 0.9698634230410781  | 0.6375             | 1660625           | 0.9875             | 7971  |
| 10 | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0786205480626867  | 0.19614914817412094 | 138450919878168     | 0.60625            | 1868125           | 0.9875             | 8967  |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.07758777347128265 | 0.15653728735283837 | 0.5630830419493914  | 0.63125            | 799375            | 0.891666666666667  | 3837  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.0769716010541609  | 0.13658744646422882 | 0.43746003419934065 | 0.64375            | 10197916666666600 | 0.9625             | 4895  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.07678907626200127 | 0.1370645738705747  | 0.43459149780825423 | 0.6583333333333333 | 10608333333333300 | 0.9625             | 5092  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.07605954199950071 | 0.1484364606608719  | 0.4279986087155334  | 0.6291666666666667 | 9247916666666660  | 0.9208333333333333 | 4439  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.07604593003917848 | 0.20038386985244835 | 14258104919647300   | 0.5666666666666667 | 10.7              | 0.9625             | 5136  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.07539803168581649 | 0.1997672444655061  | 14307057437606000   | 0.5729166666666666 | 10754166666666600 | 0.9625             | 5162  |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.07458963037028798 | 0.11277016679506283 | 0.6816906569453929  | 0.6520833333333333 | 183125            | 0.9875             | 8790  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.07347734320508059 | 0.15872046541181034 | 0.5021199081874499  | 0.6416666666666667 | 9935416666666660  | 0.9625             | 4769  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.07315363648669992 | 0.1458454590270715  | 0.42869970129740137 | 0.6291666666666667 | 9260416666666660  | 0.9208333333333333 | 4445  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0724335898787003  | 0.10035925844294864 | 0.38847864860404097 | 0.6270833333333333 | 11410416666666600 | 0.891666666666667  | 5477  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.07121186005358837 | 0.14001796328306246 | 0.5572860763489913  | 0.6270833333333333 | 856875            | 0.891666666666667  | 4113  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.07119675462077868 | 0.11126890119587915 | 0.3889229950955133  | 0.65               | 11.45             | 0.9625             | 5496  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.071044006532477   | 0.13981522609681268 | 0.4449112140385739  | 0.65               | 10547916666666600 | 0.9625             | 5063  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.07097818948482115 | 0.12830026556038826 | 0.4798200470530924  | 0.6354166666666666 | 9816666666666660  | 0.891666666666667  | 4712  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.07093333610417141 | 0.10044407611919706 | 0.3871968962411096  | 0.625              | 11410416666666600 | 0.891666666666667  | 5477  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.07073848062522614 | 0.18306710788612984 | 17030161430786300   | 0.61875            | 11110416666666600 | 0.9625             | 5333  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.070527237498346   | 0.1115785115067485  | 0.3921408864503835  | 0.6625             | 11429166666666600 | 0.9625             | 5486  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.07004060566299108 | 0.19869042077364452 | 15238967178526300   | 0.6125             | 1081875           | 0.9625             | 5193  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.06774800723202934 | 0.12697049861058401 | 0.49206898812366523 | 0.6333333333333333 | 909375            | 0.891666666666667  | 4365  |
| 60 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.06648977771749531 | 0.10794840344050875 | 0.41748788705517437 | 0.6416666666666667 | 24235416666666600 | 0.972916666666667  | 11633 |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.06596766092593198 | 0.12492316183502754 | 0.49050028225507936 | 0.6291666666666667 | 9095833333333330  | 0.891666666666667  | 4366  |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.06410308081589822 | 0.10247220072647668 | 0.381259599777495   | 0.6375             | 11104166666666600 | 0.891666666666667  | 5330  |

|    |      |      |      |     |                      |                     |                     |                   |                   |                   |       |
|----|------|------|------|-----|----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.06322605629152245  | 0.1028698884056065  | 0.3819079513002411  | 0.65              | 11102083333333300 | 0.891666666666667 | 5329  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0632158605503047   | 0.12700856817694212 | 0.4151214140243913  | 0.616666666666667 | 10752083333333300 | 0.920833333333333 | 5161  |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.061850108406281135 | 0.14628159675016733 | 0.478863647044544   | 0.541666666666666 | 5427083333333330  | 0.845833333333333 | 2605  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.06119104003891629  | 0.12481854764524004 | 0.38298072203071726 | 0.629166666666667 | 9341666666666660  | 0.920833333333333 | 4484  |
| 60 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.06104478044047024  | 0.1335703944683494  | 0.4959218533770778  | 0.597916666666667 | 11833333333333300 | 0.891666666666667 | 5680  |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.06037105355127215  | 0.11623286116608016 | 0.41491385762721644 | 0.55625           | 5779166666666660  | 0.845833333333333 | 2774  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.060282472320715486 | 0.12542961762513014 | 0.4154469813686901  | 0.616666666666667 | 10752083333333300 | 0.920833333333333 | 5161  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.05964485403902842  | 0.11541270329069138 | 0.39473368086480276 | 0.625             | 10764583333333300 | 0.920833333333333 | 5167  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.05939125957200464  | 0.08835747823798573 | 0.3749083567095449  | 0.61875           | 1200625           | 0.891666666666667 | 5763  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.059198609381967304 | 0.10073043289406698 | 0.42341263656376965 | 0.608333333333333 | 1028125           | 0.891666666666667 | 4935  |
| 60 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.057867742723070714 | 0.1094228551880013  | 0.42703502853075903 | 0.60625           | 1311875           | 0.891666666666667 | 6297  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.0577782619674854   | 0.09793420639216727 | 0.30542296382070877 | 0.629166666666667 | 1243125           | 0.920833333333333 | 5967  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.05658026148275641  | 0.19145642286905779 | 23236577013180400   | 0.59375           | 11725             | 0.9625            | 5628  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.05635329202572603  | 0.10152462832298055 | 0.37461817093295485 | 0.614583333333333 | 14170833333333300 | 0.920833333333333 | 6802  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.05635329202572603  | 0.10131216197578877 | 0.37461311849839085 | 0.614583333333333 | 14170833333333300 | 0.920833333333333 | 6802  |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.05632413372703138  | 0.07449159920071198 | 0.32509184807630953 | 0.622916666666667 | 13775             | 0.891666666666667 | 6612  |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0559801563262039   | 0.0913290061050934  | 0.4170283037686238  | 0.63125           | 28833333333333300 | 0.972916666666667 | 13840 |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0559801563262039   | 0.09119991501180663 | 0.41692060040126067 | 0.63125           | 28833333333333300 | 0.972916666666667 | 13840 |
| 60 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.05591746313735546  | 0.08840125065136653 | 0.41336771928545807 | 0.620833333333333 | 29060416666666600 | 0.972916666666667 | 13949 |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.05520446887778674  | 0.11813695022741871 | 0.34928543396004474 | 0.65625           | 107375            | 0.920833333333333 | 5154  |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.05466152764827892  | 0.07424136408712007 | 0.32548325667010314 | 0.61875           | 13775             | 0.891666666666667 | 6612  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.054254336456851404 | 0.09769097551792769 | 0.30562651754148135 | 0.627083333333333 | 1243125           | 0.920833333333333 | 5967  |
| 20 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0542353180852746   | 0.09503190332759855 | 0.34940036461721913 | 0.629166666666667 | 14170833333333300 | 0.920833333333333 | 6802  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.05393205832242176  | 0.11845339725028264 | 0.34992130265256044 | 0.645833333333333 | 107375            | 0.920833333333333 | 5154  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.053695463844660285 | 0.1890945568699034  | 2323746869760390    | 0.583333333333333 | 11733333333333300 | 0.9625            | 5632  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.05318856922223447  | 0.07303818442530427 | 0.26406851801466147 | 0.614583333333333 | 16085416666666600 | 0.920833333333333 | 7721  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.05318856922223447  | 0.07301510793338556 | 0.2640763008158118  | 0.614583333333333 | 16085416666666600 | 0.920833333333333 | 7721  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.05318393569501845  | 0.10838959074501772 | 0.34602989098626347 | 0.625             | 107625            | 0.920833333333333 | 5166  |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.051345504103008754 | 0.08186162951103454 | 0.308515202294967   | 0.55625           | 6429166666666660  | 0.845833333333333 | 3086  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.05110324213219042  | 0.06988473213065491 | 0.2524659273571132  | 0.61875           | 16085416666666600 | 0.920833333333333 | 7721  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.05016430193061894  | 0.17449423910095394 | 23194395243794500   | 0.597916666666667 | 1183125           | 0.9625            | 5679  |

|    |      |      |      |     |                      |                     |                     |                    |                   |                    |       |
|----|------|------|------|-----|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------|
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.05004950524669394  | 0.08206646727064829 | 0.3063327656450753  | 0.5625             | 64375             | 0.8458333333333333 | 3090  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.04993718137922076  | 0.09108934991803948 | 0.35085562587511754 | 0.6104166666666667 | 10904166666666600 | 0.9625             | 5234  |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.04993485461202418  | 0.1204411453398321  | 1375661705537170    | 0.5916666666666667 | 20483333333333300 | 0.9875             | 9832  |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.04954926469470544  | 0.08819725889188419 | 0.3653349002643501  | 0.6208333333333333 | 1211875           | 0.8916666666666667 | 5817  |
| 20 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.048249655930255986 | 0.09353428699133672 | 0.29439093951365325 | 0.6270833333333333 | 12429166666666600 | 0.9208333333333333 | 5966  |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.04809688419748326  | 0.14114772491188923 | 0.44737546625709207 | 0.5541666666666667 | 5504166666666660  | 0.8458333333333333 | 2642  |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.048049788123472714 | 0.11983014724207355 | 13756975981959900   | 0.5916666666666667 | 20483333333333300 | 0.9875             | 9832  |
| 10 | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.04601257498056743  | 0.10313993101474349 | 11825122041172100   | 0.5729166666666666 | 20497916666666600 | 0.9875             | 9839  |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.043817232407263096 | 0.11705387281663111 | 0.39924556441416936 | 0.5541666666666667 | 5804166666666660  | 0.8458333333333333 | 2786  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.04370881199916843  | 0.3524949041745114  | 6110630916268980    | 0.5895833333333333 | 129625            | 0.9625             | 6222  |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.04310788692574441  | 0.06966085998793667 | 0.323300418371734   | 0.6041666666666666 | 14229166666666600 | 0.8916666666666667 | 6830  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.042766275043144564 | 0.30046801791024275 | 438011520314404     | 0.5770833333333333 | 12677083333333300 | 0.9625             | 6085  |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.040262828337414014 | 0.0831593929139127  | 0.31168508113339166 | 0.53125            | 6485416666666660  | 0.8458333333333333 | 3113  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.04011688420073545  | 0.1776654661840284  | 24992034346877300   | 0.6020833333333333 | 12441666666666600 | 0.9625             | 5972  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.039035952611692126 | 0.0807718051502747  | 0.37597250413899913 | 0.6125             | 11614583333333300 | 0.9625             | 5575  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.03814516458911199  | 0.1761956363292385  | 2499231262438490    | 0.5979166666666667 | 12441666666666600 | 0.9625             | 5972  |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.03736842547687169  | 0.05783703002935504 | 0.3198674160027953  | 0.5270833333333333 | 7064583333333330  | 0.8458333333333333 | 3391  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.03723488991515367  | 0.35865305683068993 | 6111984224069500    | 0.5479166666666667 | 12864583333333300 | 0.9625             | 6175  |
| 5  | 0.1  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.03723488991515367  | 0.35849328830563004 | 6112090304556290    | 0.5458333333333333 | 12858333333333300 | 0.9625             | 6172  |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.03694900337060747  | 0.07414899128372851 | 0.3040128457520351  | 0.5833333333333334 | 7039583333333330  | 0.8458333333333333 | 3379  |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.03642223268255505  | 0.07467877140248841 | 0.3016628577319354  | 0.5833333333333334 | 7039583333333330  | 0.8458333333333333 | 3379  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0342614244388838   | 0.06419775710666616 | 0.34555633863887963 | 0.56875            | 162375            | 0.8916666666666667 | 7794  |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.033830582752472305 | 0.06603828397619999 | 0.6639191868955199  | 0.5708333333333333 | 22410416666666600 | 0.9875             | 10757 |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.033830582752472305 | 0.06567706908633252 | 0.6639524173423524  | 0.5708333333333333 | 22410416666666600 | 0.9875             | 10757 |
| 10 | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.03343104759992488  | 0.06046302774826119 | 0.6185946549488256  | 0.5666666666666667 | 22410416666666600 | 0.9875             | 10757 |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.03299972897541914  | 0.06879760232233198 | 0.34846463432261326 | 0.575              | 16039583333333300 | 0.8916666666666667 | 7699  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.03237296500243292  | 0.2520068899805363  | 4593419458765650    | 0.5729166666666666 | 135625            | 0.9625             | 6510  |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.03237296500243292  | 0.2528593245873727  | 4593366217477220    | 0.5770833333333333 | 135625            | 0.9625             | 6510  |
| 60 | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.03234634552409377  | 0.06854288573595194 | 0.3483313239039993  | 0.5729166666666666 | 16039583333333300 | 0.8916666666666667 | 7699  |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.031210341110616047 | 0.3430654625266924  | 5122058195661010    | 0.5395833333333333 | 12375             | 0.9625             | 5940  |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.02962981336711068  | 0.16621239577025426 | 2496999390544140    | 0.5729166666666666 | 12475             | 0.9625             | 5988  |

|    |      |      |      |     |                       |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|------|------|------|-----|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.02852640537700113   | 0.058360685136215056 | 0.25355827885240756 | 0.5395833333333333 | 6479166666666660  | 0.8458333333333333 | 3110 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.0283362499240839    | 0.09310924676098244  | 0.3207046764314082  | 0.54375            | 5739583333333330  | 0.8458333333333333 | 2755 |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.02793163362551221   | 0.05450949037399398  | 0.3067414059033726  | 0.5416666666666666 | 19204166666666600 | 0.8916666666666667 | 9218 |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.02793102893562205   | 0.057218867929953364 | 0.3195717110541911  | 0.5270833333333333 | 7064583333333330  | 0.8458333333333333 | 3391 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.026926634587143727  | 0.07994500654287012  | 0.290452074636993   | 0.5479166666666667 | 5925              | 0.8458333333333333 | 2844 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.026923474525354596  | 0.04780844087353677  | 0.2957272293042106  | 0.5458333333333333 | 7695833333333330  | 0.8458333333333333 | 3694 |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.026716988425650068  | 0.0564591868711189   | 0.3074420304212564  | 0.5541666666666667 | 1910625           | 0.8916666666666667 | 9171 |
| 60 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.026716988425650068  | 0.05653775289521649  | 0.30753599732303877 | 0.5541666666666667 | 1910625           | 0.8916666666666667 | 9171 |
| 5  | 0.1  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.025371081423418373  | 0.24692043633341484  | 4593065493110490    | 0.5604166666666667 | 13575             | 0.9625             | 6516 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.02448724069656516   | 0.059657863753406426 | 0.29253701710415897 | 0.5416666666666666 | 7064583333333330  | 0.8458333333333333 | 3391 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.024149550085199478  | 0.04790242354369664  | 0.29591309010667144 | 0.5395833333333333 | 7695833333333330  | 0.8458333333333333 | 3694 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.023422504724366577  | 0.08152709659258098  | 0.3994979427706046  | 0.5291666666666667 | 633125            | 0.8458333333333333 | 3039 |
| 5  | 0.1  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.019070112925218097  | 0.3427787218906839   | 5123012508090900    | 0.5125             | 12322916666666600 | 0.9625             | 5915 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.015694939877891168  | 0.09389819285708619  | 0.38359721713464867 | 0.5208333333333334 | 6220833333333330  | 0.8458333333333333 | 2986 |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.014446467340329838  | 0.14909322451529572  | 28203784631625      | 0.5166666666666667 | 14141666666666600 | 0.9625             | 6788 |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.014446467340329838  | 0.14931379327869404  | 28203712040896600   | 0.5166666666666667 | 14141666666666600 | 0.9625             | 6788 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.014236339536233822  | 0.10475145786271806  | 0.3988105291700869  | 0.5145833333333333 | 6197916666666660  | 0.8458333333333333 | 2975 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.012800418579656414  | 0.08267235714473187  | 0.31582762534004094 | 0.5229166666666667 | 64875             | 0.8458333333333333 | 3114 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.012264346552516847  | 0.07074018567376442  | 0.29146203781533775 | 0.5291666666666667 | 653125            | 0.8458333333333333 | 3135 |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.01182534660135881   | 0.04648374645571362  | 0.27608081513103333 | 0.5166666666666667 | 7070833333333330  | 0.8458333333333333 | 3394 |
| 5  | 0.1  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.011353403580154686  | 0.14587360175510986  | 28202214654176800   | 0.5145833333333333 | 14141666666666600 | 0.9625             | 6788 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.011090114593991562  | 0.1084285396209738   | 0.34123612998044583 | 0.5041666666666667 | 4208333333333330  | 0.7083333333333334 | 2020 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.010084529606233517  | 0.10799765144430358  | 0.3326634495949745  | 0.5041666666666667 | 42125             | 0.7083333333333334 | 2022 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.007642707522428127  | 0.05680098586100198  | 0.3196859325587358  | 0.5083333333333333 | 778125            | 0.8458333333333333 | 3735 |
| 20 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.003966367943574189  | 0.06589669144148573  | 0.23520310710656403 | 0.50625            | 5529166666666660  | 0.7083333333333334 | 2654 |
| 20 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.0036018179948683615 | 0.06532041441019511  | 0.23411372504271927 | 0.5041666666666667 | 553125            | 0.7083333333333334 | 2655 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.0029859586782950975 | 0.09538682816490397  | 0.3068992458779502  | 0.5083333333333333 | 4229166666666660  | 0.7083333333333334 | 2030 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.001130598078806444  | 0.03744780415772383  | 0.2654467242552277  | 0.5                | 7695833333333330  | 0.8458333333333333 | 3694 |
| 5  | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.0                   | 0.031173254147582822 | 0.19627747650875355 | 0.275              | 15020833333333300 | 0.4729166666666665 | 721  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.0                   | 0.030453768227905784 | 0.20500907709028166 | 0.2833333333333333 | 15083333333333300 | 0.4729166666666665 | 724  |
| 5  | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.0                   | 0.02947644344620174  | 0.2626287771200392  | 0.2104166666666667 | 17645833333333300 | 0.4729166666666665 | 847  |

|    |     |      |      |     |     |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|-----|------|------|-----|-----|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 5  | 0.2 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.03619945460650709  | 0.2576123141672402  | 0.2708333333333333 | 15875             | 0.4729166666666665 | 762  |
| 5  | 0.2 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.028185634161222876 | 0.23940771000904715 | 0.2416666666666667 | 176875            | 0.4729166666666665 | 849  |
| 5  | 0.2 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.029478880974956292 | 0.2620511777873744  | 0.2229166666666668 | 176875            | 0.4729166666666665 | 849  |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.040588708276322015 | 0.18222433721759654 | 0.4645833333333333 | 8191666666666660  | 0.7083333333333334 | 3932 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.05360080835938586  | 0.2288769675167954  | 0.375              | 2627083333333330  | 0.5833333333333334 | 1261 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.04125901835544735  | 0.184012087884107   | 0.4604166666666664 | 8191666666666660  | 0.7083333333333334 | 3932 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.04125901835544735  | 0.184012087884107   | 0.4604166666666664 | 8191666666666660  | 0.7083333333333334 | 3932 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.05932407572775174  | 0.25109608665283806 | 0.4729166666666665 | 64125             | 0.7083333333333334 | 3078 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.054374537325698545 | 0.23589236871451796 | 0.4708333333333333 | 64125             | 0.7083333333333334 | 3078 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.05709546876545908  | 0.21437942056004886 | 0.49375            | 55375             | 0.7083333333333334 | 2658 |
| 20 | 0.2 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.05954161227408004  | 0.2510493668707573  | 0.475              | 64125             | 0.7083333333333334 | 3078 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.05056420663532894  | 0.21333254176774671 | 0.4625             | 7360416666666660  | 0.7083333333333334 | 3533 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.022601202259548262 | 0.18322480763732438 | 0.3166666666666665 | 3483333333333300  | 0.5833333333333334 | 1672 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.028821548688498764 | 0.1759895158987261  | 0.3333333333333333 | 2902083333333330  | 0.5833333333333334 | 1393 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.032415225686048176 | 0.1872463748195536  | 0.3375             | 2895833333333300  | 0.5833333333333334 | 1390 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.03405016555454669  | 0.19088980784343948 | 0.3395833333333335 | 2895833333333300  | 0.5833333333333334 | 1390 |
| 10 | 0.2 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.042739499838384196 | 0.2024959360480323  | 0.35               | 2.65              | 0.5833333333333334 | 1272 |
| 5  | 0.2 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.03984153423559964  | 0.3167308610435246  | 0.2645833333333334 | 15791666666666600 | 0.4729166666666665 | 758  |
| 5  | 0.2 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.04120519865168829  | 0.3155839095243357  | 0.2666666666666666 | 15791666666666600 | 0.4729166666666665 | 758  |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.07187324213781444  | 0.26361770598789697 | 0.4875             | 49125             | 0.7083333333333334 | 2358 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.06611322808631205  | 0.2348664561213489  | 0.4854166666666666 | 4910416666666660  | 0.7083333333333334 | 2357 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.07517943103324619  | 0.31546111218255274 | 0.4666666666666667 | 5695833333333330  | 0.7083333333333334 | 2734 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.07351356802735648  | 0.3127253769836646  | 0.4645833333333335 | 5695833333333330  | 0.7083333333333334 | 2734 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.06986372435570906  | 0.28431325821289655 | 0.4708333333333333 | 569375            | 0.7083333333333334 | 2733 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.05111882212256457  | 0.2194960880933902  | 0.45625            | 7360416666666660  | 0.7083333333333334 | 3533 |
| 20 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.05106356906599774  | 0.21950257515343613 | 0.45625            | 7360416666666660  | 0.7083333333333334 | 3533 |
| 20 | 0.2 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.08259909910962997  | 0.31396967784832586 | 0.4604166666666664 | 6314583333333330  | 0.7083333333333334 | 3031 |
| 20 | 0.2 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.10406248354068429  | 0.3670872944433112  | 0.4854166666666666 | 4875              | 0.7083333333333334 | 2340 |
| 10 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.01623025452703153  | 0.1601430765074648  | 0.3333333333333333 | 37625             | 0.5833333333333334 | 1806 |
| 10 | 0.2 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.01623025452703153  | 0.1601430765074648  | 0.3333333333333333 | 37625             | 0.5833333333333334 | 1806 |
| 10 | 0.2 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.017291682096999064 | 0.15286970423102755 | 0.35625            | 3120833333333330  | 0.5833333333333334 | 1498 |

|    |      |      |      |     |     |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|------|------|------|-----|-----|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.08387873531582812  | 0.3143813026552362  | 0.4625             | 6314583333333330  | 0.7083333333333334 | 3031 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.09674233298626939  | 0.34873501815908037 | 0.4770833333333336 | 4879166666666660  | 0.7083333333333334 | 2342 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.104139937264123    | 0.3669106187571926  | 0.48125            | 4872916666666660  | 0.7083333333333334 | 2339 |
| 20 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.07302106621185826  | 0.2683913346469582  | 0.48125            | 4910416666666660  | 0.7083333333333334 | 2357 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.038946159830337036 | 0.1918955186328157  | 0.4125             | 28541666666666600 | 0.5833333333333334 | 1370 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.03878045524821985  | 0.19509089463400223 | 0.4083333333333333 | 28520833333333300 | 0.5833333333333334 | 1369 |
| 10 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.022337778586884672 | 0.1830666033556235  | 0.3125             | 34833333333333300 | 0.5833333333333334 | 1672 |
| 10 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.01943514760034526  | 0.17716233827899086 | 0.3104166666666667 | 34854166666666600 | 0.5833333333333334 | 1673 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.035670839680509804 | 0.2702502574665977  | 0.4125             | 38979166666666600 | 0.6916666666666667 | 1871 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.04459310084896078  | 0.2756592290626058  | 0.4145833333333336 | 38854166666666600 | 0.6916666666666667 | 1865 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.04493545879563907  | 0.2773546324091488  | 0.4166666666666667 | 38833333333333300 | 0.6916666666666667 | 1864 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.10336175882624617  | 0.48277945625393637 | 0.46875            | 59375             | 0.7083333333333334 | 2850 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.10482986805151857  | 0.4867231621451254  | 0.44375            | 593125            | 0.7083333333333334 | 2847 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.10769138426228325  | 0.4874879483755464  | 0.4416666666666665 | 593125            | 0.7083333333333334 | 2847 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.12618273188387102  | 0.606926793647794   | 0.4875             | 458125            | 0.7083333333333334 | 2199 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.1267946642024798   | 0.5940441780061206  | 0.46875            | 4560416666666660  | 0.7083333333333334 | 2189 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.020978287216615623 | 0.16322967466409272 | 0.36875            | 3120833333333330  | 0.5833333333333334 | 1498 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.022148301732280773 | 0.16445442411872763 | 0.3729166666666667 | 3120833333333330  | 0.5833333333333334 | 1498 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.026609451214474132 | 0.15981020727004902 | 0.3666666666666664 | 28604166666666600 | 0.5833333333333334 | 1373 |
| 20 | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.08519476803384016  | 0.30440803133481376 | 0.4791666666666667 | 6314583333333330  | 0.7083333333333334 | 3031 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.01734651679582623  | 0.17444580337548074 | 0.3479166666666665 | 40625             | 0.5833333333333334 | 1950 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.018144731549739557 | 0.17604160413872819 | 0.35               | 40625             | 0.5833333333333334 | 1950 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.018144731549739557 | 0.17604160413872819 | 0.35               | 40625             | 0.5833333333333334 | 1950 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.01481380009345976  | 0.14165051687256003 | 0.3729166666666667 | 3408333333333330  | 0.5833333333333334 | 1636 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.0178924851031183   | 0.15106434400799298 | 0.3833333333333336 | 3408333333333330  | 0.5833333333333334 | 1636 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.01839339774194117  | 0.15136219502541604 | 0.3854166666666667 | 3408333333333330  | 0.5833333333333334 | 1636 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.025780508936305943 | 0.15395838733913314 | 0.3854166666666667 | 31166666666666600 | 0.5833333333333334 | 1496 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.034845249173660116 | 0.1781664018738072  | 0.4229166666666666 | 31166666666666600 | 0.5833333333333334 | 1496 |
| 10 | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.03490744491852229  | 0.17928748753287904 | 0.4270833333333333 | 31166666666666600 | 0.5833333333333334 | 1496 |
| 10 | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.015100896285248062 | 0.15971740764465278 | 0.3291666666666666 | 37625             | 0.5833333333333334 | 1806 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.010353698216550326 | 0.17234751405268317 | 0.3729166666666667 | 478125            | 0.6916666666666667 | 2295 |

|    |      |      |      |     |     |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|------|------|------|-----|-----|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.011335520191410656 | 0.17317565165840376 | 0.38125            | 478125            | 0.691666666666667  | 2295 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.011335520191410656 | 0.17317565165840376 | 0.38125            | 478125            | 0.691666666666667  | 2295 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.012024021872085316 | 0.18473426478039429 | 0.40625            | 4270833333333330  | 0.691666666666667  | 2050 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.014952082457191014 | 0.1863108340188076  | 0.4270833333333333 | 426875            | 0.691666666666667  | 2049 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.015178489536487613 | 0.18684765146969814 | 0.4291666666666664 | 426875            | 0.691666666666667  | 2049 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.014630469519922763 | 0.1720976281608096  | 0.425              | 406875            | 0.691666666666667  | 1953 |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.017373546371780405 | 0.1811283631174129  | 0.45625            | 40625             | 0.691666666666667  | 1950 |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.012877487989091078 | 0.16107843272633884 | 0.26875            | 19479166666666600 | 0.4729166666666665 | 935  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.012877487989091078 | 0.16107843272633884 | 0.26875            | 19479166666666600 | 0.4729166666666665 | 935  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.030242871542870406 | 0.25093938716162    | 0.3020833333333333 | 17625             | 0.4729166666666665 | 846  |
| 5  | 0.15 | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.01736160531074531  | 0.1835477941206584  | 0.4541666666666666 | 4058333333333330  | 0.691666666666667  | 1948 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.018420641623708822 | 0.2620727309343488  | 0.375              | 4579166666666660  | 0.691666666666667  | 2198 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.02079510693660326  | 0.2645055121937774  | 0.3958333333333333 | 4579166666666660  | 0.691666666666667  | 2198 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.02079510693660326  | 0.2645055121937774  | 0.3958333333333333 | 4579166666666660  | 0.691666666666667  | 2198 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.020613251611318644 | 0.25623866997844064 | 0.39375            | 4089583333333330  | 0.691666666666667  | 1963 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.027733731055518723 | 0.2621171267473421  | 0.4166666666666667 | 4085416666666660  | 0.691666666666667  | 1961 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.027492679428423074 | 0.26256715246566603 | 0.4166666666666667 | 4085416666666660  | 0.691666666666667  | 1961 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.13104537380573383  | 0.5875633582967341  | 0.4708333333333333 | 4560416666666660  | 0.7083333333333334 | 2189 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.10328510820340277  | 0.3665840857517582  | 0.49375            | 399375            | 0.7083333333333334 | 1917 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.12317451954759592  | 0.457384545867214   | 0.4791666666666667 | 39479166666666600 | 0.7083333333333334 | 1895 |
| 20 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.1227524046006684   | 0.4051177673398786  | 0.48125            | 393125            | 0.7083333333333334 | 1887 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.03282867947170607  | 0.27446637365947935 | 0.3666666666666664 | 4.4               | 0.691666666666667  | 2112 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.025739860218006387 | 0.247158373330254   | 0.4291666666666664 | 3.85              | 0.691666666666667  | 1848 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.028133663203472572 | 0.2438994894069049  | 0.4375             | 38604166666666600 | 0.691666666666667  | 1853 |
| 5  | 0.15 | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.019497155229919017 | 0.20798156417220198 | 0.4145833333333336 | 388125            | 0.691666666666667  | 1863 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.0353354747525573   | 0.2263728616970099  | 0.4791666666666667 | 7975              | 0.8458333333333333 | 3828 |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.022360620900897736 | 0.23591910525382062 | 0.2479166666666667 | 17833333333333300 | 0.4729166666666665 | 856  |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.037641188421982226 | 0.31009693053576526 | 0.3875             | 4395833333333330  | 0.691666666666667  | 2110 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.03734830050305929  | 0.3108885112750524  | 0.3854166666666667 | 4395833333333330  | 0.691666666666667  | 2110 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.045420744818653616 | 0.26498043050725806 | 0.425              | 36083333333333300 | 0.691666666666667  | 1732 |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.04370702036242779  | 0.2720398321306411  | 0.4291666666666664 | 3597916666666660  | 0.691666666666667  | 1727 |

|    |      |      |      |     |     |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|------|------|------|-----|-----|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.04227145220833816  | 0.28069404396759134 | 0.38125            | 4341666666666660  | 0.6916666666666667 | 2084 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.041764907413219955 | 0.32982088019072703 | 0.3854166666666667 | 4320833333333330  | 0.6916666666666667 | 2074 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.04045909796596196  | 0.33498960471402844 | 0.36875            | 4316666666666660  | 0.6916666666666667 | 2072 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.045200943646627946 | 0.28247481715385914 | 0.40625            | 3839583333333330  | 0.6916666666666667 | 1843 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.0335227122186016   | 0.21822526088096245 | 0.49375            | 7975              | 0.845833333333333  | 3828 |
| 10 | 0.15 | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.03405441913882536  | 0.2258166680273565  | 0.470833333333333  | 7975              | 0.845833333333333  | 3828 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.05394730301676615  | 0.336054911596417   | 0.4041666666666667 | 37979166666666600 | 0.6916666666666667 | 1823 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.051228957523677746 | 0.3281568432500825  | 0.4166666666666667 | 38020833333333300 | 0.6916666666666667 | 1825 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.06617431961919115  | 0.33431422074167116 | 0.40625            | 3472916666666660  | 0.6916666666666667 | 1667 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.04769251295767304  | 0.24294985540362693 | 0.4229166666666666 | 3597916666666660  | 0.6916666666666667 | 1727 |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.012868133365000572 | 0.16082856107727078 | 0.26875            | 19479166666666600 | 0.4729166666666665 | 935  |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.05344962241829142  | 0.2958765146326419  | 0.4604166666666664 | 77625             | 0.845833333333333  | 3726 |
| 10 | 0.15 | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.05701709450218907  | 0.3048275553981776  | 0.4604166666666664 | 775625            | 0.845833333333333  | 3723 |
| 5  | 0.15 | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.06274643030124556  | 0.3124508220290906  | 0.425              | 3.5               | 0.6916666666666667 | 1680 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.013456662040590529 | 0.21507436521448675 | 0.470833333333333  | 9.3               | 0.845833333333333  | 4464 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.016538387700848266 | 0.2171133473849628  | 0.4854166666666666 | 9.3               | 0.845833333333333  | 4464 |
| 10 | 0.15 | 0.03 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.016538387700848266 | 0.2171133473849628  | 0.4854166666666666 | 9.3               | 0.845833333333333  | 4464 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.06976891990151489  | 0.2916073957248808  | 0.364583333333333  | 25375             | 0.583333333333333  | 1218 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.08035891489261796  | 0.3513728017132189  | 0.3625             | 2529166666666660  | 0.583333333333333  | 1214 |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.025505270023249257 | 0.25454461180836313 | 0.239583333333333  | 17833333333333300 | 0.4729166666666665 | 856  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.025509469692246736 | 0.25447710981209337 | 0.2416666666666667 | 17833333333333300 | 0.4729166666666665 | 856  |
| 5  | 0.15 | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.03571508888309686  | 0.21607555427183797 | 0.4125             | 36625             | 0.6916666666666667 | 1758 |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.03710729675548404  | 0.3028237438344824  | 0.270833333333333  | 16020833333333300 | 0.4729166666666665 | 769  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.036269568365270385 | 0.3303678890833786  | 0.2666666666666666 | 16041666666666600 | 0.4729166666666665 | 770  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.030814898576081513 | 0.20284505544554918 | 0.2875             | 15083333333333300 | 0.4729166666666665 | 724  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.03724041486198784  | 0.30301400026494746 | 0.270833333333333  | 16020833333333300 | 0.4729166666666665 | 769  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.018714235266301796 | 0.22197614751213254 | 0.258333333333333  | 18541666666666600 | 0.4729166666666665 | 890  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.033075345494194115 | 0.275628482601941   | 0.2729166666666664 | 168125            | 0.4729166666666665 | 807  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.03508458237584247  | 0.2885729305463128  | 0.2875             | 168125            | 0.4729166666666665 | 807  |
| 5  | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.024938104472948953 | 0.18378105335397066 | 0.277083333333333  | 15166666666666600 | 0.4729166666666665 | 728  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.035858372280771135 | 0.28884998509813875 | 0.289583333333333  | 168125            | 0.4729166666666665 | 807  |

|    |      |      |      |     |     |                      |                     |                    |                   |                    |      |
|----|------|------|------|-----|-----|----------------------|---------------------|--------------------|-------------------|--------------------|------|
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.025236157413521434 | 0.19234567411275183 | 0.2833333333333333 | 15916666666666600 | 0.4729166666666665 | 764  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.02783555942124351  | 0.19405427570282271 | 0.3125             | 15875             | 0.4729166666666665 | 762  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.02732815944205975  | 0.19314694368484536 | 0.3083333333333335 | 15875             | 0.4729166666666665 | 762  |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.013659624043740121 | 0.20464655108903887 | 0.4625             | 8610416666666660  | 0.8458333333333333 | 4133 |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.015232121523934343 | 0.20740629510380984 | 0.4583333333333333 | 8608333333333330  | 0.8458333333333333 | 4132 |
| 10 | 0.15 | 0.05 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.015075526265182607 | 0.20743188344375751 | 0.45625            | 8608333333333330  | 0.8458333333333333 | 4132 |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.018714235266301796 | 0.22197614751213254 | 0.2583333333333336 | 18541666666666600 | 0.4729166666666665 | 890  |
| 5  | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.04287770141434259  | 0.2753976208490292  | 0.2791666666666667 | 14854166666666600 | 0.4729166666666665 | 713  |
| 5  | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.04336130085414246  | 0.2695941122399714  | 0.275              | 148125            | 0.4729166666666665 | 711  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.031002815756395376 | 0.2516155007901339  | 0.3145833333333333 | 17625             | 0.4729166666666665 | 846  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.030243695464891696 | 0.25162153458867365 | 0.3104166666666667 | 17625             | 0.4729166666666665 | 846  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 60  | 0.0 | 0.02329588188016032  | 0.1840833305906635  | 0.3125             | 166875            | 0.4729166666666665 | 801  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.02454322804109105  | 0.18421935465318343 | 0.3208333333333336 | 166875            | 0.4729166666666665 | 801  |
| 5  | 0.2  | 0.05 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.018270475103218806 | 0.2213378510702788  | 0.2583333333333336 | 18541666666666600 | 0.4729166666666665 | 890  |
| 5  | 0.2  | 0.03 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.023980785611926195 | 0.18680527430521765 | 0.30625            | 16708333333333300 | 0.4729166666666665 | 802  |
| 10 | 0.2  | 0.1  | 0.15 | 120 | 0.0 | 0.05609219297430877  | 0.2414411037717632  | 0.3729166666666667 | 2622916666666660  | 0.5833333333333334 | 1259 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 20  | 0.0 | 0.03150562848294616  | 0.2023646917581763  | 0.3083333333333335 | 339375            | 0.5833333333333334 | 1629 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 120 | 0.0 | 0.035214165250031605 | 0.21620506304118864 | 0.3125             | 33854166666666600 | 0.5833333333333334 | 1625 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.05 | 60  | 0.0 | 0.034433240040403386 | 0.21480881717413566 | 0.3145833333333333 | 33895833333333300 | 0.5833333333333334 | 1627 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 20  | 0.0 | 0.03736093635261098  | 0.1814650688273778  | 0.3583333333333334 | 28229166666666600 | 0.5833333333333334 | 1355 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 60  | 0.0 | 0.043667623297600426 | 0.22470803195550007 | 0.3583333333333334 | 2810416666666660  | 0.5833333333333334 | 1349 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.1  | 120 | 0.0 | 0.04946995005355525  | 0.23303700480094008 | 0.3666666666666664 | 2808333333333330  | 0.5833333333333334 | 1348 |
| 10 | 0.2  | 0.15 | 0.15 | 20  | 0.0 | 0.050201411571900355 | 0.19589977205374678 | 0.3604166666666666 | 25708333333333300 | 0.5833333333333334 | 1234 |

### 9.2 – Comparaison des autres classes d'actif

| Actif                    | Rdt total | Rdt annualisé | Volatilité ann. | Max drawdown | Sharpe ratio |
|--------------------------|-----------|---------------|-----------------|--------------|--------------|
| S&P 500 (SPY)            | 1,3077    | 0,1497        | 0,2075          | -0,3372      | 0,658        |
| Nasdaq 100 (QQQ)         | 1,9697    | 0,1992        | 0,2532          | -0,3512      | 0,7477       |
| Or (GLD)                 | 1,771     | 0,1854        | 0,1635          | -0,22        | 0,9726       |
| Obligations 10Y US (IEF) | 0,0026    | 0,0004        | 0,0762          | -0,2392      | -0,2842      |
| S&P SmallCap 600 (IJR)   | 0,5946    | 0,081         | 0,2658          | -0,4257      | 0,3332       |

### 9.3 – Segmentation par secteur

| GICS Sector            | avg_return             | median_return        | n_stocks | avg_winrate         |
|------------------------|------------------------|----------------------|----------|---------------------|
| Communication Services | -0.09401547329639594   | -0.4078435451394798  | 18       | 0.4240117525578538  |
| Real Estate            | 0.10401817892505442    | 0.12799988453582545  | 39       | 0.4652582893997091  |
| Consumer Discretionary | 0.2574933774453298     | -0.09624885621295809 | 71       | 0.45485781511593126 |
| Energy                 | 0.37958487616798653    | -0.0175480652796679  | 18       | 0.462699651575416   |
| Utilities              | 0.41449348017615273    | 0.2585154363027756   | 14       | 0.5363808330349683  |
| Materials              | 0.4257487725621763     | 0.21208350643352603  | 21       | 0.4930783141509271  |
| Information Technology | 0.610969944993423      | 0.2714828027657047   | 52       | 0.49003063094198074 |
| Consumer Staples       | 0.6147888813032893     | 0.46818925269691214  | 18       | 0.4955665868348304  |
| Financials             | 0.7809687619801916     | 0.49512566284319903  | 99       | 0.5058316940920823  |
| Industrials            | 0.7971506488209604     | 0.5400219908132935   | 75       | 0.503919645170793   |
| Health Care            | 12.507.278.921.676.000 | 0.021222610627814387 | 55       | 0.470766900253777   |

#### 9.4 - Résultats généraux sur l'échantillon

| ticker | n_trades | total_return         | mean_trade_return     | win_rate            | profit_factor      | sharpe_annualized     | max_drawdown         | pct_take_profit     | pct_stop_loss       |
|--------|----------|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| AAMI   | 37       | 12826883883895100    | 0.03284979094355806   | 0.5405405405405406  | 15997044860105600  | 0.706286504501088     | -0.459608615706571   | 0.5135135135135135  | 0.4594594594594595  |
| AAP    | 36       | -0.7950836096919092  | -0.03202546771040227  | 0.3333333333333333  | 0.6276319460430706 | -0.618511274100404    | -0.8067649533631234  | 0.3333333333333333  | 0.6388888888888888  |
| AAT    | 30       | 0.26119355180745063  | 0.01836048072385976   | 0.5                 | 12966436068441400  | 0.3087988789279326    | -0.4020626566649774  | 0.4666666666666667  | 0.5                 |
| ABCB   | 38       | 0.49512566284319903  | 0.020594816682252055  | 0.5                 | 13549913864260600  | 0.4539309983478797    | -0.3264528578195958  | 0.4473684210526316  | 0.5                 |
| ABG    | 39       | 25633585974603400    | 0.047996225178977794  | 0.5897435897435898  | 17997121421443500  | 0.8288920241693065    | -0.4976869083101676  | 0.5641025641025641  | 0.41025641025641024 |
| ABM    | 26       | 0.2663194601092196   | 0.01843313800106049   | 0.5769230769230769  | 1354343283585610   | 0.32206188331184765   | -0.36388063826764705 | 0.38461538461538464 | 0.38461538461538464 |
| ABR    | 38       | -0.09631329040799219 | 0.011373934026415528  | 0.4473684210526316  | 11535042272587200  | 0.20774217509716317   | -0.45701339710392924 | 0.4473684210526316  | 0.5263157894736842  |
| ACAD   | 46       | -0.20042067292193422 | 0.009468882499279248  | 0.4782608695652174  | 11332748610908900  | 0.19056976429360678   | -0.7687077198169183  | 0.4782608695652174  | 0.5217391304347826  |
| ACHC   | 41       | -0.468381995789824   | -0.001548098160782633 | 0.43902439024390244 | 0.9804307909931099 | -0.028816585725958306 | -0.702080492229635   | 0.4146341463414634  | 0.5609756097560976  |
| ACIW   | 32       | 0.029226556657584668 | 0.010277488036217882  | 0.4375              | 11711554993823100  | 0.203837450498823     | -0.4790967698211202  | 0.40625             | 0.53125             |
| ACLS   | 53       | 0.277212405560483    | 0.01764071070429807   | 0.4716981132075472  | 1255677617540080   | 0.42439718538186216   | -0.7872037787444607  | 0.4528301886792453  | 0.5283018867924528  |
| ADAM   | 33       | 0.3371190556906176   | 0.036819006301110346  | 0.45454545454545453 | 1485237612803490   | 0.38339118345077605   | -0.5389051632716187  | 0.3939393939393939  | 0.5454545454545454  |
| ADEA   | 41       | 2401581246499360     | 0.04380974532107157   | 0.4878048780487805  | 17756191849713900  | 0.8189938950650956    | -0.3976280796083261  | 0.4878048780487805  | 0.5121951219512195  |
| ADMA   | 58       | 2159519494413110     | 0.034281370747173     | 0.46551724137931033 | 15330458924037000  | 0.7812664568165788    | -0.5255306253562854  | 0.46551724137931033 | 0.5172413793103449  |
| ADUS   | 30       | 0.13210132055852264  | 0.015127804395194422  | 0.4666666666666667  | 12380198386424100  | 0.2611673286986391    | -0.3664236302095338  | 0.4666666666666667  | 0.4666666666666667  |
| AEO    | 47       | -0.5474231998979326  | -0.005708504912276262 | 0.40425531914893614 | 0.9244974152773602 | -0.13025760053509916  | -0.7513715675641722  | 0.40425531914893614 | 0.5957446808510638  |
| AGO    | 30       | 0.1643234498746604   | 0.018871797595082375  | 0.5                 | 12767283834025400  | 0.2927860665950421    | -0.5966986894274385  | 0.43333333333333335 | 0.5                 |
| AGX    | 24       | 4183851555601170     | 0.07970488352236325   | 0.7083333333333334  | 3417330784624410   | 14516129609205100     | -0.2824798056663408  | 0.625               | 0.25                |
| AGYS   | 39       | 1715484522156190     | 0.03964081320330893   | 0.5384615384615384  | 16509256573813500  | 0.748848566382834     | -0.46655866322847844 | 0.5384615384615384  | 0.4358974358974359  |
| AIN    | 34       | 0.37407793046959714  | 0.019303099042785196  | 0.47058823529411764 | 13358580701171200  | 0.36077367944674876   | -0.413436629600971   | 0.47058823529411764 | 0.4411764705882353  |
| AIR    | 40       | 1027876956044940     | 0.03026700365173105   | 0.525               | 14977565272292700  | 0.5987657192601817    | -0.526737533762621   | 0.5                 | 0.475               |
| AKR    | 26       | 0.2257782446208625   | 0.019028745124242036  | 0.5                 | 13098202007813500  | 0.31412799880226544   | -0.4110688569983071  | 0.38461538461538464 | 0.46153846153846156 |
| ALG    | 23       | 10834984532109800    | 0.041159252739937646  | 0.5652173913043478  | 19219081928179300  | 0.6970332248634709    | -0.22911201054660665 | 0.5217391304347826  | 0.34782608695652173 |
| ALGT   | 59       | -0.7749538889813814  | -0.015061075567971205 | 0.3220338983050847  | 0.7986052140642671 | -0.40237335731721796  | -0.9062675615653458  | 0.3220338983050847  | 0.6779661016949152  |
| ALKS   | 33       | 16183680760246800    | 0.040031981411121006  | 0.5454545454545454  | 17522103413585400  | 0.7687426430422485    | -0.24940847076093745 | 0.5151515151515151  | 0.42424242424242425 |
| ALRM   | 33       | 0.36322387837725856  | 0.020521191619620762  | 0.45454545454545453 | 1326089076699640   | 0.3582604327533098    | -0.5026298537224559  | 0.45454545454545453 | 0.5454545454545454  |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| AMN  | 44 | -0.7930618406206067  | -0.02548590250962006   | 0.3181818181818182  | 0.6878003031967397 | -0.5902088865629036  | -0.7908829917769691  | 0.3181818181818182  | 0.6590909090909091  |
| AMPH | 32 | 0.1095100917987879   | 0.013109185863935415   | 0.46875             | 12106036132078900  | 0.25580467013520247  | -0.5499031708558219  | 0.4375              | 0.53125             |
| AMSF | 18 | 0.37021351815928116  | 0.025446608859441652   | 0.5                 | 156156991829269    | 0.380869239577665    | -0.21427554318617012 | 0.3333333333333333  | 0.3333333333333333  |
| AMWD | 46 | -0.5756315598429198  | -0.007020761813701423  | 0.391304347826087   | 0.9083413869687009 | -0.1490252431052404  | -0.6193200123663579  | 0.391304347826087   | 0.5869565217391305  |
| ANDE | 39 | 25082034536875700    | 0.04552853654447178    | 0.5641025641025641  | 17887932847140200  | 0.8890300164342697   | -0.4253970011602536  | 0.5641025641025641  | 0.41025641025641024 |
| ANIP | 41 | -0.32949379863683126 | 0.000922746008845993   | 0.43902439024390244 | 10133625786334800  | 0.020159616757296564 | -0.4993282872039127  | 0.4146341463414634  | 0.5365853658536586  |
| AORT | 39 | 0.9746221246392222   | 0.028844445308294435   | 0.5384615384615384  | 1486771038669080   | 0.6104149528195746   | -0.6393983695345842  | 0.5128205128205128  | 0.46153846153846156 |
| AOSL | 67 | -0.4109644112043931  | 0.006213988943606128   | 0.43283582089552236 | 10810117327383300  | 0.1581769425520964   | -0.8018594790849501  | 0.43283582089552236 | 0.5522388059701493  |
| APAM | 30 | 167337366920398      | 0.04260791416074547    | 0.5666666666666667  | 19119066449471100  | 0.8172922237818939   | -0.30808740765177756 | 0.5333333333333333  | 0.36666666666666664 |
| APLE | 30 | 0.5471004134281301   | 0.026282760294618814   | 0.5333333333333333  | 14530293419434600  | 0.42846622210271035  | -0.4629670922305538  | 0.43333333333333335 | 0.43333333333333335 |
| APOG | 32 | 0.510909865770125    | 0.028193488895545453   | 0.53125             | 14208798596677900  | 0.43624950040018834  | -0.45464292607208895 | 0.5                 | 0.46875             |
| ARCB | 46 | 0.664490661387511    | 0.022440749463690398   | 0.45652173913043476 | 1361630160412410   | 0.49334859329311315  | -0.38966972165285935 | 0.45652173913043476 | 0.5434782608695652  |
| ARI  | 31 | 0.1234123230719455   | 0.017408421367155754   | 0.45161290322580644 | 12454073482580500  | 0.2926284417287235   | -0.6266120213769065  | 0.45161290322580644 | 0.4838709677419355  |
| AROC | 37 | 0.313384714120853    | 0.021764411381165843   | 0.5405405405405406  | 13386273698410300  | 0.4028027985427427   | -0.6649952613934489  | 0.5135135135135135  | 0.4594594594594595  |
| ARR  | 32 | -0.6150589530404069  | -0.017135273202041185  | 0.375               | 0.7901056939687322 | -0.3057229421470836  | -0.6943160544755834  | 0.34375             | 0.5625              |
| ASGN | 35 | -0.3620512248874096  | -0.0037323660844448938 | 0.4                 | 0.9449888451405868 | -0.0762402826729736  | -0.6043091439213314  | 0.4                 | 0.6                 |
| ASTE | 40 | 0.1167609391669513   | 0.014143319907593321   | 0.475               | 12127527422091100  | 0.2916769096727837   | -0.7236059091192042  | 0.475               | 0.5                 |
| ASTH | 56 | -0.5654600073827107  | -0.003577146589601623  | 0.4107142857142857  | 0.9520837010691527 | -0.09050511752993916 | -0.7709314992572625  | 0.4107142857142857  | 0.5892857142857143  |
| ATEN | 33 | 2275530329997880     | 0.048577392789899455   | 0.6363636363636364  | 1928605148276340   | 0.865880965573648    | -0.29753363344616174 | 0.5757575757575758  | 0.36363636363636365 |
| AUB  | 36 | 14591185400048300    | 0.03589305026520254    | 0.5555555555555556  | 16669797115296100  | 0.7217741140463866   | -0.3796453904142499  | 0.5277777777777778  | 0.4444444444444444  |
| AVA  | 18 | 0.15550941556829634  | 0.014654069875485306   | 0.5                 | 13680888831315100  | 0.25720367786807313  | -0.30598116688113547 | 0.3333333333333333  | 0.2222222222222222  |
| AVNS | 35 | -0.586561563202656   | -0.013811546668034667  | 0.4                 | 0.8247185913788959 | -0.2502432582715389  | -0.8117875904325892  | 0.34285714285714286 | 0.6                 |
| AWI  | 25 | 0.21969404102136858  | 0.016880918500937862   | 0.48                | 1300947017687930   | 0.31146180555762026  | -0.326649155696028   | 0.4                 | 0.48                |
| AWR  | 18 | 0.30182644998992236  | 0.02043278872331802    | 0.5555555555555556  | 1511412708886670   | 0.3615835302496452   | -0.21361880311694834 | 0.3333333333333333  | 0.3333333333333333  |
| AX   | 38 | 12666559291099100    | 0.03304139118136388    | 0.5                 | 1571860899663940   | 0.6460225348645923   | -0.4011898401774122  | 0.47368421052631576 | 0.47368421052631576 |
| AZTA | 49 | -0.2569037695274704  | 0.00463272763526814    | 0.40816326530612246 | 10676822309605900  | 0.10703694655639516  | -0.7873510746996597  | 0.40816326530612246 | 0.5714285714285714  |
| AZZ  | 27 | 0.999309313831257    | 0.03678065335355461    | 0.5925925925925926  | 16965792271358000  | 0.6340810318372355   | -0.4054959482080296  | 0.48148148148148145 | 0.4074074074074074  |
| BANC | 38 | -0.17948376526698595 | 0.007626899889887932   | 0.42105263157894735 | 11057310105171700  | 0.13608365403286524  | -0.5559036553038306  | 0.42105263157894735 | 0.5526315789473685  |
| BANF | 30 | 0.23149894629765533  | 0.02038524830977533    | 0.5                 | 12985574751715500  | 0.3440408283887152   | -0.5798505718252951  | 0.5                 | 0.5                 |
| BANR | 30 | 1130932453641400     | 0.03469550865533076    | 0.5                 | 17174500955140200  | 0.6460984384618763   | -0.4109033066302272  | 0.5                 | 0.36666666666666664 |

|      |    |                      |                       |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| BBT  | 33 | -0.05950944559731064 | 0.008163309989055841  | 0.48484848484848486 | 11287845967204800  | 0.15257857831033714  | -0.5435114558605532  | 0.42424242424242425 | 0.48484848484848486 |
| BCC  | 39 | 16640271869434100    | 0.036376997032398294  | 0.5384615384615384  | 16507905195140800  | 0.7535761791676113   | -0.4246742083248239  | 0.5128205128205128  | 0.46153846153846156 |
| BCPC | 15 | 0.15813707894210105  | 0.01567397814487664   | 0.5333333333333333  | 13824330736902200  | 0.24683710568116252  | -0.21964753000948103 | 0.2                 | 0.3333333333333333  |
| BFH  | 53 | 12608319907740400    | 0.033133465954884325  | 0.49056603773584906 | 14604265583440000  | 0.6016461862451006   | -0.6866945696595474  | 0.49056603773584906 | 0.5094339622641509  |
| BFS  | 28 | 0.31855916605643997  | 0.018871856387893     | 0.4642857142857143  | 1361262933668740   | 0.3346979485897825   | -0.4821473454359319  | 0.39285714285714285 | 0.39285714285714285 |
| BGC  | 43 | 0.8884672475642643   | 0.026124746114765278  | 0.5116279069767442  | 14434139856198800  | 0.54345096613389     | -0.5424507450559484  | 0.4883720930232558  | 0.4883720930232558  |
| BHE  | 27 | 0.6910113048559805   | 0.032215516742732174  | 0.5555555555555556  | 15417111678676600  | 0.48505515390658843  | -0.3789741889929067  | 0.48148148148148145 | 0.4074074074074074  |
| BJRI | 55 | -0.7285377795373487  | -0.010249639497667431 | 0.4                 | 0.8728011402585604 | -0.2418956672660727  | -0.8035163615194798  | 0.4                 | 0.6                 |
| BKE  | 30 | -0.11246245358807516 | 0.009514388045382757  | 0.4666666666666667  | 11328866287947400  | 0.16264753691504563  | -0.5229212975588928  | 0.43333333333333335 | 0.5                 |
| BKU  | 38 | 0.19773331361372426  | 0.016659600984741275  | 0.47368421052631576 | 12575160081449600  | 0.32152728555435295  | -0.5805035146189195  | 0.47368421052631576 | 0.47368421052631576 |
| BLFS | 59 | -0.11240598328338114 | 0.011456555731792988  | 0.4745762711864407  | 11610222699274300  | 0.2767636772335634   | -0.7309096782800464  | 0.4576271186440678  | 0.5254237288135594  |
| BMI  | 25 | 2129402068920400     | 0.05595482866925636   | 0.6                 | 22872939479328900  | 0.9903406300008171   | -0.2510475465773669  | 0.6                 | 0.36                |
| BOH  | 28 | 0.24373026357786864  | 0.017501407384625644  | 0.4642857142857143  | 13041288229487700  | 0.3033229291056904   | -0.3524310487972418  | 0.42857142857142855 | 0.5                 |
| BOOT | 45 | 0.059472832867260905 | 0.014590972695650928  | 0.4888888888888889  | 12013711945620200  | 0.31535328419104797  | -0.6856010265920185  | 0.4888888888888889  | 0.4888888888888889  |
| BOX  | 29 | 12074053236199200    | 0.03891857079497919   | 0.5172413793103449  | 17206730791190900  | 0.6415175803467109   | -0.3053875508869224  | 0.4827586206896552  | 0.4482758620689655  |
| BRC  | 22 | 21875450230775400    | 0.06195026702071571   | 0.6363636363636364  | 2814343914957980   | 10678658947582300    | -0.23043514298814333 | 0.5454545454545454  | 0.2727272727272727  |
| BXMT | 24 | 0.21350912234688124  | 0.018720772171721082  | 0.5833333333333334  | 13454647092064200  | 0.28829132236823674  | -0.3887492831637806  | 0.375               | 0.375               |
| CABO | 47 | -0.8991408352698985  | -0.03799363608149298  | 0.3191489361702128  | 0.5530686337793915 | -0.8721864607450909  | -0.9256865512246768  | 0.2765957446808511  | 0.6808510638297872  |
| CAKE | 39 | 0.3968062189953929   | 0.02153770550173327   | 0.5128205128205128  | 13245198886326400  | 0.39472399621213844  | -0.5477564115938414  | 0.48717948717948717 | 0.48717948717948717 |
| CALM | 23 | 1226901798025820     | 0.043527551294462515  | 0.5217391304347826  | 20838158312646400  | 0.7526046238710333   | -0.28724210459300525 | 0.4782608695652174  | 0.30434782608695654 |
| CALX | 45 | 2500609070302400     | 0.041711414387968854  | 0.5111111111111111  | 17004149104894900  | 0.8596759024166389   | -0.5011181842917152  | 0.5111111111111111  | 0.4666666666666667  |
| CALY | 49 | -0.27341577059908095 | 0.006547806232035705  | 0.46938775510204084 | 10893486559322300  | 0.13344312056760477  | -0.7730753292141799  | 0.4489795918367347  | 0.5306122448979592  |
| CASH | 33 | 0.05024852276034353  | 0.012215307678013718  | 0.48484848484848486 | 11864897832788200  | 0.23061202540800255  | -0.6465526496078908  | 0.45454545454545453 | 0.5151515151515151  |
| CATY | 28 | 0.6977249300409434   | 0.028797286059016446  | 0.5357142857142857  | 1540912837370420   | 0.5119586125809259   | -0.2370055303322052  | 0.4642857142857143  | 0.4642857142857143  |
| CBRL | 50 | -0.6221004786718465  | -0.008127014320281104 | 0.38                | 0.8933381277190077 | -0.17765613367908123 | -0.6908215419224183  | 0.38                | 0.6                 |
| CBU  | 22 | -0.0758240683240895  | 0.005864475046500195  | 0.45454545454545453 | 10929933429954400  | 0.09134734091916198  | -0.42532098872172586 | 0.36363636363636365 | 0.5454545454545454  |
| CC   | 52 | -0.0904342831017878  | 0.011348612603184828  | 0.4807692307692308  | 11600524197395200  | 0.2590645545824588   | -0.692998923329153   | 0.46153846153846156 | 0.5192307692307693  |
| CCOI | 29 | -0.5514705808561904  | -0.014939900229538413 | 0.41379310344827586 | 0.8076359506161949 | -0.24206056860404263 | -0.6034485088266605  | 0.3448275862068966  | 0.5517241379310345  |
| CCS  | 38 | 0.03741283893007208  | 0.015556744182944102  | 0.5                 | 121799166512179    | 0.2741344437500088   | -0.49740323183597374 | 0.47368421052631576 | 0.47368421052631576 |
| CE   | 40 | -0.2844737969958685  | 0.0026826005580386767 | 0.475               | 10388174370086600  | 0.05502511165922339  | -0.6646491694390426  | 0.45                | 0.525               |

|       |    |                       |                       |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|-------|----|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| CENT  | 25 | 0.18048806176387022   | 0.014963406500725586  | 0.48                | 12771916469553200  | 0.26583085698720166  | -0.3634202704420697  | 0.4                 | 0.48                |
| CENTA | 23 | 0.37783213678708694   | 0.022445435952724028  | 0.4782608695652174  | 1436904829575700   | 0.3820452551417406   | -0.24962205799686782 | 0.43478260869565216 | 0.43478260869565216 |
| CENX  | 71 | 17382362609937900     | 0.027490416981850455  | 0.49295774647887325 | 1421877059843910   | 0.7407457755429053   | -0.7306806119649424  | 0.49295774647887325 | 0.5070422535211268  |
| CFFN  | 28 | 0.111612727983595     | 0.013152604788696716  | 0.4642857142857143  | 12173250188648700  | 0.23565370204762423  | -0.4557242359152601  | 0.42857142857142855 | 0.5357142857142857  |
| CHCO  | 19 | 10404681133253200     | 0.04678077146109988   | 0.631578947368421   | 21917692918671300  | 0.6934175813856451   | -0.12894859227323197 | 0.47368421052631576 | 0.2631578947368421  |
| CHEF  | 41 | 1528483980695950      | 0.048282801935664116  | 0.4878048780487805  | 16996072610945900  | 0.6352053241722616   | -0.6329427085140693  | 0.4634146341463415  | 0.5121951219512195  |
| CLB   | 67 | -0.43847901239486875  | 0.0055957463233126834 | 0.417910447761194   | 10738713749156100  | 0.13017712454472616  | -0.6755663256510434  | 0.40298507462686567 | 0.582089552238806   |
| CNK   | 59 | 12174519109928900     | 0.03115598252667044   | 0.4576271186440678  | 14522451792580200  | 0.6068138313602416   | -0.534919801505966   | 0.4576271186440678  | 0.5254237288135594  |
| CNMD  | 44 | -0.48845079056296314  | -0.004717695948962395 | 0.4318181818181818  | 0.9354966936204199 | -0.10203581947758239 | -0.6978494492363956  | 0.4090909090909091  | 0.5681818181818182  |
| CNS   | 28 | -0.5379846597409379   | -0.01965054803815639  | 0.35714285714285715 | 0.7206829465678011 | -0.3924815688505443  | -0.5129208110840758  | 0.2857142857142857  | 0.6071428571428571  |
| CNXN  | 22 | 0.628073423804647     | 0.030492302534709838  | 0.5909090909090909  | 1686757413810330   | 0.5147287458433468   | -0.20797534072631083 | 0.5                 | 0.2727272727272727  |
| COHU  | 41 | -0.011951093044065608 | 0.01175053171771915   | 0.4634146341463415  | 11736840468527700  | 0.2305068390320235   | -0.6714349789819449  | 0.43902439024390244 | 0.4878048780487805  |
| COLL  | 32 | 0.4312233128829912    | 0.021864088907068088  | 0.46875             | 1361142510070700   | 0.4112488918737463   | -0.41090448791583445 | 0.46875             | 0.53125             |
| CORT  | 36 | 11581792325706400     | 0.09644013323556835   | 0.5833333333333334  | 2806030325273910   | 11645384166974500    | -0.29786622808957847 | 0.5833333333333334  | 0.3888888888888889  |
| CPF   | 34 | 0.621693160826148     | 0.024507356001702795  | 0.5                 | 141853697595104    | 0.5033304738181742   | -0.5443827933915607  | 0.5                 | 0.5                 |
| CPK   | 15 | 0.24872807547674713   | 0.022147431754000566  | 0.4666666666666667  | 148012881702224    | 0.3371133126025561   | -0.20945536084003652 | 0.3333333333333333  | 0.3333333333333333  |
| CPRX  | 41 | 9253988044305900      | 0.0705814310040075    | 0.6097560975609756  | 24850446302088400  | 13730059561067800    | -0.43739735932417567 | 0.6097560975609756  | 0.3902439024390244  |
| CRI   | 33 | -0.6051497611473253   | -0.017848483686798547 | 0.3939393939393939  | 0.7713371943366684 | -0.33413697975132706 | -0.7650205665059367  | 0.36363636363636365 | 0.6060606060606061  |
| CRK   | 59 | -0.25226036856544287  | 0.009395454233818943  | 0.4745762711864407  | 11278451539375000  | 0.22552294257463032  | -0.6259208154415417  | 0.4576271186440678  | 0.5254237288135594  |
| CRVL  | 29 | 0.05862968282284031   | 0.010509685367781702  | 0.4482758620689655  | 11795921644768000  | 0.21795753833102133  | -0.45444462159528515 | 0.41379310344827586 | 0.5172413793103449  |
| CSGS  | 16 | 0.6391045111544851    | 0.040618575105521915  | 0.625               | 18522111507805600  | 0.5834796736439397   | -0.1648899970882913  | 0.5                 | 0.375               |
| CSR   | 27 | 0.4685848389156313    | 0.023480513679304798  | 0.5185185185185185  | 1433898056075620   | 0.4047420758268346   | -0.3843224626725075  | 0.4074074074074074  | 0.48148148148148145 |
| CSW   | 22 | 0.7940772359493213    | 0.03629727146439049   | 0.5454545454545454  | 16993105042454900  | 0.6381349095324451   | -0.4635237416238929  | 0.5454545454545454  | 0.45454545454545453 |
| CTS   | 30 | -0.010718554287662774 | 0.009969051028702236  | 0.4666666666666667  | 11554943913573500  | 0.17426492712921499  | -0.35163679459346725 | 0.43333333333333335 | 0.5                 |
| CUBI  | 50 | 0.9255330346881072    | 0.025253704110720813  | 0.46                | 1396447034954990   | 0.5714309688261212   | -0.5674926891744857  | 0.46                | 0.54                |
| CVBF  | 31 | 0.37897992495897626   | 0.01947230888462622   | 0.4838709677419355  | 13517289485934600  | 0.38033934678557635  | -0.49016449455503613 | 0.41935483870967744 | 0.4838709677419355  |
| CVCO  | 37 | 16085002954074000     | 0.036937102763704724  | 0.5675675675675675  | 16818111759277500  | 0.7327580126016762   | -0.42337843637122724 | 0.5135135135135135  | 0.43243243243243246 |
| CVI   | 56 | -0.5539994357866215   | -0.002374927083179252 | 0.4107142857142857  | 0.9687334712743302 | -0.05684405810058377 | -0.6115683945521718  | 0.4107142857142857  | 0.5714285714285714  |
| CVSA  | 35 | 0.3923196525691426    | 0.02248178221967669   | 0.5142857142857142  | 13426841506139400  | 0.42525555477791865  | -0.4787291905489118  | 0.4857142857142857  | 0.4857142857142857  |
| CWEN  | 27 | 11764275058285500     | 0.0380645788627485    | 0.5555555555555556  | 1797843025792770   | 0.7195172117716029   | -0.4557493097632255  | 0.5185185185185185  | 0.4074074074074074  |

|        |    |                       |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|--------|----|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| CWEN-A | 25 | 13371636633606100     | 0.0434482472787019     | 0.56                | 19594780719467500  | 0.787560057442501     | -0.41906783556615984 | 0.48                | 0.4                 |
| CWST   | 21 | 13358694289881200     | 0.04915060359583548    | 0.6190476190476191  | 22134699697851300  | 0.86759452353239      | -0.2006132911472482  | 0.5238095238095238  | 0.38095238095238093 |
| CWT    | 20 | -0.07034538166662163  | 0.0033373268227026324  | 0.45                | 10613507826112900  | 0.05581059160272819   | -0.34711713564920504 | 0.35                | 0.4                 |
| CXW    | 43 | 0.17773744653673473   | 0.016015254664674617   | 0.46511627906976744 | 12341040109375800  | 0.3182436452427647    | -0.4470209888310208  | 0.46511627906976744 | 0.5348837209302325  |
| CZR    | 57 | -0.9134460496765976   | -0.026844315675773608  | 0.3157894736842105  | 0.7210519734234451 | -0.5553840228765164   | -0.912992262327057   | 0.3157894736842105  | 0.6842105263157895  |
| DAN    | 51 | -0.39900024259261035  | 0.0022990958400802876  | 0.43137254901960786 | 10308771374341300  | 0.0529282526191499    | -0.6802068828433261  | 0.43137254901960786 | 0.5686274509803921  |
| DCH    | 51 | -0.013089709867127763 | 0.012493126940397153   | 0.43137254901960786 | 11787788210910100  | 0.26456828241307634   | -0.6341094868965391  | 0.4117647058823529  | 0.5686274509803921  |
| DCOM   | 37 | 0.03652539883623174   | 0.011156515630393883   | 0.4594594594594595  | 11761150976408500  | 0.21952118243807256   | -0.49523283146748587 | 0.43243243243243246 | 0.5405405405405406  |
| DEA    | 19 | -0.4975321013953411   | -0.028413024466411783  | 0.3684210526315789  | 0.6056860147263586 | -0.47241730063627907  | -0.539522650701418   | 0.2631578947368421  | 0.5789473684210527  |
| DEI    | 36 | -0.3052593090355349   | -0.0010081535353506285 | 0.3888888888888889  | 0.9844985211722105 | -0.020215382819619734 | -0.6365628372835794  | 0.3611111111111111  | 0.5833333333333334  |
| DGII   | 40 | 17328617652050500     | 0.03768167197513905    | 0.575               | 1653697358897560   | 0.7749297230326087    | -0.5002637861382524  | 0.575               | 0.4                 |
| DIOD   | 42 | -0.2180980693945027   | 0.0046696812004142375  | 0.4523809523809524  | 10680457842554300  | 0.09672447631002788   | -0.6865814884195244  | 0.42857142857142855 | 0.5476190476190477  |
| DLX    | 46 | -0.5589024859526701   | -0.00848239664172787   | 0.3695652173913043  | 0.8801331872131593 | -0.202573611148569    | -0.6912468177874815  | 0.3695652173913043  | 0.6304347826086957  |
| DNOW   | 46 | 0.28112084862385744   | 0.016072085692598815   | 0.4782608695652174  | 12599108142630100  | 0.3616644907398935    | -0.6556088056858372  | 0.45652173913043476 | 0.5                 |
| DORM   | 31 | 0.7291759904827033    | 0.02750981320802962    | 0.5161290322580645  | 15079544499361800  | 0.5186932422955355    | -0.3779602651676167  | 0.4838709677419355  | 0.45161290322580644 |
| DRH    | 39 | 0.9738202778223446    | 0.03234417801340957    | 0.5384615384615384  | 15092127792104400  | 0.5561658507971752    | -0.62389900685505    | 0.48717948717948717 | 0.46153846153846156 |
| DXC    | 39 | 0.6466522004236079    | 0.027667506601174712   | 0.5128205128205128  | 13993047452971500  | 0.4623351098009692    | -0.4748852072344151  | 0.5128205128205128  | 0.48717948717948717 |
| DXPE   | 39 | 0.7770632702245159    | 0.026311245816699334   | 0.48717948717948717 | 14356917079835600  | 0.5253518943673416    | -0.466969101549477   | 0.48717948717948717 | 0.48717948717948717 |
| EAT    | 53 | 0.014769523398755258  | 0.01986192757958585    | 0.4528301886792453  | 12561732733891900  | 0.3663922747269976    | -0.659737236209523   | 0.4339622641509434  | 0.5471698113207547  |
| ECPG   | 38 | 30450002860028300     | 0.049561406508917126   | 0.5526315789473685  | 1944330898124580   | 0.947055672966196     | -0.2598486600462065  | 0.5263157894736842  | 0.4473684210526316  |
| EFC    | 26 | 0.6019722305282393    | 0.04128711319205558    | 0.5                 | 1606436414642160   | 0.42845099855436874   | -0.4779157983552147  | 0.38461538461538464 | 0.46153846153846156 |
| EGBN   | 39 | -0.5096336948007145   | -0.007101460827212715  | 0.38461538461538464 | 0.9051344033395022 | -0.14664829999637655  | -0.6542904292712892  | 0.358974358974359   | 0.5897435897435898  |
| EIG    | 17 | 0.41639004886348485   | 0.02934612228305039    | 0.5882352941176471  | 16082700265658400  | 0.4270048506764383    | -0.1722320284186937  | 0.4117647058823529  | 0.35294117647058826 |
| EMN    | 25 | 0.21208350643352603   | 0.01805026023778087    | 0.48                | 12989758880502300  | 0.28719431265067336   | -0.3844469319803945  | 0.44                | 0.48                |
| ENOV   | 36 | -0.4349017363879294   | -0.0036074669542785903 | 0.4444444444444444  | 0.9515944644330586 | -0.0671538942829846   | -0.5375620843932983  | 0.3888888888888889  | 0.5555555555555556  |
| ENPH   | 75 | -0.7449921562400148   | -0.005889660800319975  | 0.3866666666666666  | 0.923824818256244  | -0.16431121874250598  | -0.8916187810742918  | 0.3866666666666666  | 0.6133333333333333  |
| ENR    | 27 | -0.4215863177876209   | -0.009757351004707968  | 0.37037037037037035 | 0.8686998688908106 | -0.16328728010396126  | -0.47050663391415964 | 0.3333333333333333  | 0.5925925925925926  |
| ENVA   | 41 | 41089206527981700     | 0.05534460803402799    | 0.6097560975609756  | 19912659506937500  | 1039588505891500      | -0.4510131428358172  | 0.6097560975609756  | 0.3902439024390244  |
| EPAC   | 32 | 0.4893561516376621    | 0.02180479839728995    | 0.46875             | 13878761140309100  | 0.42172059848112076   | -0.3251861140643106  | 0.46875             | 0.5                 |
| EPC    | 26 | 0.008598421437006287  | 0.010308183179498488   | 0.5                 | 11701544359016300  | 0.16851110583228912   | -0.33773235397826484 | 0.4230769230769231  | 0.4230769230769231  |

|      |    |                       |                       |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| ESE  | 21 | 0.7954011025340619    | 0.036695401701331364  | 0.5238095238095238  | 18042790213924300  | 0.6153333089090174   | -0.297560879523351   | 0.47619047619047616 | 0.38095238095238093 |
| ESI  | 28 | 2051796867133350      | 0.05217778012399106   | 0.6071428571428571  | 20747829831339300  | 0.8660332680929917   | -0.3662171240540052  | 0.5714285714285714  | 0.35714285714285715 |
| ETD  | 29 | 10085290231894300     | 0.03494968531154701   | 0.5172413793103449  | 16492262775194700  | 0.5915118164035925   | -0.2556299240576835  | 0.5172413793103449  | 0.41379310344827586 |
| ETSY | 58 | -0.24978267896492934  | 0.006866630274221723  | 0.43103448275862066 | 10960023281811200  | 0.1634256473749504   | -0.8784781970077022  | 0.41379310344827586 | 0.5689655172413793  |
| EVTC | 23 | -0.017403035223266805 | 0.007877099430285264  | 0.4782608695652174  | 1131751689233350   | 0.1308879711921726   | -0.45523757331671905 | 0.391304347826087   | 0.5217391304347826  |
| EXPI | 68 | -0.619310686404476    | -0.001773826221427988 | 0.4411764705882353  | 0.9770011205109447 | -0.04648366079298561 | -0.8268109747541142  | 0.4411764705882353  | 0.5588235294117647  |
| EXTR | 46 | -0.10125643068654178  | 0.01091773237348757   | 0.4782608695652174  | 11511394783767800  | 0.2342573672415236   | -0.7083000890992116  | 0.45652173913043476 | 0.5217391304347826  |
| EZPW | 31 | 12084886201264800     | 0.036474341255408896  | 0.4838709677419355  | 16966470967594900  | 0.6428415770410141   | -0.4038621313343756  | 0.4838709677419355  | 0.41935483870967744 |
| FBNC | 34 | 0.3980062220569047    | 0.019796297860160263  | 0.47058823529411764 | 13368565692565300  | 0.376508822598476    | -0.4570499558805727  | 0.4411764705882353  | 0.5294117647058824  |
| FBP  | 29 | 14101797474808200     | 0.04092777014435573   | 0.6206896551724138  | 18089115601039100  | 0.7532545488476172   | -0.42881424517740485 | 0.5517241379310345  | 0.3793103448275862  |
| FCF  | 29 | 0.08091823809435894   | 0.01259945217542882   | 0.4827586206896552  | 12031760215175700  | 0.2274053747863698   | -0.4930296094813081  | 0.4482758620689655  | 0.4827586206896552  |
| FCPT | 19 | 0.3891302972326647    | 0.030437898872197902  | 0.5263157894736842  | 15805244384259200  | 0.41250213702227373  | -0.3245949258619252  | 0.42105263157894735 | 0.2631578947368421  |
| FDP  | 25 | 0.6081701651791365    | 0.029140365506831092  | 0.52                | 1543076428353410   | 0.4657705991045434   | -0.24097730913383933 | 0.44                | 0.44                |
| FELE | 23 | 14713862809405000     | 0.048231062598352185  | 0.6521739130434783  | 2191249224349940   | 0.8633780529097319   | -0.19320370769431197 | 0.5217391304347826  | 0.34782608695652173 |
| FFBC | 29 | 0.31760765319243633   | 0.018539174030292253  | 0.4827586206896552  | 13394126794276100  | 0.3405871430477261   | -0.43793904053699745 | 0.41379310344827586 | 0.4827586206896552  |
| FIBK | 34 | 1357580229795540      | 0.035290035585488544  | 0.5294117647058824  | 16693251202460600  | 0.6841646468457313   | -0.37234587028072025 | 0.5294117647058824  | 0.4411764705882353  |
| FIZZ | 28 | 0.28441967379113997   | 0.01831037932534094   | 0.4642857142857143  | 13250783215215700  | 0.32344797169621864  | -0.44600608602879593 | 0.42857142857142855 | 0.4642857142857143  |
| FMC  | 34 | -0.5726306353049808   | -0.010692795645747915 | 0.4411764705882353  | 0.8602776407150904 | -0.18466688843777965 | -0.7464313219321137  | 0.38235294117647056 | 0.5588235294117647  |
| FORM | 48 | 1792598222282150      | 0.03281981231861386   | 0.5625              | 15701220081196900  | 0.7551104130126631   | -0.5158182021879798  | 0.5416666666666666  | 0.4375              |
| FOXF | 51 | -0.8583087418412159   | -0.025927130794197114 | 0.35294117647058826 | 0.7005219449691211 | -0.5602567415950627  | -0.9276740290218816  | 0.3333333333333333  | 0.6470588235294118  |
| FRPT | 50 | -0.28874007821046976  | 0.0052357196042246736 | 0.44                | 10712774670184000  | 0.1232465014315094   | -0.7105388213312754  | 0.44                | 0.56                |
| FSS  | 22 | 2087806267323830      | 0.06178106308149594   | 0.6363636363636364  | 24672813319219500  | 10515412878811800    | -0.24528326527144823 | 0.5909090909090909  | 0.36363636363636365 |
| FUL  | 22 | 0.3001321167733395    | 0.020508812908435564  | 0.5454545454545454  | 13922493291401700  | 0.34357333193472284  | -0.3508161758493042  | 0.4090909090909091  | 0.45454545454545453 |
| FULT | 30 | 13070975677500900     | 0.03820913250775075   | 0.5666666666666667  | 17549447952426200  | 0.6911500939587218   | -0.3681949456454516  | 0.4666666666666667  | 0.43333333333333335 |
| FUN  | 43 | -0.7248983448290611   | -0.016521230476089763 | 0.37209302325581395 | 0.8025905377469673 | -0.3225678817275059  | -0.7116446012505461  | 0.32558139534883723 | 0.6046511627906976  |
| FWRD | 53 | -0.42400159374529867  | 0.0028329643376257515 | 0.41509433962264153 | 10378049966687200  | 0.06255136717907302  | -0.852158439948792   | 0.41509433962264153 | 0.5660377358490566  |
| GBX  | 38 | 0.023598852810840842  | 0.012466169003708599  | 0.47368421052631576 | 11817108472080400  | 0.23679730708604887  | -0.5225795515854599  | 0.4473684210526316  | 0.5263157894736842  |
| GEO  | 47 | -0.3434743780037285   | 0.004094512880738757  | 0.425531914893617   | 10546881296036600  | 0.0855688561244559   | -0.514506476433389   | 0.425531914893617   | 0.5531914893617021  |
| GFF  | 33 | 12871420406847200     | 0.03834264453246909   | 0.5454545454545454  | 16470312885971200  | 0.6805841826513915   | -0.31077766338540136 | 0.5151515151515151  | 0.42424242424242425 |
| GIII | 51 | 1413263275520730      | 0.03523943950672513   | 0.5098039215686274  | 14873740921160900  | 0.6271910012735148   | -0.7792288310896404  | 0.5294117647058824  | 0.45098039215686275 |

|      |    |                       |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| GKOS | 44 | 0.7266043621125624    | 0.02625663526243457    | 0.5227272727272727  | 1388478147742620   | 0.5529056059258864   | -0.45652827449590283 | 0.5227272727272727  | 0.4772727272727273  |
| GNL  | 29 | 0.14682444179081777   | 0.01505305864184629    | 0.4827586206896552  | 12461956356982500  | 0.2681496811108159   | -0.3318360007465158  | 0.41379310344827586 | 0.4827586206896552  |
| GNW  | 38 | 0.7926593026699746    | 0.028636176416948683   | 0.5526315789473685  | 14592982277354600  | 0.5180615167516693   | -0.5732946821975357  | 0.5263157894736842  | 0.4473684210526316  |
| GOGO | 64 | -0.47038379157140753  | 0.005434469211247836   | 0.375               | 10701647027196000  | 0.11577822808336583  | -0.7557879615320211  | 0.359375            | 0.625               |
| GPI  | 36 | 10700192808182000     | 0.08270980017859564    | 0.6666666666666666  | 2992631237009840   | 1500194014412210     | -0.4050265286557812  | 0.6388888888888888  | 0.3055555555555556  |
| GRBK | 41 | 22772319011658600     | 0.03986966604807224    | 0.5365853658536586  | 17707848028545800  | 0.9349526709007933   | -0.324736947385096   | 0.5121951219512195  | 0.43902439024390244 |
| GTY  | 17 | 0.24480664442501188   | 0.020360048055127426   | 0.5294117647058824  | 14427000559017200  | 0.3386971338948459   | -0.20911678735650183 | 0.35294117647058826 | 0.29411764705882354 |
| GVA  | 26 | 0.638276313051001     | 0.03270755900998302    | 0.5384615384615384  | 15280552328633200  | 0.536259954115359    | -0.49889987861594837 | 0.5                 | 0.4230769230769231  |
| HAFC | 32 | 0.7644480665897535    | 0.028093185028385467   | 0.5                 | 14951617527145500  | 0.5381315297353046   | -0.37901508262217437 | 0.5                 | 0.46875             |
| HASI | 50 | 0.5032542217814475    | 0.020329439391520564   | 0.48                | 13088798120464100  | 0.4705190786711811   | -0.707150652656228   | 0.48                | 0.52                |
| HCI  | 38 | 0.6571473931601384    | 0.025160854169277946   | 0.47368421052631576 | 1402672834168910   | 0.5096097478604386   | -0.7256649962040729  | 0.4473684210526316  | 0.5263157894736842  |
| HCSG | 34 | 0.661919083289805     | 0.026679738790187566   | 0.47058823529411764 | 14356964017903300  | 0.4585977558133846   | -0.5367899615405506  | 0.4411764705882353  | 0.5                 |
| HE   | 35 | 0.1606954943822454    | 0.017506798116246343   | 0.45714285714285713 | 12632264750322900  | 0.2870297530604322   | -0.5570834205818842  | 0.37142857142857144 | 0.5142857142857142  |
| HFWA | 31 | 0.3597912966430066    | 0.02009512749887624    | 0.4838709677419355  | 1339389097377550   | 0.36213464097907183  | -0.5347070222385485  | 0.41935483870967744 | 0.5161290322580645  |
| HIW  | 31 | -0.5977283104454063   | -0.02019557737748541   | 0.3548387096774194  | 0.7281104897282262 | -0.4022595523496029  | -0.60986598354994    | 0.3225806451612903  | 0.6129032258064516  |
| HLIT | 39 | 0.4134911248427522    | 0.01992000164595825    | 0.5128205128205128  | 13197455611282700  | 0.4011850753738511   | -0.454097497138087   | 0.48717948717948717 | 0.48717948717948717 |
| HLX  | 64 | -0.678705854708148    | -0.002462064201416099  | 0.375               | 0.9702854247825901 | -0.05466983949588011 | -0.7212083981747401  | 0.375               | 0.609375            |
| HMN  | 16 | 0.4479590595614349    | 0.029499673896571817   | 0.5625              | 18205433530688100  | 0.5093895237203012   | -0.1931708723949223  | 0.3125              | 0.3125              |
| HNI  | 29 | 0.5921645369979027    | 0.025413664366042425   | 0.5172413793103449  | 14673528395587300  | 0.4772933508113526   | -0.3692657637143562  | 0.4827586206896552  | 0.4827586206896552  |
| HOPE | 34 | 0.12104226130062412   | 0.012718098962548814   | 0.4411764705882353  | 12140478945781200  | 0.24514747808445514  | -0.4090722458740116  | 0.4117647058823529  | 0.5294117647058824  |
| HP   | 49 | -0.1288558401501736   | 0.009932744667163844   | 0.46938775510204084 | 11391467467258600  | 0.2120881616730347   | -0.5166061512565271  | 0.4489795918367347  | 0.5306122448979592  |
| HSTM | 17 | -0.021222610627814387 | 0.009053025703910127   | 0.47058823529411764 | 11398161083917600  | 0.12092671676512157  | -0.3139598555299441  | 0.47058823529411764 | 0.4117647058823529  |
| HTH  | 27 | 12058911551931000     | 0.03934236930050852    | 0.5555555555555556  | 18124626575439300  | 0.6678939879297371   | -0.34476194710112934 | 0.5185185185185185  | 0.37037037037037035 |
| HTLD | 24 | -0.2405625571444655   | -0.0030923115359247464 | 0.4583333333333333  | 0.9515031158142446 | -0.05149241421860819 | -0.4697228200617901  | 0.3333333333333333  | 0.5416666666666666  |
| HTO  | 21 | 0.26542705326834515   | 0.018680205090333708   | 0.5238095238095238  | 13912800352469800  | 0.31145141637347923  | -0.2561118735221885  | 0.3333333333333333  | 0.38095238095238093 |
| HUBG | 28 | 16415698498239600     | 0.044984463533021754   | 0.5714285714285714  | 19262173167572600  | 0.7784325249829935   | -0.32758228405380047 | 0.5357142857142857  | 0.42857142857142855 |
| HWKN | 30 | 22516306433223500     | 0.04979108614728016    | 0.5666666666666667  | 2057801642419900   | 0.9979703044185311   | -0.2698784688693954  | 0.5666666666666667  | 0.43333333333333335 |
| HZO  | 49 | -0.42037767664795644  | 0.0009744108591214005  | 0.42857142857142855 | 10132649989620100  | 0.02111147900878992  | -0.5555809536249198  | 0.42857142857142855 | 0.5510204081632653  |
| IAC  | 36 | -0.44368577724619795  | -0.006784094328542059  | 0.3888888888888889  | 0.9041631882301626 | -0.135853335124697   | -0.7042375165849403  | 0.3888888888888889  | 0.6111111111111112  |
| IART | 37 | -0.7447812759696266   | -0.02548219728388133   | 0.35135135135135137 | 0.6940612025756604 | -0.4862319121736637  | -0.8280660958147024  | 0.32432432432432434 | 0.6216216216216216  |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| IBP  | 44 | 2031695027292830     | 0.03765390311698895    | 0.5681818181818182  | 16471163316173500  | 0.813872343582512     | -0.34659943250056946 | 0.5454545454545454  | 0.4318181818181818  |
| ICUI | 28 | -0.2544596285760018  | 0.0026361786546304014  | 0.42857142857142855 | 10351291397070200  | 0.039420999512149085  | -0.6532062945581081  | 0.42857142857142855 | 0.5357142857142857  |
| IIIN | 35 | 11904541875335200    | 0.03320159855268932    | 0.5428571428571428  | 15940850631758100  | 0.6371594247313613    | -0.2751588609189132  | 0.5142857142857142  | 0.45714285714285713 |
| INDB | 33 | -0.3349278498140863  | -0.0026843583406522676 | 0.3939393939393939  | 0.9609963100507102 | -0.05290421406247266  | -0.5792718532262134  | 0.3939393939393939  | 0.5757575757575758  |
| INDV | 46 | 31063464939706500    | 0.17303036462064658    | 0.5869565217391305  | 4175677304060730   | 0.7475840108454291    | -0.7380160501723896  | 0.5869565217391305  | 0.41304347826086957 |
| INVA | 25 | 0.4499339699776941   | 0.02497890501886487    | 0.48                | 1434788025528340   | 0.42683647773854466   | -0.3302341143787665  | 0.48                | 0.48                |
| INVX | 51 | 0.09375970959083779  | 0.013767281295959445   | 0.45098039215686275 | 12022348267001200  | 0.2948549003909126    | -0.5991269031481162  | 0.45098039215686275 | 0.5294117647058824  |
| IOSP | 21 | 0.46243777614934367  | 0.02472350468539525    | 0.5714285714285714  | 1631058119092370   | 0.4432961976287532    | -0.22138938805593864 | 0.38095238095238093 | 0.2857142857142857  |
| IPAR | 36 | -0.4192982404302815  | -0.004674408951973082  | 0.4166666666666667  | 0.9347411236105204 | -0.09327286970555321  | -0.46009313682219416 | 0.3888888888888889  | 0.5277777777777778  |
| IRDM | 33 | -0.4322454450682448  | -0.007622921179548596  | 0.4242424242424245  | 0.891887030854123  | -0.14886931550566845  | -0.6364452439983094  | 0.3939393939393939  | 0.5757575757575758  |
| ITGR | 29 | -0.1997017588445702  | 0.003902635772689173   | 0.4482758620689655  | 10569623368253500  | 0.06711567515985556   | -0.592739690946259   | 0.41379310344827586 | 0.5517241379310345  |
| ITRI | 31 | 0.2657531999709264   | 0.0200036255415389     | 0.45161290322580644 | 13083043744359300  | 0.33071639432401906   | -0.48904838319484856 | 0.45161290322580644 | 0.5161290322580645  |
| JBLU | 58 | -0.35731576691032196 | 0.004884085732368308   | 0.43103448275862066 | 1067291580396770   | 0.1115670665553794    | -0.7691632254168977  | 0.41379310344827586 | 0.5689655172413793  |
| JBSS | 16 | -0.1354891670534073  | -0.0019295600156598019 | 0.375               | 0.96530210504793   | -0.029217759412957997 | -0.3315115733440449  | 0.3125              | 0.4375              |
| JBTM | 31 | 11565564306631400    | 0.03731427622355681    | 0.5806451612903226  | 1653977604401670   | 0.6338117248394586    | -0.4299897218732841  | 0.5161290322580645  | 0.3548387096774194  |
| JJSF | 20 | -0.2758532065585225  | -0.0076039413126170715 | 0.45                | 0.8850491338775772 | -0.11527349364461718  | -0.45190597555533424 | 0.35                | 0.5                 |
| JOE  | 29 | 0.37445763837775936  | 0.019823289831841066   | 0.4827586206896552  | 13631992360652200  | 0.3802875210820889    | -0.4334499161098688  | 0.41379310344827586 | 0.4482758620689655  |
| KAI  | 30 | 30502731673689400    | 0.0579374795180074     | 0.6333333333333333  | 22565267141032200  | 11385991127004600     | -0.329763839770316   | 0.6                 | 0.36666666666666664 |
| KALU | 45 | -0.4514447731560838  | -0.0029585664764183056 | 0.4                 | 0.9585803149470737 | -0.06732321927690109  | -0.5196093146272348  | 0.3777777777777777  | 0.6                 |
| KFY  | 27 | 16832298231757400    | 0.04755908191245193    | 0.5925925925925926  | 1976939290458590   | 0.8258796312424622    | -0.32126494029467506 | 0.5555555555555556  | 0.37037037037037035 |
| KLIC | 46 | 10074806585406300    | 0.025496003249765517   | 0.5                 | 14426503825310700  | 0.5853562595006632    | -0.5903178741265823  | 0.5                 | 0.4782608695652174  |
| KMPR | 27 | -0.548313086282023   | -0.019555327625693116  | 0.3333333333333333  | 0.7446478556321454 | -0.3190935193125301   | -0.5819984673919099  | 0.2962962962962963  | 0.6296296296296297  |
| KMT  | 37 | 0.6151991444765095   | 0.024413494005818905   | 0.4864864864864865  | 13979567223568000  | 0.4569175097312478    | -0.44187446694434707 | 0.4864864864864865  | 0.4864864864864865  |
| KMX  | 42 | -0.09624885621295809 | 0.010486156841739699   | 0.4523809523809524  | 1149196077028150   | 0.19869647643727248   | -0.5418248597142697  | 0.4523809523809524  | 0.5238095238095238  |
| KN   | 24 | 0.4645121634408391   | 0.02655849223584004    | 0.5416666666666666  | 14757968821384400  | 0.4267357260032247    | -0.4456244228517952  | 0.4166666666666667  | 0.4166666666666667  |
| KOP  | 45 | -0.3574695453340805  | 0.0018860225602632939  | 0.3777777777777777  | 10262621864550000  | 0.03844036684206698   | -0.6892360612659605  | 0.3777777777777777  | 0.6                 |
| KSS  | 66 | 0.26338492009720516  | 0.017312465838024923   | 0.45454545454545453 | 12464835256666900  | 0.41874673749023883   | -0.6963198299249297  | 0.45454545454545453 | 0.5303030303030303  |
| KW   | 28 | 0.3442533302389077   | 0.021755296212954644   | 0.5                 | 13425938414801900  | 0.3565008210067787    | -0.3980293704110293  | 0.5                 | 0.5                 |
| KWR  | 39 | 0.09952305864727284  | 0.013022137983737997   | 0.46153846153846156 | 12024540179056200  | 0.2506753594014697    | -0.5898083196761976  | 0.41025641025641024 | 0.5384615384615384  |
| LCII | 31 | 0.4867806799144794   | 0.023875203723097642   | 0.4838709677419355  | 13864022601818800  | 0.42568332864419867   | -0.3724440760539435  | 0.4838709677419355  | 0.5161290322580645  |

|      |     |                      |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|-----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| LEG  | 38  | -0.33047673881850625 | 0.001878502178025671   | 0.39473684210526316 | 10257607626274500  | 0.03242570425473327  | -0.7578080252518501  | 0.39473684210526316 | 0.5526315789473685  |
| LGIH | 54  | -0.5011109920553438  | -0.0019715892251896874 | 0.4074074074074074  | 0.9726347138961058 | -0.04819054930421534 | -0.7749660736223986  | 0.3888888888888889  | 0.5925925925925926  |
| LGND | 38  | 0.16190536942231049  | 0.014267180324696515   | 0.4473684210526316  | 12273796181011600  | 0.3031470208576054   | -0.5567433907917844  | 0.4473684210526316  | 0.5                 |
| LKFN | 30  | 22636379023668000    | 0.04967722657966352    | 0.5666666666666667  | 2081661078715840   | 0.9036281669723494   | -0.3235893501329987  | 0.5666666666666667  | 0.3666666666666664  |
| LKQ  | 29  | -0.4233027023471039  | -0.008814497787342182  | 0.3793103448275862  | 0.8780645801985711 | -0.16245626717668551 | -0.4969416266542568  | 0.3793103448275862  | 0.5517241379310345  |
| LMAT | 27  | 0.9913656541884386   | 0.037414838246521157   | 0.5555555555555556  | 1663803374923680   | 0.6037729631195441   | -0.31966957880836033 | 0.5555555555555556  | 0.4074074074074074  |
| LNC  | 37  | 0.8245039097082898   | 0.031356389009673274   | 0.4864864864864865  | 1466898764222960   | 0.5157255887722034   | -0.541261504721025   | 0.4864864864864865  | 0.4864864864864865  |
| LNN  | 22  | 0.21723961477700815  | 0.017388570143154473   | 0.5454545454545454  | 13387593860842200  | 0.2831059753730677   | -0.2942385498155293  | 0.4090909090909091  | 0.4090909090909091  |
| LPG  | 45  | 0.4872026630910493   | 0.01985078850666615    | 0.4888888888888889  | 13154348275810800  | 0.44107337130804836  | -0.5437565098600293  | 0.4666666666666667  | 0.4888888888888889  |
| LQDT | 46  | 11069828690740600    | 0.02983521229605621    | 0.4782608695652174  | 14684372228239100  | 0.5836125650331376   | -0.5945652505110308  | 0.4782608695652174  | 0.5217391304347826  |
| LRN  | 33  | 2602217743984960     | 0.05748126775235556    | 0.6060606060606061  | 20323094371657100  | 0.9526814098675138   | -0.5741971686642875  | 0.5757575757575758  | 0.36363636363636365 |
| LTC  | 20  | 0.2705114696888935   | 0.020434919266262775   | 0.5                 | 14101586444504800  | 0.34677355288651807  | -0.2875912632473017  | 0.4                 | 0.4                 |
| LUMN | 73  | -0.7864841765695735  | -0.009333876145163874  | 0.3835616438356164  | 0.8783048063296269 | -0.2500088602509056  | -0.93638534688933    | 0.3835616438356164  | 0.6027397260273972  |
| LXP  | 27  | 1032153710675930     | 0.03581080513681705    | 0.5555555555555556  | 17235295654591900  | 0.6478978129470867   | -0.3736192831900378  | 0.48148148148148145 | 0.4444444444444444  |
| LZB  | 27  | 0.6638491138630689   | 0.02894285639877925    | 0.5555555555555556  | 15260335823004700  | 0.4994058434924411   | -0.32297434921223883 | 0.5185185185185185  | 0.4444444444444444  |
| MAC  | 47  | -0.3491513748557963  | 0.0032943941104003303  | 0.425531914893617   | 10447771752514900  | 0.06776438161525487  | -0.6050176185454571  | 0.425531914893617   | 0.574468085106383   |
| MAN  | 27  | -0.5413032793918383  | -0.01933698826925016   | 0.3333333333333333  | 0.7439854953675912 | -0.3361176440254348  | -0.6687362850455022  | 0.3333333333333333  | 0.6296296296296297  |
| MARA | 125 | 3572443103228210     | 0.031086270475221372   | 0.424               | 14135865939688900  | 0.9671312876420396   | -0.9141794420771424  | 0.424               | 0.568               |
| MATW | 29  | 0.4112149502526059   | 0.023702133000174087   | 0.4827586206896552  | 13772801012101500  | 0.37586786732861727  | -0.39598276303136976 | 0.4827586206896552  | 0.5172413793103449  |
| MATX | 37  | 3110888548241610     | 0.04970330014202721    | 0.5675675675675675  | 1995811887633870   | 0.9923881994543273   | -0.405632592631158   | 0.5405405405405406  | 0.4594594594594595  |
| MC   | 34  | 13484183869627200    | 0.0353660724568603     | 0.5588235294117647  | 16658366622860900  | 0.7071258153798955   | -0.3946777750957831  | 0.5                 | 0.4411764705882353  |
| MCRI | 33  | 0.623319506266607    | 0.027386728852575686   | 0.5151515151515151  | 1431687176622280   | 0.49174523407272147  | -0.5964831787375978  | 0.45454545454545453 | 0.48484848484848486 |
| MCY  | 22  | 0.2818797622343914   | 0.022173518071494334   | 0.5                 | 1409537775904810   | 0.36534566202296276  | -0.4071227310929157  | 0.45454545454545453 | 0.36363636363636365 |
| MD   | 42  | -0.05760387984737514 | 0.010321067937822934   | 0.42857142857142855 | 11514155632070600  | 0.2020116637807282   | -0.7630089579936137  | 0.40476190476190477 | 0.5714285714285714  |
| MDU  | 20  | 11573839396969400    | 0.04866768551141097    | 0.7                 | 2160404297744410   | 0.7383305670757272   | -0.28761711297980197 | 0.5                 | 0.3                 |
| MGEE | 18  | 0.3658222754454252   | 0.023903583320174237   | 0.6666666666666666  | 16100917489783200  | 0.42926879011648633  | -0.12675327794964622 | 0.3333333333333333  | 0.3333333333333333  |
| MHK  | 39  | -0.5275857198916929  | -0.007473185408549649  | 0.38461538461538464 | 0.9012902548575338 | -0.15059637953455404 | -0.6188451249643743  | 0.38461538461538464 | 0.5897435897435898  |
| MHO  | 39  | 0.3190231318968295   | 0.020142279001663897   | 0.46153846153846156 | 13027028369712400  | 0.3826082889288287   | -0.5424816419189953  | 0.46153846153846156 | 0.5128205128205128  |
| MKTX | 32  | -0.5520136038841164  | -0.015198366556188189  | 0.34375             | 0.8000002339304042 | -0.2786516487193836  | -0.7118340357332282  | 0.34375             | 0.65625             |
| MLKN | 48  | -0.2481827709101745  | 0.0070956909557198895  | 0.4166666666666667  | 10976155034454900  | 0.14081180701881021  | -0.7101517122802525  | 0.4166666666666667  | 0.5625              |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| MMI  | 29 | -0.3711360157625292  | -0.007605017283726601  | 0.3793103448275862  | 0.8839843357252977 | -0.14137435336015697 | -0.4235679339385513  | 0.3448275862068966  | 0.5517241379310345  |
| MMSI | 24 | 1783106600881470     | 0.05265544158138737    | 0.6666666666666666  | 22115861617093300  | 0.9044052927932636   | -0.23401324880765034 | 0.625               | 0.3333333333333333  |
| MNRO | 39 | -0.6003068362181447  | -0.013354240821489439  | 0.3333333333333333  | 0.8236697555453883 | -0.2647063395115018  | -0.7244462856602654  | 0.3333333333333333  | 0.6410256410256411  |
| MOH  | 34 | 2625407403827130     | 0.048408886422068156   | 0.6176470588235294  | 2022007871068890   | 0.9728401738310117   | -0.4880750664857702  | 0.6176470588235294  | 0.38235294117647056 |
| MPT  | 44 | -0.5174225760224522  | -0.004279511291051554  | 0.38636363636363635 | 0.941712544232012  | -0.08662736026820948 | -0.7772141878117328  | 0.36363636363636365 | 0.5909090909090909  |
| MRCY | 37 | 0.29045558159248386  | 0.020827434444748997   | 0.5135135135135135  | 13048693176832500  | 0.35269954987037894  | -0.6129823543529105  | 0.4864864864864865  | 0.4864864864864865  |
| MRTN | 26 | 0.478195861268466    | 0.023945796596584967   | 0.4230769230769231  | 146832379485368    | 0.40154957073941094  | -0.5085765498192074  | 0.4230769230769231  | 0.46153846153846156 |
| MSEX | 28 | -0.02155788146287363 | 0.007725253711071127   | 0.4642857142857143  | 11307902740374900  | 0.14295622052990872  | -0.5167128149015964  | 0.39285714285714285 | 0.5357142857142857  |
| MSG5 | 18 | 0.43794836895357436  | 0.029269608596661428   | 0.5555555555555556  | 1571805703168310   | 0.45147033498712696  | -0.18976051314784306 | 0.4444444444444444  | 0.3888888888888889  |
| MTCH | 50 | -0.5948706507397056  | -0.0076991691519272066 | 0.38                | 0.8952054578425661 | -0.18040933882887944 | -0.8099586510323771  | 0.36                | 0.62                |
| MTH  | 35 | 0.00845945554542693  | 0.010165423941659387   | 0.45714285714285713 | 11599386236109600  | 0.20710170496185012  | -0.4000866892045071  | 0.45714285714285713 | 0.5142857142857142  |
| MTRN | 31 | 0.8019707205187525   | 0.029967222020558165   | 0.5161290322580645  | 15283850289367800  | 0.5300551795328936   | -0.36701982802221034 | 0.4838709677419355  | 0.45161290322580644 |
| MTUS | 47 | 0.43624630079376625  | 0.019660546940773842   | 0.48936170212765956 | 13030373700569700  | 0.41613469431478056  | -0.5768445472641969  | 0.46808510638297873 | 0.48936170212765956 |
| MTX  | 29 | 0.317911423926297    | 0.018707489065061617   | 0.4827586206896552  | 13369749313792800  | 0.3408510681429476   | -0.40298405008401206 | 0.4482758620689655  | 0.4482758620689655  |
| MWA  | 28 | 27906265463915100    | 0.05794556626184992    | 0.6428571428571429  | 23846131456105100  | 10743757549411200    | -0.28806452233508817 | 0.5714285714285714  | 0.35714285714285715 |
| MXL  | 63 | -0.0834861992597814  | 0.012824161972524228   | 0.4603174603174603  | 11735925679426900  | 0.3102080736297937   | -0.7645316071104706  | 0.4444444444444444  | 0.5396825396825397  |
| MYRG | 35 | 15535972179884200    | 0.0398916534550329     | 0.5714285714285714  | 16851939457045100  | 0.736937093575899    | -0.4194901394230111  | 0.5428571428571428  | 0.4                 |
| NAVI | 36 | 0.3308958448622432   | 0.021388578731642946   | 0.5                 | 13123151650092400  | 0.4054617152408544   | -0.45702188266202765 | 0.5                 | 0.5                 |
| NBHC | 26 | 12026590728842800    | 0.04068501752218234    | 0.5769230769230769  | 1806041857420210   | 0.6807709798482443   | -0.29863753211749583 | 0.5                 | 0.4230769230769231  |
| NBTB | 24 | 0.7253551258171163   | 0.03203766643304843    | 0.5416666666666666  | 16457969136617100  | 0.5106610786136512   | -0.24882962223544605 | 0.4166666666666667  | 0.4166666666666667  |
| NEO  | 68 | -0.8125262288211591  | -0.012165098029714808  | 0.38235294117647056 | 0.8521546221039595 | -0.31407856132882156 | -0.9105058358023421  | 0.38235294117647056 | 0.6176470588235294  |
| NEOG | 45 | -0.7317531630344789  | -0.016921619806246874  | 0.3555555555555557  | 0.7939329978944262 | -0.34190214811755953 | -0.926981038018325   | 0.3555555555555557  | 0.6444444444444445  |
| NGVT | 48 | 0.11561223713993862  | 0.014984515266584056   | 0.4583333333333333  | 12136758187474200  | 0.3059420648610762   | -0.5832692431780464  | 0.4583333333333333  | 0.5416666666666666  |
| NHC  | 22 | 13350830758017800    | 0.04745031991566189    | 0.6363636363636364  | 21806736026839700  | 0.788297442576413    | -0.21432226528993586 | 0.5                 | 0.3181818181818182  |
| NMIH | 34 | 0.17232055025240922  | 0.015618902531740319   | 0.5294117647058824  | 1250029062632410   | 0.27590170420600385  | -0.6947285617780734  | 0.4117647058823529  | 0.47058823529411764 |
| NOG  | 56 | -0.32012679771759    | 0.008303087207154218   | 0.42857142857142855 | 1109402527252360   | 0.1759206212283737   | -0.6657349864264761  | 0.42857142857142855 | 0.5535714285714286  |
| NPK  | 22 | 15772045672992600    | 0.05274347977789347    | 0.6363636363636364  | 2257440882100240   | 0.849836856777684    | -0.2435903203700089  | 0.5                 | 0.36363636363636365 |
| NPO  | 26 | 15505143565768500    | 0.047331712161905015   | 0.6538461538461539  | 19731922114953200  | 0.8019590027012011   | -0.3944729157733571  | 0.5769230769230769  | 0.34615384615384615 |
| NSIT | 28 | 0.42577288884367404  | 0.02244874013151683    | 0.5357142857142857  | 14037302893874000  | 0.4009135731264792   | -0.6272102744587752  | 0.4642857142857143  | 0.42857142857142855 |
| NSP  | 32 | -0.7619955413560014  | -0.03185499624222519   | 0.375               | 0.652759954279827  | -0.5574829244199142  | -0.7447355215236581  | 0.375               | 0.625               |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| NSSC | 38 | -0.30270199414706855 | 0.006844896284109636   | 0.47368421052631576 | 1085337313332570   | 0.1254527056078756    | -0.7099809543489273  | 0.47368421052631576 | 0.5263157894736842  |
| NTCT | 26 | 0.29086441557011566  | 0.017397825924765416   | 0.5                 | 13416095206048300  | 0.3360098371404854    | -0.29872502295139897 | 0.38461538461538464 | 0.46153846153846156 |
| NVRI | 55 | -0.49442863380227775 | 0.002348578052576032   | 0.43636363636363634 | 10294078351696000  | 0.051903623837218735  | -0.8286899413309111  | 0.43636363636363634 | 0.5636363636363636  |
| NWBI | 20 | 0.323003147139012    | 0.022031799047487262   | 0.5                 | 14570741573521400  | 0.3583789298067101    | -0.22215801679085434 | 0.4                 | 0.35                |
| NWL  | 42 | -0.3453586636098862  | 0.004063176339223186   | 0.4523809523809524  | 10521376280468300  | 0.07571198681298563   | -0.7404167459489137  | 0.4523809523809524  | 0.5476190476190477  |
| NWN  | 16 | 0.3383647404435177   | 0.024762568772826954   | 0.625               | 16797158224220900  | 0.3855041848723508    | -0.21134989065045653 | 0.3125              | 0.25                |
| NX   | 38 | 0.35157292485912284  | 0.020423309997739694   | 0.47368421052631576 | 1304604361942520   | 0.3913925817283086    | -0.5715387299372643  | 0.47368421052631576 | 0.5263157894736842  |
| NXRT | 31 | -0.31284778600513374 | 0.00022058478885642085 | 0.45161290322580644 | 0.9970037712372599 | -0.004020908656849456 | -0.5965816298977709  | 0.41935483870967744 | 0.5483870967741935  |
| OFG  | 27 | 26241591396576100    | 0.05786508282711717    | 0.6296296296296297  | 2528305070538790   | 1048193318333180      | -0.3350570628776349  | 0.48148148148148145 | 0.3333333333333333  |
| OI   | 47 | 15124981183069800    | 0.03265779998581833    | 0.48936170212765956 | 153153841858101    | 0.6527007722976496    | -0.5192800324183995  | 0.46808510638297873 | 0.5106382978723404  |
| OII  | 61 | 23072417024149800    | 0.03494405340498329    | 0.5081967213114754  | 15460425660405300  | 0.7800542009835131    | -0.4672996384870993  | 0.4918032786885246  | 0.4918032786885246  |
| OMCL | 36 | -0.5926828700424192  | -0.00987305893456377   | 0.3888888888888889  | 0.8824197811650902 | -0.16598487191236308  | -0.8568107778840037  | 0.3888888888888889  | 0.6111111111111112  |
| OPLN | 37 | -0.06998828354348385 | 0.01113919369388327    | 0.4594594594594595  | 11540869103899000  | 0.20216319172601455   | -0.5363470188171275  | 0.4594594594594595  | 0.5405405405405406  |
| OSIS | 25 | 2354828658830770     | 0.05955566297629678    | 0.6                 | 23509300148700100  | 10059113005626400     | -0.3240604511225476  | 0.52                | 0.4                 |
| OTTR | 19 | 0.13585955279782036  | 0.015035109164239276   | 0.5263157894736842  | 12845721346622900  | 0.25746754440748304   | -0.28424826276657633 | 0.42105263157894735 | 0.42105263157894735 |
| OUT  | 44 | 0.12799988453582545  | 0.015341003852062628   | 0.5                 | 12221856635785500  | 0.3140251534593102    | -0.6540889694544305  | 0.4772727272727273  | 0.5                 |
| OXM  | 45 | 0.10006312353512481  | 0.01375556090145632    | 0.4444444444444444  | 12036909050397200  | 0.2850835996181073    | -0.6383801631097864  | 0.4444444444444444  | 0.5333333333333333  |
| PAHC | 40 | 0.5652285821329377   | 0.023092086758745585   | 0.475               | 13689895055627100  | 0.46912221017957556   | -0.6099116459028326  | 0.45                | 0.5                 |
| PARR | 60 | -0.344854336976145   | 0.005924791444698963   | 0.4166666666666667  | 108062509213004    | 0.14317325274289974   | -0.6479747795200647  | 0.4166666666666667  | 0.5666666666666667  |
| PATK | 38 | 0.7498493942533484   | 0.029287599568531577   | 0.5526315789473685  | 1443698357648460   | 0.5682570485613555    | -0.5731966048564103  | 0.5263157894736842  | 0.4473684210526316  |
| PAYC | 36 | -0.6157737597703787  | -0.012065683915843572  | 0.3888888888888889  | 0.8530321011879435 | -0.2063228775949869   | -0.7174308872641846  | 0.3888888888888889  | 0.5833333333333334  |
| PBH  | 18 | 0.20155156303791255  | 0.019135456703890864   | 0.5                 | 1368659827106600   | 0.2792965275233399    | -0.26223430089642    | 0.3333333333333333  | 0.3333333333333333  |
| PBI  | 50 | 0.01965458110599716  | 0.012098069756220043   | 0.42                | 11805106695508600  | 0.27137099196975645   | -0.6056537188276975  | 0.4                 | 0.58                |
| PCRX | 39 | -0.4787166641250251  | -0.00412189732654592   | 0.4358974358974359  | 0.9446458462484448 | -0.07898188009070543  | -0.7967755079962324  | 0.4358974358974359  | 0.5641025641025641  |
| PDFS | 42 | -0.26639597997997333 | 0.004314800784831757   | 0.4523809523809524  | 1059967810178320   | 0.09050871324792462   | -0.5759491032793835  | 0.42857142857142855 | 0.5476190476190477  |
| PEB  | 44 | -0.533935714121639   | -0.004220951907737912  | 0.4318181818181818  | 0.9465225771739653 | -0.07937918613823366  | -0.7062671527824474  | 0.38636363636363635 | 0.5681818181818182  |
| PENN | 57 | -0.6322278219579307  | -0.0015791631529889396 | 0.40350877192982454 | 0.9806557861420258 | -0.03134669979311376  | -0.7326434411750106  | 0.40350877192982454 | 0.5789473684210527  |
| PFBC | 26 | 2287713194199100     | 0.057502030209558797   | 0.6153846153846154  | 22967443178317500  | 0.9652830280010083    | -0.2837923212985115  | 0.46153846153846156 | 0.38461538461538464 |
| PFS  | 39 | 0.8579024391184396   | 0.026951122447329216   | 0.5128205128205128  | 1459028694484960   | 0.5514653910406082    | -0.4724008645195306  | 0.5128205128205128  | 0.48717948717948717 |
| PIPR | 36 | 3053492278463710     | 0.05010057220444404    | 0.6111111111111112  | 20470689434770300  | 10855993182456700     | -0.4885483182080067  | 0.6111111111111112  | 0.3333333333333333  |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| PJT  | 28 | 19775716828178200    | 0.049255509428127335   | 0.6071428571428571  | 20849781800125400  | 0.9417342682813902    | -0.31303139464943014 | 0.5357142857142857  | 0.35714285714285715 |
| PLAB | 43 | 16837332237049600    | 0.035819746722727155   | 0.5348837209302325  | 16035529309868900  | 0.7035953734506586    | -0.41081674462854567 | 0.5348837209302325  | 0.4418604651162791  |
| PLUS | 31 | 0.3418397165770646   | 0.0211302889892577     | 0.4838709677419355  | 13300922979673900  | 0.3738393019496217    | -0.39168322015946155 | 0.4838709677419355  | 0.5161290322580645  |
| PLXS | 26 | 0.9159305044277721   | 0.036207224314727234   | 0.5384615384615384  | 16890997306313100  | 0.6032316193602828    | -0.3827443974601713  | 0.5                 | 0.34615384615384615 |
| PMT  | 30 | -0.6697735796192361  | -0.01864476712185034   | 0.3                 | 0.7846104466187521 | -0.2604266418141809   | -0.6805412322202825  | 0.26666666666666666 | 0.6                 |
| POWI | 43 | -0.5995366282702101  | -0.011797588196596175  | 0.3488372093023256  | 0.8368020144806454 | -0.26276372013963845  | -0.7731541604157105  | 0.3488372093023256  | 0.6511627906976745  |
| POWL | 49 | 33446131743428100    | 0.0458196574018749     | 0.4897959183673469  | 17556319409779900  | 0.8982798727540461    | -0.5474446003760224  | 0.4897959183673469  | 0.4897959183673469  |
| PRA  | 30 | 0.05711719135790694  | 0.017779160269908664   | 0.5                 | 1242510289801970   | 0.2721706178631403    | -0.4673191656911985  | 0.46666666666666667 | 0.5                 |
| PRAA | 39 | -0.5433047390113259  | -0.007435942211433562  | 0.41025641025641024 | 0.9046709216613215 | -0.14788125261834098  | -0.6892395376412771  | 0.38461538461538464 | 0.5897435897435898  |
| PRDO | 26 | 1307988159118320     | 0.046556487262878414   | 0.5                 | 18311247154131800  | 0.6209899746279212    | -0.2844186625928694  | 0.46153846153846156 | 0.46153846153846156 |
| PRG  | 43 | -0.4725302909425677  | 0.002755252869922616   | 0.4418604651162791  | 10331182812854600  | 0.044548264459567256  | -0.843752846554724   | 0.3953488372093023  | 0.5581395348837209  |
| PRGO | 29 | -0.4957034118648451  | -0.013281897551160807  | 0.41379310344827586 | 0.8186763682797675 | -0.22306304039329308  | -0.5521611419546278  | 0.3103448275862069  | 0.5862068965517241  |
| PRGS | 21 | 0.6280675659906332   | 0.031916924333713084   | 0.5238095238095238  | 1669140013985680   | 0.5159628582368283    | -0.299156355334584   | 0.47619047619047616 | 0.38095238095238093 |
| PRIM | 37 | 0.8834411762151715   | 0.02841929823169084    | 0.5135135135135135  | 14863114653872200  | 0.5871557105281361    | -0.4584446537244457  | 0.5135135135135135  | 0.4594594594594595  |
| PRK  | 19 | 0.10479518274398858  | 0.01467084731323629    | 0.42105263157894735 | 12593685558936000  | 0.2187677060385272    | -0.247930115825937   | 0.3684210526315789  | 0.47368421052631576 |
| PRKS | 46 | 0.23360540055316958  | 0.01928897166360831    | 0.5                 | 12635374518773900  | 0.3935244747717273    | -0.5436742413202562  | 0.5                 | 0.5                 |
| PRLB | 43 | -0.743581357580928   | -0.019853117786991167  | 0.3488372093023256  | 0.7564779355294634 | -0.41056153036808507  | -0.8605461582049447  | 0.32558139534883723 | 0.6511627906976745  |
| PRSU | 48 | -0.4819305749477155  | -0.0002778807596656065 | 0.4166666666666667  | 0.9964113426943446 | -0.005901671690153753 | -0.6402522860511969  | 0.3958333333333333  | 0.5833333333333334  |
| PSMT | 22 | 15908596421241800    | 0.05203195174218081    | 0.5909090909090909  | 23555085774584900  | 0.9326950169435134    | -0.3685023847879578  | 0.5454545454545454  | 0.3181818181818182  |
| PTCT | 48 | -0.3083670207258985  | 0.005891330246176785   | 0.4375              | 10807003694314800  | 0.12587521470980936   | -0.7300973685047122  | 0.4166666666666667  | 0.5625              |
| PTEN | 57 | -0.901104082420678   | -0.02696575298527863   | 0.3684210526315789  | 0.6853368994228113 | -0.6410990608306303   | -0.9104285847427654  | 0.3333333333333333  | 0.631578947368421   |
| PZZA | 41 | -0.5861374672674771  | -0.010994623234807873  | 0.34146341463414637 | 0.8525732296692965 | -0.236988067942534    | -0.7358691535958167  | 0.34146341463414637 | 0.6097560975609756  |
| QDEL | 51 | -0.43050121180109857 | 0.0032701556440116884  | 0.45098039215686275 | 10418581532997200  | 0.06774199275585964   | -0.7923359147181984  | 0.43137254901960786 | 0.5490196078431373  |
| QNST | 50 | 0.06293861483103136  | 0.013883471920204058   | 0.48                | 1198822950940900   | 0.3139065909679555    | -0.7496506426211494  | 0.46                | 0.52                |
| QRVO | 31 | -0.3265538466958796  | -92200000000           | 0.45161290322580644 | 0.9987634642685679 | -0.00152455390886176  | -0.6386986951030315  | 0.41935483870967744 | 0.5483870967741935  |
| QTWO | 43 | -0.745871863895456   | -0.020758463973783906  | 0.37209302325581395 | 0.7479769656283466 | -0.4800158899963245   | -0.7966513755440212  | 0.37209302325581395 | 0.627906976744186   |
| RAMP | 47 | -0.48507383616113164 | -0.003042042699165937  | 0.44680851063829785 | 0.9588780466222458 | -0.06923117520692482  | -0.8144016150292974  | 0.425531914893617   | 0.5531914893617021  |
| RDN  | 28 | 13138684308072100    | 0.04132063425154449    | 0.6071428571428571  | 1823411581280770   | 0.6866490787206151    | -0.47615180597245893 | 0.4642857142857143  | 0.39285714285714285 |
| RDNT | 44 | 4330115608026610     | 0.05184876138467275    | 0.5454545454545454  | 19360343628638100  | 10476425232726000     | -0.4182614617129893  | 0.5454545454545454  | 0.4318181818181818  |
| RES  | 58 | 0.5418540817880524   | 0.021336390524890572   | 0.46551724137931033 | 13138215346527500  | 0.47073510612745545   | -0.5127097780191978  | 0.46551724137931033 | 0.5172413793103449  |

|       |    |                      |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|-------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| REX   | 42 | 510710404580682      | 0.05683028801661461    | 0.5952380952380952  | 21203598850935000  | 11190375626493400     | -0.46373591656584084 | 0.5952380952380952  | 0.40476190476190477 |
| RHI   | 28 | -0.6133530052869737  | -0.024703081286994     | 0.32142857142857145 | 0.6810899293876271 | -0.45208715982594466  | -0.6864446766661454  | 0.2857142857142857  | 0.6428571428571429  |
| RHP   | 34 | 0.09448169318502386  | 0.01875562791030545    | 0.5                 | 1259793700679510   | 0.3101029937378993    | -0.6817645358966483  | 0.47058823529411764 | 0.47058823529411764 |
| RITM  | 33 | 0.9801043672996403   | 0.04169357400756984    | 0.5757575757575758  | 16117141797685300  | 0.5753382314056551    | -0.6899031194789417  | 0.48484848484848486 | 0.3939393939393939  |
| RNG   | 63 | -0.5603966846946596  | -59100000000           | 0.42857142857142855 | 0.9992347273002455 | -0.001431389323479538 | -0.8774375819184879  | 0.4126984126984127  | 0.5714285714285714  |
| RNST  | 32 | 0.5918438228134792   | 0.024687906843265536   | 0.46875             | 14358402538792400  | 0.46538221192304674   | -0.308170782282461   | 0.4375              | 0.5                 |
| ROCK  | 33 | -0.19803093641110148 | 0.005035020746139306   | 0.45454545454545453 | 1070891524998230   | 0.0868784412688698    | -0.535059105025054   | 0.42424242424242425 | 0.5454545454545454  |
| ROG   | 26 | -0.3005013467852353  | 0.006245911969289831   | 0.5                 | 10804256492035100  | 0.08260076758968429   | -0.7737440810234529  | 0.5                 | 0.5                 |
| RRR   | 44 | 0.2467216320266914   | 0.019599120456012167   | 0.5454545454545454  | 1279008573690890   | 0.3981174724201558    | -0.7392018696267528  | 0.5227272727272727  | 0.4318181818181818  |
| RUN   | 96 | -0.4544064212581944  | 0.006192180203878597   | 0.4166666666666667  | 10853547119681000  | 0.2054470857544359    | -0.8955859604893092  | 0.4166666666666667  | 0.5729166666666666  |
| RUSHA | 29 | 15313789082712100    | 0.0421460388798083     | 0.5517241379310345  | 18885075726547200  | 0.7917843790329969    | -0.24372493138626758 | 0.5172413793103449  | 0.41379310344827586 |
| RWT   | 36 | -0.45892406623656024 | -0.0001683530384638902 | 0.4444444444444444  | 0.9980038368895343 | 0.0027574704671631607 | -0.6578134593983009  | 0.4166666666666667  | 0.5277777777777778  |
| SABR  | 79 | -0.7459807385316573  | -0.003847008153427588  | 0.4050632911392405  | 0.9516479509863811 | -0.10546502609111964  | -0.7796032213629305  | 0.4050632911392405  | 0.5949367088607594  |
| SAFE  | 46 | -0.9201012511356663  | -0.04133977173160886   | 0.32608695652173914 | 0.5707073857865574 | -0.8894558197499113   | -0.9074209015819754  | 0.2826086956521739  | 0.6739130434782609  |
| SAFT  | 13 | 0.09278756246673137  | 0.012141260237237519   | 0.46153846153846156 | 12969941830617100  | 0.20141663525682874   | -0.19125011199235045 | 0.3076923076923077  | 0.23076923076923078 |
| SAH   | 39 | 0.6832871559041014   | 0.025412344261424937   | 0.5128205128205128  | 14056762169948200  | 0.4924297279130856    | -0.4994074942951824  | 0.5128205128205128  | 0.46153846153846156 |
| SANM  | 32 | 5525119791211510     | 0.07177949144591567    | 0.625               | 26780224092588900  | 12899137284296900     | -0.2687092753739757  | 0.59375             | 0.34375             |
| SBCF  | 34 | 10566165355347200    | 0.03167118654032963    | 0.5                 | 15781889838771400  | 0.6001946355108517    | -0.3549435369084375  | 0.47058823529411764 | 0.4411764705882353  |
| SBH   | 46 | -0.8186238705041152  | -0.025855260137376938  | 0.30434782608695654 | 0.6921288453623533 | -0.5568369950592349   | -0.850786770515453   | 0.30434782608695654 | 0.6739130434782609  |
| SBSI  | 24 | 0.5361243982574018   | 0.02628557787454924    | 0.5                 | 15383347687682300  | 0.4403193737037113    | -0.16968151928950215 | 0.4166666666666667  | 0.4166666666666667  |
| SCHL  | 33 | -0.3901835149241073  | -0.001847906084266114  | 0.48484848484848486 | 0.9758918669324608 | -0.03220849643104858  | -0.6290535543285294  | 0.42424242424242425 | 0.48484848484848486 |
| SCL   | 25 | -0.15498695211627656 | 0.0025929845925736685  | 0.44                | 1041678481012720   | 0.04159015050926198   | -0.6522985340177706  | 0.36                | 0.52                |
| SCSC  | 33 | 25212632490831800    | 0.05096841382820563    | 0.5757575757575758  | 19704226759103300  | 0.8719653997123759    | -0.360941293894093   | 0.5757575757575758  | 0.3939393939393939  |
| SEDG  | 81 | -0.01776575807847247 | 0.01590209216761006    | 0.43209876543209874 | 12100078212491600  | 0.4071871856763632    | -0.903086531873388   | 0.43209876543209874 | 0.5555555555555556  |
| SEM   | 35 | 0.19435886486263776  | 0.017852547642545322   | 0.4857142857142857  | 12588506426690000  | 0.3183996781067192    | -0.5935804209663358  | 0.45714285714285713 | 0.5142857142857142  |
| SFBS  | 26 | 1090347158108790     | 0.04126134398533272    | 0.5384615384615384  | 17366550737499200  | 0.6204185942830237    | -0.5227790527951717  | 0.5                 | 0.4230769230769231  |
| SFNC  | 35 | 0.007771473939914619 | 0.00984908770729537    | 0.4857142857142857  | 11601877408361600  | 0.191286592012875     | -0.357559036671154   | 0.42857142857142855 | 0.5428571428571428  |
| SHAK  | 53 | 0.1060002577398067   | 0.015244955277970883   | 0.4339622641509434  | 12178575322058300  | 0.3362917929836362    | -0.5576179018679989  | 0.41509433962264153 | 0.5660377358490566  |
| SHEN  | 42 | 0.32561519133849304  | 0.016926348235625614   | 0.4523809523809524  | 12733067112858500  | 0.34692951166363967   | -0.42675808695287887 | 0.4523809523809524  | 0.5476190476190477  |
| SHO   | 32 | 0.12069321640785335  | 0.013107817659519932   | 0.4375              | 12218042415779900  | 0.25099435725852565   | -0.2819392527280567  | 0.40625             | 0.5                 |

|      |    |                       |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| SHOO | 30 | 0.28845331094038507   | 0.01762454735412531    | 0.5                 | 13081660803065600  | 0.33346790302590623  | -0.43998382176179096 | 0.4333333333333333  | 0.5                 |
| SIG  | 53 | 0.6100529472859746    | 0.024457878024996646   | 0.49056603773584906 | 1349730047553770   | 0.5216253590210013   | -0.6443706584765074  | 0.49056603773584906 | 0.49056603773584906 |
| SKT  | 35 | 2029184326669760      | 0.046971391649954015   | 0.5142857142857142  | 18047007888555000  | 0.7388020810003102   | -0.523736962133481   | 0.45714285714285713 | 0.4857142857142857  |
| SKY  | 44 | 13141078773959100     | 0.030724728207618932   | 0.5227272727272727  | 151209206307203    | 0.6610542027395845   | -0.4186789206953625  | 0.5227272727272727  | 0.4772727272727273  |
| SKYW | 51 | -0.6755153532803064   | -0.005122500935585382  | 0.4117647058823529  | 0.9370185561448571 | -0.10418944358800299 | -0.8621954623940266  | 0.39215686274509803 | 0.5882352941176471  |
| SLG  | 47 | -0.055156680492827403 | 0.009262579218910898   | 0.44680851063829785 | 11413563311119600  | 0.21168248193036268  | -0.603796957320166   | 0.425531914893617   | 0.5531914893617021  |
| SM   | 71 | -0.639911584554035    | 0.009074906972404703   | 0.4507042253521127  | 11101283391644400  | 0.18091293676919545  | -0.8506652341215969  | 0.43661971830985913 | 0.5492957746478874  |
| SMP  | 23 | 0.04492184581910852   | 0.01054419074822516    | 0.43478260869565216 | 11804750509815700  | 0.1786022069395789   | -0.38973491884490663 | 0.43478260869565216 | 0.4782608695652174  |
| SMTC | 50 | -0.4624155899547676   | 0.0015745991356210303  | 0.48                | 1020501061294400   | 0.03448495147342628  | -0.8561897954397923  | 0.46                | 0.52                |
| SNEX | 28 | 65802522334819700     | 0.08500359252764482    | 0.7142857142857143  | 33291293512031200  | 14938052941830900    | -0.15770474213096936 | 0.6785714285714286  | 0.2857142857142857  |
| SPNT | 27 | 24475576292332400     | 0.05710736918419878    | 0.6296296296296297  | 22116261333728200  | 0.985176844755225    | -0.5741175978960085  | 0.6296296296296297  | 0.37037037037037035 |
| SPSC | 31 | 0.0571284646463901    | 0.014032842911155105   | 0.5161290322580645  | 12058167635941500  | 0.2440148187232508   | -0.5431840186247232  | 0.4838709677419355  | 0.4838709677419355  |
| SRPT | 49 | -0.3627330492755523   | 0.009491124973323734   | 0.4897959183673469  | 11196920954791200  | 0.17435488956743594  | -0.6052882559483147  | 0.4897959183673469  | 0.4897959183673469  |
| SSTK | 43 | -0.40730674333627137  | -0.0011031888906845699 | 0.3953488372093023  | 0.9847265493594627 | -0.02270047662757075 | -0.8141714834484965  | 0.3953488372093023  | 0.5813953488372093  |
| STAA | 64 | -0.7515498252476609   | -0.009098115592892551  | 0.359375            | 0.8845766230193919 | -0.22746008951781363 | -0.8996898746616853  | 0.359375            | 0.640625            |
| STBA | 25 | 0.3914250919622093    | 0.022608466507099564   | 0.52                | 14013123646481500  | 0.37858163478823725  | -0.2894418290282383  | 0.4                 | 0.48                |
| STC  | 26 | 0.6906283981420234    | 0.0303878139712919     | 0.5                 | 15521212090560500  | 0.5292729019219204   | -0.47683043009041504 | 0.5                 | 0.46153846153846156 |
| STRA | 27 | -0.11837353399479267  | 0.005044102098150933   | 0.4444444444444444  | 10801385867106400  | 0.08808294753999472  | -0.5736627926482956  | 0.37037037037037035 | 0.48148148148148145 |
| SUPN | 26 | 13054192536661600     | 0.043821874560101226   | 0.5384615384615384  | 1837486127332760   | 0.7138327187837837   | -0.3747807309162556  | 0.5                 | 0.4230769230769231  |
| SXI  | 30 | 16390972102522000     | 0.0429503450716491     | 0.5666666666666667  | 18728113886867400  | 0.811285545180454    | -0.39777629858680075 | 0.5666666666666667  | 0.36666666666666664 |
| SXT  | 22 | 0.17670848595694588   | 0.01608932961293338    | 0.5                 | 12998938222417500  | 0.2730135635971477   | -0.410602805724465   | 0.36363636363636365 | 0.5                 |
| TBBK | 53 | 3614081331684910      | 0.04228830463471595    | 0.5471698113207547  | 1712652423454740   | 0.9931734417091782   | -0.3855119322873924  | 0.5283018867924528  | 0.4528301886792453  |
| TDC  | 29 | 0.4128573357724963    | 0.02538054775612803    | 0.4827586206896552  | 13859216865779700  | 0.38191141511463     | -0.5610647734557437  | 0.4827586206896552  | 0.4827586206896552  |
| TDS  | 38 | 23409584545454300     | 0.04470784027250605    | 0.5789473684210527  | 17966401375928600  | 0.8652644440866316   | -0.3285906417657726  | 0.5526315789473685  | 0.42105263157894735 |
| TDW  | 62 | 0.9201487609622594    | 0.02298371135920632    | 0.4838709677419355  | 13515470457758800  | 0.5853698062897366   | -0.5992533042763891  | 0.4838709677419355  | 0.5                 |
| TFIN | 44 | 0.3497195680592986    | 0.018927935731773766   | 0.4772727272727273  | 128985696460953    | 0.40043189991065414  | -0.5939383182205253  | 0.45454545454545453 | 0.5227272727272727  |
| TFX  | 29 | -0.515863227528794    | -0.016054287741682417  | 0.3793103448275862  | 0.775216133497358  | -0.294623169178157   | -0.6116497545772478  | 0.3103448275862069  | 0.5862068965517241  |
| TGTX | 73 | -0.8774538433802043   | -0.006746372654536525  | 0.3835616438356164  | 0.928121478864934  | -0.144567750203631   | -0.9752923773445353  | 0.3835616438356164  | 0.6027397260273972  |
| THRM | 37 | -0.3992336125720968   | -0.004710455605701239  | 0.40540540540540543 | 0.9304876292314731 | -0.09829345335838816 | -0.7657062545067582  | 0.35135135135135137 | 0.5945945945945946  |
| TILE | 40 | 13333187880970200     | 0.03495270399791947    | 0.525               | 1558639408487130   | 0.6419357051657784   | -0.5467684310176771  | 0.5                 | 0.475               |

|      |    |                       |                        |                     |                    |                      |                      |                     |                     |
|------|----|-----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| TMP  | 31 | 0.22085466018425004   | 0.016969061283319417   | 0.4838709677419355  | 12687583153963900  | 0.3009278705481681   | -0.36424378058411006 | 0.4838709677419355  | 0.5161290322580645  |
| TNC  | 26 | 0.5400219908132935    | 0.0251281404786477     | 0.5384615384615384  | 14908160287320800  | 0.46379685192608705  | -0.3331198271665002  | 0.46153846153846156 | 0.4230769230769231  |
| TNDM | 62 | -0.7569777032057465   | -0.00977731713691393   | 0.3870967741935484  | 0.8785224735684154 | -0.2530072986333757  | -0.891891248429184   | 0.3870967741935484  | 0.6129032258064516  |
| TPH  | 29 | -0.1371295788220661   | 0.006777807682543878   | 0.4482758620689655  | 10969540629219800  | 0.11748428678495722  | -0.43038823084725225 | 0.4482758620689655  | 0.5172413793103449  |
| TR   | 17 | 0.5585463686067373    | 0.03333881912000461    | 0.5882352941176471  | 18491792805015400  | 0.5342700254513099   | -0.2929676333428299  | 0.35294117647058826 | 0.35294117647058826 |
| TRIP | 53 | -0.3129690319566364   | 0.005955154112721496   | 0.41509433962264153 | 1082805943999690   | 0.1270826269008456   | -0.7075021072198745  | 0.39622641509433965 | 0.5849056603773585  |
| TRMK | 25 | 131337639967006       | 0.04315824702051917    | 0.6                 | 19229385163369300  | 0.7531688531734121   | -0.30606472350193664 | 0.52                | 0.4                 |
| TRN  | 28 | 0.4677822256456934    | 0.023716576711102857   | 0.5357142857142857  | 14195698375488100  | 0.41910752062362355  | -0.2704573020121765  | 0.4642857142857143  | 0.4642857142857143  |
| TRNO | 21 | 0.38235690890850416   | 0.024246742552478332   | 0.5714285714285714  | 14728154666053500  | 0.40501512487890284  | -0.24737745878842352 | 0.38095238095238093 | 0.42857142857142855 |
| TRST | 26 | 16875058895094400     | 0.048746420168025446   | 0.5769230769230769  | 20350821611018000  | 0.8173540004014419   | -0.3216633692809837  | 0.5769230769230769  | 0.34615384615384615 |
| TRUP | 65 | -0.6132998334008996   | -0.0017623883229440302 | 0.4307692307692308  | 0.9773113592504891 | -0.04628167980112484 | -0.812214061556537   | 0.4153846153846154  | 0.5692307692307692  |
| TWO  | 30 | 0.07890247941438044   | 0.02159389715282609    | 0.43333333333333335 | 13032479075872300  | 0.27089431272178244  | -0.5258596729885533  | 0.4                 | 0.5                 |
| UA   | 50 | -0.7945962618754252   | -0.019099837699126855  | 0.38                | 0.774999478509529  | -0.4155191812964354  | -0.7935552802167826  | 0.36                | 0.62                |
| UAA  | 56 | -0.3181986668235245   | 0.005872804376374204   | 0.44642857142857145 | 10794824056230100  | 0.13356437443881608  | -0.6481347467917344  | 0.42857142857142855 | 0.5535714285714286  |
| UCB  | 35 | 0.0070878763556954105 | 0.010610089239740618   | 0.45714285714285713 | 11635960211253200  | 0.20429556917635266  | -0.4472470256519562  | 0.42857142857142855 | 0.5428571428571428  |
| UCTT | 56 | -0.1110944367045894   | 0.011438830517067662   | 0.44642857142857145 | 11588826303718500  | 0.25259321037679083  | -0.7504734756671738  | 0.42857142857142855 | 0.5357142857142857  |
| UE   | 27 | 0.760270907334212     | 0.033129409754174693   | 0.5555555555555556  | 15903551567962200  | 0.5358238477942043   | -0.5253182959010829  | 0.4444444444444444  | 0.4444444444444444  |
| UFCS | 38 | 0.4696280705913358    | 0.020912827286741837   | 0.5                 | 13471913839775000  | 0.4133820601104582   | -0.45465276130436694 | 0.47368421052631576 | 0.5                 |
| UFPT | 33 | 7451179472744780      | 0.07737239444718856    | 0.6666666666666666  | 2876352220800190   | 14946347588936300    | -0.2232046356849654  | 0.6363636363636364  | 0.3333333333333333  |
| UHT  | 27 | -0.3330805660883053   | -0.004764335983985236  | 0.4444444444444444  | 0.9334950392963806 | -0.07956385042616612 | -0.4333563693649537  | 0.37037037037037035 | 0.5555555555555556  |
| UNF  | 20 | -0.06240136287374809  | 0.005295413863398659   | 0.45                | 10942107271939100  | 0.08221482832421201  | -0.2889674550477702  | 0.3                 | 0.4                 |
| UNFI | 47 | 11757653314883500     | 0.032030286800543636   | 0.5319148936170213  | 14707458081836600  | 0.595438311238221    | -0.7283932000195332  | 0.5106382978723404  | 0.46808510638297873 |
| UNIT | 50 | -0.6987269058457928   | -0.013376106968774816  | 0.36                | 0.8285997479023195 | -0.3286310001183794  | -0.794314596723377   | 0.36                | 0.64                |
| UPBD | 49 | -0.5861853625412095   | -0.005036891679965876  | 0.42857142857142855 | 0.934747658365173  | -0.10820189514429024 | -0.7860379518174837  | 0.40816326530612246 | 0.5510204081632653  |
| URBN | 46 | 1479367748521900      | 0.03139966039322383    | 0.5                 | 1531933934841950   | 0.6823883647048276   | -0.46231980418795215 | 0.5                 | 0.4782608695652174  |
| USPH | 37 | 14016694307857500     | 0.03391335482538479    | 0.5405405405405406  | 16352899208146300  | 0.7072759850228314   | -0.38877905362372417 | 0.5405405405405406  | 0.4594594594594595  |
| UTL  | 24 | 0.2516038193372061    | 0.018090995605413506   | 0.4583333333333333  | 13320080066026     | 0.3169864500029792   | -0.23996199977170074 | 0.4166666666666667  | 0.5                 |
| UVV  | 20 | 1116930946099870      | 0.04549464840523363    | 0.55                | 22041253184557200  | 0.7542600042561094   | -0.2100052849379322  | 0.5                 | 0.35                |
| VAC  | 42 | -0.5739211849753616   | -0.006856903692845501  | 0.38095238095238093 | 0.9145292168254234 | -0.12555940570868995 | -0.6857491345098271  | 0.38095238095238093 | 0.6190476190476191  |
| VCEL | 48 | 0.5257017828562167    | 0.019645681121654598   | 0.4583333333333333  | 13213773344642100  | 0.4639315098441927   | -0.5546402181621941  | 0.4583333333333333  | 0.5208333333333334  |

|      |    |                      |                        |                     |                    |                       |                      |                     |                     |
|------|----|----------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| VCYT | 71 | 0.02341149140746901  | 0.011688301041726926   | 0.4507042253521127  | 11728751047756900  | 0.33070849071941716   | -0.751146039154351   | 0.4507042253521127  | 0.5352112676056338  |
| VECO | 37 | 0.24160129430527477  | 0.01570619490930688    | 0.4864864864864865  | 12605748015346900  | 0.3376278543415752    | -0.5736505703773719  | 0.4594594594594595  | 0.5135135135135135  |
| VIAV | 30 | 0.6112811369792019   | 0.026631210840285365   | 0.5333333333333333  | 14684151544662600  | 0.4810495621882318    | -0.44570402098656897 | 0.5                 | 0.4333333333333333  |
| VIRT | 28 | 3042950933364150     | 0.06082928287456751    | 0.6071428571428571  | 24502116006832400  | 1072291115489390      | -0.4587311566048662  | 0.5357142857142857  | 0.32142857142857145 |
| VRE  | 31 | 0.09250600795885555  | 0.01085468595600103    | 0.4838709677419355  | 11953630865888300  | 0.22363548410775974   | -0.3270555348782241  | 0.3870967741935484  | 0.4838709677419355  |
| VRTS | 35 | 0.24472387311559407  | 0.017651445820022177   | 0.45714285714285713 | 1272210875984000   | 0.34519753389587643   | -0.4130439324926655  | 0.45714285714285713 | 0.4857142857142857  |
| VSAT | 67 | -0.7742005942122545  | -0.008118840721882252  | 0.373134328358209   | 0.9015865921306959 | -0.19050718563230395  | -0.9660409741527327  | 0.34328358208955223 | 0.6268656716417911  |
| VSEC | 35 | 8312042780225950     | 0.07750215873371254    | 0.6571428571428571  | 2806149476378940   | 1596139384080890      | -0.43175167148927085 | 0.6285714285714286  | 0.34285714285714286 |
| VSH  | 34 | -0.3059635226360665  | -0.0006904604709024746 | 0.4411764705882353  | 0.9898266656059678 | -0.013276795638186392 | -0.5209306086277248  | 0.4117647058823529  | 0.5294117647058824  |
| VTOL | 39 | 1009267957529460     | 0.029151028630991824   | 0.5128205128205128  | 15168552850348300  | 0.5877848634037206    | -0.6563194544636067  | 0.48717948717948717 | 0.41025641025641024 |
| VYX  | 45 | -0.3634166865303068  | 0.0025310022218034012  | 0.4666666666666667  | 10344996757057900  | 0.05352457821045799   | -0.7100147082590027  | 0.4222222222222222  | 0.5555555555555556  |
| WABC | 24 | 0.19280335163844486  | 0.016895735721565396   | 0.5                 | 12872186328948000  | 0.2670773614724874    | -0.3520256013134445  | 0.375               | 0.5                 |
| WAFD | 31 | 0.6121358581523983   | 0.024988923585386385   | 0.5161290322580645  | 14569734701671400  | 0.4687529672730662    | -0.35872593192292856 | 0.45161290322580644 | 0.41935483870967744 |
| WD   | 39 | -0.7266895005202065  | -0.023941034819371227  | 0.3333333333333333  | 0.6868314035984683 | -0.5501758750044101   | -0.6929725104652645  | 0.3076923076923077  | 0.6153846153846154  |
| WDFC | 22 | 14419668938127500    | 0.051525007992267474   | 0.5909090909090909  | 21533861737627500  | 0.7422892604193496    | -0.4478062864948778  | 0.5                 | 0.4090909090909091  |
| WEN  | 25 | -0.5795215349764591  | -0.025075319998606144  | 0.32                | 0.6669287729690506 | -0.4237799148057883   | -0.5723606796844318  | 0.28                | 0.56                |
| WERN | 21 | -0.03785879332905562 | 0.006553602953877878   | 0.38095238095238093 | 11147353266802600  | 0.10237255989757205   | -0.43553124321226405 | 0.38095238095238093 | 0.42857142857142855 |
| WGO  | 43 | -0.21830717603961747 | 0.007413297953766842   | 0.4186046511627907  | 11007659634171600  | 0.1396805961429927    | -0.5003492582961878  | 0.4186046511627907  | 0.5813953488372093  |
| WINA | 26 | 0.6156137447484797   | 0.02914518954840215    | 0.5384615384615384  | 15236567237547900  | 0.5307308582874675    | -0.233943857642303   | 0.5                 | 0.46153846153846156 |
| WKC  | 34 | 0.3108614489931365   | 0.018911966329340328   | 0.47058823529411764 | 13016366481308700  | 0.3335620095047509    | -0.3716631057723918  | 0.47058823529411764 | 0.5                 |
| WLY  | 26 | -0.08371509872680638 | 0.005224603540441837   | 0.4230769230769231  | 10892068944485900  | 0.0922490424922515    | -0.38023522344271743 | 0.38461538461538464 | 0.5                 |
| WOR  | 35 | 2126414993991320     | 0.044644409695394405   | 0.5428571428571428  | 18357317318629300  | 0.8638368079862565    | -0.3760553905306351  | 0.5428571428571428  | 0.42857142857142855 |
| WRLD | 53 | 11297517444511300    | 0.02639500549742495    | 0.4716981132075472  | 14347262675646400  | 0.618154182568661     | -0.7699408303360534  | 0.4716981132075472  | 0.49056603773584906 |
| WSC  | 39 | 0.18778638854630336  | 0.015587073498228472   | 0.46153846153846156 | 12392120520399500  | 0.31451638704745893   | -0.5166969002110696  | 0.46153846153846156 | 0.5128205128205128  |
| WSFS | 31 | 0.22595204707830185  | 0.01747541034058447    | 0.5161290322580645  | 12797433822545100  | 0.3061992479293783    | -0.4690663100458391  | 0.41935483870967744 | 0.4838709677419355  |
| WSR  | 24 | 0.8159997561574106   | 0.03670315664531254    | 0.5416666666666666  | 1637997725233390   | 0.5651552593712121    | -0.37735973666123873 | 0.5                 | 0.4583333333333333  |
| WT   | 35 | 17132029277874900    | 0.03931869703467425    | 0.5714285714285714  | 17612597292867900  | 0.7883922851770339    | -0.41790316978920933 | 0.5428571428571428  | 0.4                 |
| WU   | 24 | -0.38306576857868835 | -0.011241964656150497  | 0.375               | 0.8393341240635526 | -0.18215913224864155  | -0.42787851780463504 | 0.3333333333333333  | 0.5833333333333334  |
| WWW  | 55 | -0.6409623790469168  | -0.005725895203440901  | 0.41818181818181815 | 0.9271748807322314 | -0.13553434472056725  | -0.8223004733821432  | 0.41818181818181815 | 0.5818181818181818  |
| XHR  | 39 | 0.7319298437375679   | 0.02895919166020211    | 0.5384615384615384  | 14338080866928100  | 0.5003965569811393    | -0.46560726841283745 | 0.48717948717948717 | 0.46153846153846156 |

|      |    |                      |                       |                     |                    |                      |                     |                     |                    |
|------|----|----------------------|-----------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| XNCR | 57 | -0.3963795947809732  | 0.001682720418564922  | 0.40350877192982454 | 102401835089047    | 0.040288771570194615 | -0.8552980702194771 | 0.40350877192982454 | 0.5789473684210527 |
| YELP | 33 | 0.012188324132853978 | 0.0138004375319469    | 0.45454545454545453 | 11984493023441100  | 0.21287616811692275  | -0.447456635006959  | 0.3939393939393939  | 0.5454545454545454 |
| ZD   | 32 | -0.4083803469426882  | -0.006204735215711172 | 0.375               | 0.9150224348804572 | -0.11508981150454321 | -0.6244813884722875 | 0.375               | 0.625              |
| ZWS  | 23 | 0.26892945088146125  | 0.020461497769513205  | 0.4782608695652174  | 13533383501893800  | 0.34513655425771195  | -0.4691597370030394 | 0.43478260869565216 | 0.4782608695652174 |

## 9.5 – Rendement sur l'échantillon train

|      |                        |
|------|------------------------|
| AAMI | -0.37009137679374904   |
| AAP  | -0.34033113769501033   |
| AAT  | 0.6369137152930295     |
| ABCB | 0.7227836014150608     |
| ABG  | 0.4674577310810246     |
| ABM  | 0.8891501810959832     |
| ABR  | 0.7925683683286466     |
| ACAD | -0.12112916373725136   |
| ACHC | -0.6504477025734701    |
| ACIW | 14.794.337.309.885.700 |
| ACLS | 0.1075466705475574     |
| ADAM | 0.5034529586992296     |
| ADEA | -0.44439632797531503   |
| ADMA | -0.10448196143001276   |
| ADUS | 4.718.089.292.321.090  |
| AEO  | -0.12329045922281967   |
| AGO  | 0.8406601331730632     |
| AGX  | -0.2853913764612458    |
| AGYS | 1.275.553.293.433.380  |
| AIN  | 1.557.655.742.613.000  |
| AIR  | 0.3972559979500292     |
| AKR  | -0.09487582362513425   |
| ALG  | 0.978786675885406      |
| ALGT | 0.006641065538169011   |
| ALKS | -0.46545929611503034   |
| ALRM | 0.8619902583660002     |
| AMN  | 1.662.771.867.044.240  |
| AMPH | 0.7578900684672389     |
| AMSF | 0.8875574944606166     |
| AMWD | 0.9098056167917095     |
| ANDE | -0.10049247264349914   |
| ANIP | -0.23368743259877567   |
| AORT | 2.087.656.810.134.700  |
| AOSL | 1.696.335.343.873.940  |
| APAM | -0.2797987285418668    |
| APLE | 0.22687583644216058    |
| APOG | -0.24899047309313338   |
| ARCB | -0.11673007177086703   |
| ARI  | 0.5174383281096189     |
| AROC | -0.6111796997310919    |
| ARR  | 0.050567448753171984   |
| ASGN | 0.6349235780249824     |
| ASTE | -0.16627534077612505   |
| ASTH | 1.689.717.622.021.140  |
| ATEN | 0.10059766914509582    |

|       |                        |
|-------|------------------------|
| AUB   | 14.140.105.298.417.900 |
| AVA   | 0.4626446376761093     |
| AVNS  | -0.4130512607195367    |
| AWI   | 0.6432900941539632     |
| AWR   | 1.582.720.031.181.850  |
| AX    | 0.05423638330386127    |
| AZTA  | 2.282.061.984.265.970  |
| AZZ   | 0.748948824430119      |
| BANC  | 0.617437905401268      |
| BANF  | 1.218.178.351.546.550  |
| BANR  | 0.48602545226965743    |
| BBT   | 0.43376698677318326    |
| BCC   | -0.06355372137863458   |
| BCPC  | 0.8075216107466581     |
| BFH   | -0.1608782792465817    |
| BFS   | -0.06265716159936052   |
| BGC   | 0.49050528693965134    |
| BHE   | 0.44692764496258675    |
| BJRI  | -0.5032127315327042    |
| BKE   | -0.28721906725387936   |
| BKU   | 0.4691765589837329     |
| BLFS  | 9.490.550.334.583.520  |
| BMI   | 18.337.475.061.117.200 |
| BOH   | 11.918.053.079.616.700 |
| BOOT  | -0.2993584518126555    |
| BOX   | 0.19164589726064274    |
| BRC   | 14.468.398.668.045.100 |
| BXMT  | 0.5685649907228749     |
| CABO  | 1.453.784.496.439.830  |
| CAKE  | 0.093899559853728      |
| CALM  | 0.2563636465569812     |
| CALX  | -0.11214088065657368   |
| CALY  | 0.6737078537439085     |
| CASH  | 0.3665699209143727     |
| CATY  | 0.7412532063620823     |
| CBRL  | 0.7086726411626514     |
| CBU   | 0.8954655156904467     |
| CC    | -0.6784336460494764    |
| CCOI  | 0.9361095669862616     |
| CCS   | 0.8156633060009144     |
| CE    | 0.4636704729767107     |
| CENT  | 223.175.993.074.103    |
| CENTA | 2.546.718.508.693.880  |
| CENX  | -0.7502337676555568    |
| CFFN  | 0.42573411885545087    |
| CHCO  | 12.962.380.274.741.500 |
| CHEF  | 0.37748546434258334    |

|        |                        |
|--------|------------------------|
| CLB    | -0.48120361199940964   |
| CNK    | 0.15413639572532012    |
| CNMD   | 13.054.589.863.622.500 |
| CNS    | 0.14249117248998755    |
| CNXN   | 0.5649235623671454     |
| COHU   | 15.593.603.169.846.600 |
| COLL   | 0.11365926639536461    |
| CORT   | 13.996.353.752.780.000 |
| CPF    | 10.097.053.158.567.100 |
| CPK    | 16.092.723.706.865.800 |
| CPRX   | -0.2797384460139293    |
| CRI    | 0.670785874813276      |
| CRK    | -0.7401194795586549    |
| CRVL   | 0.7221731633781074     |
| CSGS   | 1.098.663.439.409.450  |
| CSR    | 0.4371683885752826     |
| CSW    | 0.45056854264556834    |
| CTS    | 0.8320258881597113     |
| CUBI   | -0.1802676850550674    |
| CVBF   | 10.163.437.813.960.100 |
| CVCO   | 17.915.514.093.101.300 |
| CVI    | -0.16280837792485192   |
| CVSA   | -0.328341238686494     |
| CWEN   | 0.046610546279793885   |
| CWEN-A | 0.2294051462273694     |
| CWST   | 453.310.137.067.885    |
| CWT    | 0.5696948959309414     |
| CXW    | -0.47235327040076136   |
| CZR    | 7.213.104.491.313.260  |
| DAN    | -0.2303266953622629    |
| DCH    | -0.6032233750276478    |
| DCOM   | 0.4601650634737313     |
| DEA    | 0.26175171615907744    |
| DEI    | 0.8210551377879622     |
| DGII   | 12.192.535.408.846.100 |
| DIOD   | 0.8558517519429631     |
| DLX    | -0.22966026731300715   |
| DNOW   | -0.26398086420939804   |
| DORM   | 0.9797506664038689     |
| DRH    | -0.08064562381022988   |
| DXC    | -0.14586648378015754   |
| DXPE   | 1.913.800.143.294.130  |
| EAT    | 0.06884700427281976    |
| ECPG   | -0.07426140327074993   |
| EFC    | 0.2906222854664644     |
| EGBN   | 11.846.264.175.381.800 |
| EIG    | 0.9446611664213125     |

|      |                        |
|------|------------------------|
| EMN  | 0.40578863476379623    |
| ENOV | -0.06949882861662238   |
| ENPH | -0.40941140264267284   |
| ENR  | -0.26535847487687525   |
| ENVA | 0.39500564074431854    |
| EPAC | 0.13659744195999957    |
| EPC  | -0.7233147009662402    |
| ESE  | 18.471.386.901.538.500 |
| ESI  | 0.23417890139027242    |
| ETD  | -0.0887920874510355    |
| ETSY | -0.29591297358187507   |
| EVTC | 2.080.295.660.960.610  |
| EXPI | -0.06700062385622985   |
| EXTR | -0.05230452814170061   |
| EZPW | -0.5960986958362791    |
| FBNC | 0.5466331561066349     |
| FBP  | 17.773.136.160.825.100 |
| FCF  | 0.29239748542512256    |
| FCPT | 16.305.704.177.625.400 |
| FDP  | 0.07552850751262108    |
| FELE | 0.6554582159479361     |
| FFBC | 0.519984236134075      |
| FIBK | 0.7739818836955303     |
| FIZZ | 0.1222127408127176     |
| FMC  | 0.6654804976966351     |
| FORM | 2.024.400.034.313.640  |
| FOXF | 35.087.740.287.113.900 |
| FRPT | 12.034.487.074.280.600 |
| FSS  | 0.7092098093577275     |
| FUL  | 0.5104636406644196     |
| FULT | 0.8132537575491936     |
| FUN  | 0.26660457686100303    |
| FWRD | 0.9379947698834694     |
| GBX  | 11.603.426.936.968.400 |
| GEO  | -0.2966741104437931    |
| GFF  | 0.010597720934148347   |
| -    |                        |
| GIII | 0.015208348068308175   |
| GKOS | 0.4897712690131657     |
| GNL  | 0.3185544302208043     |
| GNW  | -0.20971896187490535   |
| GOGO | -0.37114390508492356   |
| GPI  | 0.5129768008262916     |
| GRBK | 0.5206168350583007     |
| GTY  | 0.8609024557467657     |
| GVA  | 0.17678035037038886    |
| HAFC | 0.21137015997689645    |

|      |                        |
|------|------------------------|
| HASI | 0.5917323514173549     |
| HCI  | -0.14129421513870277   |
| HCSG | -0.40685177964460106   |
| HE   | 0.21366393241987547    |
| HFWA | 0.41492928948763663    |
| HIW  | 0.4430381507500507     |
| HLIT | -0.25416722745427056   |
| HLX  | -0.3572719890434143    |
| HMN  | 0.5717958805206711     |
| HNI  | 0.03571258213157025    |
| HOPE | 0.39273119980197246    |
| -    |                        |
| HP   | 0.051188183705500045   |
| HSTM | 0.870382797083584      |
| HTH  | 0.49741738914925615    |
| HTLD | -0.26510846711378244   |
| HTO  | 13.748.822.773.559.300 |
| HUBG | -0.13232275290699214   |
| HWKN | 0.5007321822357962     |
| -    |                        |
| HZO  | 0.026071283333554685   |
| IAC  | 16.821.243.826.851.600 |
| IART | 0.18688338117550596    |
| IBP  | 0.8956167899228369     |
| ICUI | 0.5199470527743506     |
| IIIN | -0.5195525471251484    |
| INDB | 0.460007668490094      |
| INDV | -0.7433973236213087    |
| INVA | 11.488.264.209.015.900 |
| INVX | -0.3477597388599515    |
| IOSP | 1.333.347.226.470.190  |
| IPAR | 31.649.058.154.749.600 |
| IRDM | 18.754.171.955.174.400 |
| ITGR | -0.24461563543778364   |
| ITRI | 0.5739425038311927     |
| JBLU | 1.257.441.430.829.480  |
| JBSS | 0.7955661828998675     |
| JBTM | 19.684.307.036.526.000 |
| JJSF | 0.786456914597212      |
| JOE  | 0.6940497834770136     |
| KAI  | 10.091.951.021.588.400 |
| KALU | 0.10562709733254372    |
| KFY  | -0.12753558002837506   |
| KLIC | 0.5495512135009772     |
| KMPR | 0.43221053071501503    |
| KMT  | 11.959.441.049.856.100 |
| KMX  | 0.09475136805480688    |

|      |                        |
|------|------------------------|
| KN   | 0.02528618569999308    |
| KOP  | 0.12662415519784642    |
| KSS  | -0.0715607815722874    |
| KW   | -0.02519293417766577   |
| KWR  | 0.5215957416193626     |
| LCII | 0.4513359278732221     |
| LEG  | 0.12645735934473712    |
| LGIH | 3.461.795.029.950.390  |
| LGND | -0.06711390702894526   |
| LKFN | 12.589.934.479.779.600 |
| LKQ  | 0.10230354771779426    |
| LMAT | 64.273.159.160.565.100 |
| -    |                        |
| LNC  | 0.012507549532012274   |
| LNN  | 0.9646226231582997     |
| LPG  | 0.0904262647492966     |
| LQDT | 0.3663655316045711     |
| LRN  | 0.17407145046969497    |
| LTC  | 0.3614786519559041     |
| LUMN | -0.21232741492388563   |
| LXP  | 0.5279626585448571     |
| LZB  | 0.8679885210886309     |
| MAC  | -0.43609433093818273   |
| MAN  | 0.07420949954989942    |
| MARA | -0.9267501393461116    |
| MATW | -0.3147879456656296    |
| MATX | -0.05581336962930228   |
| MC   | 0.13151950310801674    |
| MCRI | 16.778.266.351.305.300 |
| MCY  | 0.5550436987609009     |
| MD   | -0.5528738260695414    |
| MDU  | -0.1301640147412333    |
| MGEE | 0.4154415371443203     |
| MHK  | -0.0716907302735752    |
| MHO  | 0.6644373431602353     |
| MKTX | 35.459.978.928.797.000 |
| MLKN | 10.423.576.473.741.100 |
| MMI  | 0.2899742936520915     |
| MMSI | -0.02910169816072039   |
| MNRO | 0.273040495945865      |
| MOH  | 0.9682468493834102     |
| MPT  | 10.481.796.755.534.600 |
| MRCY | 11.989.242.594.941.600 |
| MRTN | 10.726.505.320.758.400 |
| MSEX | 30.443.741.060.571.200 |
| MSG5 | 0.6507573360614969     |
| MTCH | 11.380.459.180.374.000 |

|      |                        |
|------|------------------------|
| MTH  | 0.530324824967082      |
| MTRN | 0.24437248078652174    |
| MTUS | -0.9036052401805907    |
| MTX  | -0.05368934922706359   |
| MWA  | 0.16723960272821214    |
| MXL  | 0.8905450104118626     |
| MYRG | 0.0869560965860734     |
| NAVI | -0.14260137402746553   |
| NBHC | 0.6175895131079836     |
| NBTB | 0.6897388497237269     |
| NEO  | 4.410.292.063.409.220  |
| NEOG | 10.632.138.805.945.500 |
| NGVT | 12.375.794.584.085.300 |
| NHC  | 0.4710913682946405     |
| NMIH | 12.987.580.750.797.100 |
| NOG  | -0.7670125126758365    |
| NPK  | 0.8820978646750011     |
| NPO  | 0.9695030857210163     |
| NSIT | 0.9132220161116646     |
| NSP  | 0.7084038030605038     |
| NSSC | 28.399.011.182.583.000 |
| NTCT | -0.36209091426325646   |
| NVRI | 0.8214114383752442     |
| NWBI | -0.07425067997594836   |
| NWL  | -0.4109012300618732    |
| NWN  | 0.7650268647595604     |
| NX   | 0.42442904445599394    |
| NXRT | 14.222.249.359.119.600 |
| OFG  | 13.624.539.491.745.900 |
| OI   | -0.5451848581185287    |
| OII  | -0.19129313925731972   |
| OMCL | 0.22892668467988675    |
| OPLN | 0.34305698884805924    |
| OSIS | 0.6524146510387037     |
| OTTR | 12.559.527.273.340.600 |
| OUT  | 0.024372125882573314   |
| OXM  | 12.936.491.036.818.200 |
| PAHC | -0.08201803439253741   |
| PARR | 0.13321047474229308    |
| PATK | 0.17879726191886758    |
| PAYC | 26.171.333.401.692.300 |
| PBH  | 0.4315448833413098     |
| PBI  | -0.6680592496415259    |
| PCRX | -0.7816592787946214    |
| PDFS | -0.36773718954159784   |
| PEB  | -0.398640211995691     |
| PENN | -0.2845977025682782    |

|       |                        |
|-------|------------------------|
| PFBC  | 14.950.807.533.451.200 |
| PFS   | 0.30043399021400274    |
| PIPR  | -0.11292084103907196   |
| PJT   | 1.192.522.026.316.050  |
| PLAB  | 136.355.483.719.018    |
| PLUS  | 0.9536326321304205     |
| PLXS  | 0.2284079851592138     |
| PMT   | 0.11388211986438446    |
| POWI  | 0.8340424381818035     |
| POWL  | 0.3112133526516485     |
| PRA   | -0.3340699734659096    |
| PRAA  | 0.1199990280510963     |
| PRDO  | 0.19001775031394508    |
| PRG   | 0.33552196332841877    |
| PRGO  | -0.4501845780937218    |
| PRGS  | 0.1886071390185411     |
| PRIM  | 14.626.890.267.557.800 |
| PRK   | 0.7301631368732548     |
| PRKS  | 0.8971684113992036     |
| PRLB  | 0.14286928593744475    |
| PRSU  | 12.633.677.497.063.300 |
| PSMT  | 0.5358787843557895     |
| PTCT  | 10.439.083.429.860.900 |
| PTEN  | 0.4769135200854213     |
| PZZA  | -0.1058719713142855    |
| QDEL  | 0.6267225964400456     |
| QNST  | 19.905.467.233.444.000 |
| QRVO  | 0.8522348054588242     |
| QTWO  | 4.789.570.657.777.400  |
| RAMP  | 0.8352772924502345     |
| RDN   | -0.16631884770713434   |
| RDNT  | 0.28285533732342283    |
| RES   | -0.18830335203998438   |
| REX   | 0.6658672747466836     |
| RHI   | 0.23490440824800873    |
| RHP   | 0.28867568306719327    |
| RITM  | 0.3991144969828304     |
| RNG   | 124.818.353.036.616    |
| RNST  | 0.5024990034331374     |
| ROCK  | 18.023.089.357.271.800 |
| ROG   | -0.4953640854496605    |
| RRR   | -0.09310940627847197   |
| RUN   | 0.3598339595037945     |
| RUSHA | 0.2152220419680817     |
| RWT   | -0.13951329036287707   |
| SABR  | -0.08916608979347296   |
| SAFE  | 0.2607812765645119     |

|      |                        |
|------|------------------------|
| SAFT | 0.25562723892369976    |
| SAH  | 0.907320742355139      |
| SANM | 0.7920305893468342     |
| SBCF | 11.596.884.041.652.400 |
| SBH  | -0.35973980411146667   |
| SBSI | 0.613403187405622      |
| SCHL | 0.3289673461228102     |
| SCL  | 12.264.261.526.072.700 |
| SCSC | -0.08732688883587258   |
| SEDG | 0.005840070598276403   |
| SEM  | 0.9135687879471801     |
| SFBS | 0.51374757896705       |
| SFNC | 0.17523724325755086    |
| SHAK | -0.4424340656796355    |
| SHEN | 28.061.221.489.908.800 |
| SHO  | 0.049666081401612105   |
| SHOO | 0.6952307118521224     |
| SIG  | -0.7455633055250221    |
| SKT  | -0.3668716358229501    |
| SKY  | 1.693.809.067.629.330  |
| SKYW | 1.826.463.858.179.340  |
| SLG  | 0.23060767739074683    |
| SM   | -0.6530789281533287    |
| SMP  | 0.022158300177305135   |
| SMTC | 11.682.907.172.663.200 |
| SNEX | 0.3459363517704499     |
| SPNT | -0.1134440387047232    |
| SPSC | -0.05459341241064164   |
| SRPT | 22.267.218.574.567.700 |
| SSTK | -0.47373687892611793   |
| STAA | 12.296.694.760.573.800 |
| STBA | 0.39868608575655595    |
| STC  | -0.11648714066574839   |
| STRA | 1.467.829.435.767.800  |
| SUPN | 0.7486379823759464     |
| SXI  | 0.005890502572831524   |
| SXT  | 0.2574390834649676     |
| TBBK | 0.8453550093277378     |
| TDC  | 0.035982203854920014   |
| TDS  | 0.43457166293862803    |
| TDW  | -0.9398814696790908    |
| TFIN | 10.936.525.721.984.600 |
| TFX  | 0.8804975259212362     |
| TGTX | -0.27497942864946145   |
| THRM | 0.3599854250521386     |
| TILE | -0.14951668492352588   |
| TMP  | 0.38194439132663827    |

|      |                        |
|------|------------------------|
| TNC  | 0.9110385364044511     |
| TNDM | -0.5496211711555581    |
| TPH  | 0.5609842952591193     |
| TR   | 0.003346727619762069   |
| TRIP | -0.6049584081051032    |
| TRMK | 0.7665223840205484     |
| TRN  | 0.6405043798906682     |
| TRNO | 0.8726318874189167     |
| TRST | 0.1998206901851396     |
| TRUP | 33.638.341.943.706.300 |
| TWO  | 0.34622675578592954    |
| UA   | -0.5822555130216567    |
| UAA  | -0.0896208857868811    |
| UCB  | 0.6522805869460062     |
| UCTT | 0.6484669630638893     |
| UE   | 0.410111390318038      |
| UFCS | 1.028.870.106.546.660  |
| UFPT | 14.677.703.123.358.400 |
| UHT  | 0.6644525314440264     |
| UNF  | 0.6933694065237197     |
| UNFI | -0.7405367385959609    |
| UNIT | -0.5316461486823971    |
| UPBD | -0.40654909617289636   |
| URBN | -0.3150447217327166    |
| USPH | 0.7314572589545107     |
| UTL  | 0.7750580503214521     |
| UVV  | 0.7132692104766356     |
| VAC  | 0.13849066398866605    |
| VCEL | 2.118.523.951.076.400  |
| VCYT | 14.173.312.408.522.400 |
| VECO | -0.6440574039132       |
| VIAV | 10.536.815.472.644.400 |
| VIRT | -0.3991014033526279    |
| VRE  | 0.43922589318282657    |
| VRTS | 0.041510986251208415   |
| VSAT | 0.22359693309390627    |
| VSEC | 0.4471756514616507     |
| VSH  | 0.6290533327434669     |
| VTOL | 0.04696494633693682    |
| VYX  | 0.3558518795474166     |
| WABC | 0.8264742772604974     |
| WAFD | 0.4196385704725256     |
| WD   | 18.799.940.295.487.800 |
| WDFC | 0.6461498354775048     |
| WEN  | 11.524.703.631.472.300 |
| WERN | 0.5750582558439155     |
| WGO  | 25.547.217.231.747.100 |

|      |                        |
|------|------------------------|
| WINA | 0.2346909357239515     |
| WKC  | 0.4925135356241268     |
| WLY  | -0.07811757003307218   |
| WOR  | 0.823434121913899      |
| WRLD | 0.7033183780040129     |
| WSC  | 0.7829931279000399     |
| WSFS | 0.5997990997469558     |
| WSR  | 0.15335326229726065    |
| WT   | -0.7564829271212296    |
| WU   | 0.6851124559005988     |
| WWW  | 0.48777328276901866    |
| XHR  | 0.21099724281732435    |
| XNCR | 15.753.876.460.973.500 |
| YELP | 0.3665042843521731     |
| ZD   | 15.356.879.208.618.700 |
| ZWS  | 0.6796834498311595     |

## 9.6 – Code Python

```
from pathlib import Path

#
=====
# PÉRIODES D'ANALYSE
#
=====

# Buffer historique : on télécharge plus tôt que TRAIN_START pour avoir
# suffisamment de données pour le lookback initial
DATA_START = "2014-01-01"

TRAIN_START = "2015-01-01"
TRAIN_END   = "2019-12-31"

TEST_START  = "2020-01-01"
TEST_END    = "2025-12-31"

#
=====
# GRILLE DE PARAMÈTRES À OPTIMISER (PAR ACTION)
#
=====
# Ces 5 paramètres définissent la stratégie. Le grid search teste toutes les
# combinaisons (4 × 4 × 4 × 3 × 3 = 576 combinaisons par action).
#
```

```

# - T_lookback      : nombre de jours sur lequel on mesure la baisse
déclencheur
# - X_drop          : seuil de baisse (en %) pour déclencher l'achat
# - X_gain          : take-profit (revente quand le prix remonte de X_gain %)
# - X_stop_loss     : stop-loss (revente si le prix baisse de X_stop_loss %)
# - T_max_holding   : durée maximale de détention (en jours), sortie forcée

PARAM_GRID = {
    "T_lookback": [5, 10, 20, 60],
    "X_drop": [0.05, 0.10, 0.15, 0.20],
    "X_gain": [0.03, 0.05, 0.10, 0.15],
    "X_stop_loss": [0.05, 0.10, 0.15],
    "T_max_holding": [20, 60, 120],
}

#
=====
# CONTRAINTES & COÛTS
#
=====

TRANSACTION_COST = 0.001      # 0.1 % par trade (round-trip = 0.2 %)
MIN_TRADES_TRAIN = 5          # nb minimum de trades sur train pour être
valide
INITIAL_CAPITAL   = 100_000    # capital initial en $ pour la simulation
portfolio
CAPITAL_PER_TRADE = 10_000     # allocation fixe par signal (equal-weight)

#
=====
# BENCHMARK
#
=====

BENCHMARK_TICKER = "IJR"      # iShares Core S&P Small-Cap ETF (proxy SP600)

#
=====
# CHEMINS
#
=====

ROOT_DIR      = Path(__file__).parent
CACHE_DIR     = ROOT_DIR / "cache"
RESULTS_DIR   = ROOT_DIR / "results"
FIGURES_DIR   = ROOT_DIR / "figures"

TICKERS_CACHE = CACHE_DIR / "sp600_tickers.csv"
PRICES_CACHE  = CACHE_DIR / "prices.parquet"

```

```

for d in [CACHE_DIR, RESULTS_DIR, FIGURES_DIR]:
    d.mkdir(parents=True, exist_ok=True)

#
=====
# EXÉCUTION
#
=====

N_JOBS = -1          # nb de coeurs CPU pour la parallélisation (-1 = tous)
RANDOM_SEED = 42

"""
Chargement des données : liste des tickers du S&P 600 + données OHLC.

Sources :
- Liste des tickers : Wikipedia (List of S&P 600 companies)
- Prix : Yahoo Finance via yfinance

"""

import pandas as pd
import yfinance as yf
import requests
from io import StringIO
from pathlib import Path
from tqdm import tqdm
import warnings

import config

warnings.filterwarnings("ignore", category=FutureWarning)

_BROWSER_HEADERS = {
    "User-Agent": (
        "Mozilla/5.0 (Windows NT 10.0; Win64; x64) "
        "AppleWebKit/537.36 (KHTML, like Gecko) "
        "Chrome/120.0.0.0 Safari/537.36"
    )
}

def fetch_sp600_tickers(force_refresh: bool = False) -> pd.DataFrame:
    """
    Récupère la liste des tickers du S&P SmallCap 600 depuis Wikipedia.

    Returns

```

```

-----
DataFrame avec colonnes : Symbol, Company, GICS Sector, GICS Sub-Industry,
...
"""
if config.TICKERS_CACHE.exists() and not force_refresh:
    print(f"[data] Chargement tickers depuis cache :
{config.TICKERS_CACHE}")
    return pd.read_csv(config.TICKERS_CACHE)

print("[data] Scraping de Wikipedia pour la liste S&P 600...")
url = "https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_S%26P_600_companies"

response = requests.get(url, headers=_BROWSER_HEADERS, timeout=30)
response.raise_for_status()

tables = pd.read_html(StringIO(response.text))

# La première table contient les composants
df = tables[0]
df.columns = [c.strip() for c in df.columns]

df["Symbol"] = df["Symbol"].astype(str).str.replace(".", "-", regex=False)

df.to_csv(config.TICKERS_CACHE, index=False)
print(f"[data] {len(df)} tickers sauvegardés dans {config.TICKERS_CACHE}")
return df

def fetch_prices(tickers: list[str],
                 start: str = config.DATA_START,
                 end: str = config.TEST_END,
                 force_refresh: bool = False) -> pd.DataFrame:
    """
    Télécharge les prix Open et Close (auto-ajustés pour splits/dividendes)
    pour la liste de tickers.

    Returns
    -----
    DataFrame multi-index : colonnes = (champ, ticker), index = Date
    Champs : 'Open', 'Close'
    """
    if config.PRICES_CACHE.exists() and not force_refresh:
        print(f"[data] Chargement prix depuis cache : {config.PRICES_CACHE}")
        return pd.read_parquet(config.PRICES_CACHE)

    print(f"[data] Téléchargement de {len(tickers)} tickers de {start} à
{end}...")
    print("          (peut prendre 5-10 minutes pour 600 tickers)")

```

```

BATCH_SIZE = 50
all_data = {}

for i in tqdm(range(0, len(tickers), BATCH_SIZE), desc="Batches"):
    batch = tickers[i:i + BATCH_SIZE]
    try:
        data = yf.download(
            batch,
            start=start,
            end=end,
            auto_adjust=True,    # ajuste pour splits & dividendes
            progress=False,
            group_by="ticker",
            threads=True,
        )
        for ticker in batch:
            try:
                if ticker in data.columns.get_level_values(0):
                    sub = data[ticker][["Open", "Close"]].copy()
                    all_data[ticker] = sub
            except Exception:
                continue
    except Exception as e:
        print(f"[data] Erreur batch {i}: {e}")
        continue

if not all_data:
    raise RuntimeError("Aucune donnée téléchargée. Vérifie ta connexion réseau.")

# Combine en multi-index
combined = pd.concat(all_data, axis=1)
combined.columns.names = ["Ticker", "Field"]
# Réorganise en (Field, Ticker) pour faciliter l'accès par champ
combined = combined.swaplevel(axis=1).sort_index(axis=1)

# Filtre les tickers avec trop de données manquantes (< 80% de jours présents)
coverage = combined["Close"].notna().mean()
valid = coverage[coverage >= 0.80].index.tolist()
dropped = len(combined["Close"].columns) - len(valid)
if dropped > 0:
    print(f"[data] {dropped} tickers exclus (couverture < 80%)")
    combined = combined.loc[:, (slice(None), valid)]

combined.to_parquet(config.PRICES_CACHE)
print(f"[data] Sauvegardé {len(valid)} tickers dans {config.PRICES_CACHE}")
return combined

```

```

def load_or_fetch_all(force_refresh: bool = False) -> tuple[pd.DataFrame,
pd.DataFrame]:
    """
    Pipeline complet : récupère tickers + prix.

    Returns
    -----
    tickers_df : metadata (symbole, secteur GICS, ...)
    prices_df : multi-index (Field, Ticker)
    """
    tickers_df = fetch_sp600_tickers(force_refresh=force_refresh)
    tickers_list = tickers_df["Symbol"].tolist()

    prices_df = fetch_prices(tickers_list, force_refresh=force_refresh)

    available = prices_df["Close"].columns.tolist()
    tickers_df =
tickers_df[tickers_df["Symbol"].isin(available)].reset_index(drop=True)

    return tickers_df, prices_df


def split_train_test(prices_df: pd.DataFrame) -> tuple[pd.DataFrame,
pd.DataFrame]:
    """Découpe les prix en train/test selon les bornes définies dans
config.py."""
    train = prices_df.loc[config.TRAIN_START:config.TRAIN_END]
    test = prices_df.loc[config.TEST_START:config.TEST_END]
    return train, test


if __name__ == "__main__":
    # Test
    tickers_df, prices_df = load_or_fetch_all()
    print(f"\nNb tickers : {len(tickers_df)}")
    print(f"Période : {prices_df.index.min()} -> {prices_df.index.max()}")
    print(f"Champs :
{prices_df.columns.get_level_values(0).unique().tolist()}")
    print(f"\nAperçu Close (5 premiers tickers) :")
    print(prices_df["Close"].iloc[:5, :5])

    """

```

Optimisation des paramètres (X\_drop, X\_gain, X\_stop\_loss, T\_lookback, T\_max\_holding).

```
"""
```

```
from __future__ import annotations
```

```
import itertools
```

```
import numpy as np
```

```
import pandas as pd
```

```
from joblib import Parallel, delayed
```

```
from tqdm import tqdm
```

```
import config
```

```
from backtester import backtest_single, total_compound_return
```

```
#
```

```
=====
```

```
# 1. OPTIMISATION GLOBALE
```

```
#
```

```
=====
```

```
def _evaluate_global_combo(combo_dict: dict,  
                           opens_dict: dict,  
                           closes_dict: dict,  
                           transaction_cost: float) -> dict:  
    """Applique UNE combinaison à toutes les actions ; agrège les  
    rendements."""
```

```
    per_stock_returns = []
```

```
    per_stock_n_trades = []
```

```
    for ticker in opens_dict:
```

```
        _, _, _, net, _, _ = backtest_single(  
            opens_dict[ticker],  
            closes_dict[ticker],  
            T_lookback = combo_dict["T_lookback"],  
            X_drop = combo_dict["X_drop"],  
            X_gain = combo_dict["X_gain"],  
            X_stop_loss = combo_dict["X_stop_loss"],  
            T_max_holding = combo_dict["T_max_holding"],  
            transaction_cost = transaction_cost,  
        )
```

```
        if len(net) > 0:
```

```
            per_stock_returns.append(total_compound_return(net))
```

```
            per_stock_n_trades.append(len(net))
```

```
        else:
```

```
            per_stock_returns.append(0.0)
```

```
            per_stock_n_trades.append(0)
```

```

arr_returns = np.array(per_stock_returns)
arr_n_trades = np.array(per_stock_n_trades)

return {
    **combo_dict,
    "median_return": float(np.median(arr_returns)),
    "mean_return": float(np.mean(arr_returns)),
    "std_return": float(np.std(arr_returns)),
    "pct_profitable_stocks": float((arr_returns > 0).mean()),
    "avg_n_trades_per_stock": float(arr_n_trades.mean()),
    "pct_active_stocks": float((arr_n_trades > 0).mean()),
    "total_n_trades": int(arr_n_trades.sum()),
}

def optimize_global(prices_train: pd.DataFrame,
                    grid: dict = config.PARAM_GRID,
                    transaction_cost: float = config.TRANSACTION_COST,
                    min_avg_trades_per_stock: float = 3.0,
                    n_jobs: int = config.N_JOBS,
                    metric: str = "median_return") -> dict:
    """
    Cherche UN SEUL jeu de paramètres (X, T) optimal pour TOUTES les actions.

    Pour chaque combinaison de la grille :
        - on backteste les ~480 actions du train avec ces paramètres
        - on agrège les rendements (médiane par défaut)
    On retient la combinaison qui maximise cette agrégation.

    Returns
    -----
    dict avec :
        best_params      : dict {T_lookback, X_drop, X_gain, X_stop_loss,
T_max_holding}
        best_score       : valeur de la métrique optimisée
        best_metric_name : nom de la métrique
        best_row         : ligne complète du DataFrame summary
        summary          : DataFrame de TOUTES les combinaisons (utile pour
heatmaps)
        per_stock_returns : pd.Series des rendements train par ticker pour la
meilleure combo
    """
    tickers = prices_train["Close"].columns.tolist()
    n_stocks = len(tickers)

    # Pré-extraction des arrays numpy (évite les conversions répétées)
    opens_dict = {t: prices_train["Open"][t].to_numpy(dtype=np.float64) for
t in tickers}

```

```

    closes_dict = {t: prices_train["Close"][t].to_numpy(dtype=np.float64) for
t in tickers}

    keys    = list(grid.keys())
    values  = [grid[k] for k in keys]
    combinations = [dict(zip(keys, combo)) for combo in
itertools.product(*values)]

    print(f"[opt-global] {len(combinations)} combinaisons × {n_stocks} actions
= "
        f"{len(combinations) * n_stocks:,} backtests")
    print(f"[opt-global] Métrique d'optimisation : {metric}")
    print(f"[opt-global] Parallélisation sur {n_jobs} coeurs...")

    results = Parallel(n_jobs=n_jobs, backend="loky", verbose=0)(
        delayed(_evaluate_global_combo)(
            combo, opens_dict, closes_dict, transaction_cost
        )
        for combo in tqdm(combinations, desc="Combos")
    )

    summary = pd.DataFrame(results)

    # Filtre : on rejette les combos qui ne génèrent quasiment pas de trades
    valid_mask = summary["avg_n_trades_per_stock"] >= min_avg_trades_per_stock
    if valid_mask.sum() == 0:
        print(f"[opt-global] ⚠ Aucune combo n'a >= {min_avg_trades_per_stock}")
    "
        f"trades/action. Filtre désactivé.")
    valid_mask = pd.Series([True] * len(summary))

    best_idx = summary.loc[valid_mask, metric].idxmax()
    best_row = summary.loc[best_idx].to_dict()

    best_params = {k: best_row[k] for k in grid.keys()}
    best_params["T_lookback"]    = int(best_params["T_lookback"])
    best_params["T_max_holding"] = int(best_params["T_max_holding"])
    best_params["X_drop"]        = float(best_params["X_drop"])
    best_params["X_gain"]        = float(best_params["X_gain"])
    best_params["X_stop_loss"]    = float(best_params["X_stop_loss"])

    # Re-backteste la meilleure combo pour récupérer les rendements par action
    per_stock_returns = {}
    for ticker in tickers:
        _, _, net, _, _ = backtest_single(
            opens_dict[ticker], closes_dict[ticker],
            T_lookback    = best_params["T_lookback"],
            X_drop        = best_params["X_drop"],
            X_gain        = best_params["X_gain"],

```

```

        X_stop_loss = best_params["X_stop_loss"],
        T_max_holding = best_params["T_max_holding"],
        transaction_cost = transaction_cost,
    )
    per_stock_returns[ticker] = (total_compound_return(net)
                                if len(net) > 0 else 0.0)

    return {
        "best_params": best_params,
        "best_score": float(best_row[metric]),
        "best_metric_name": metric,
        "best_row": best_row,
        "summary": summary.sort_values(metric,
ascending=False).reset_index(drop=True),
        "per_stock_returns": pd.Series(per_stock_returns,
name="train_return"),
    }

#
=====
# 2. OPTIMISATION PAR ACTION (conservée pour comparaison)
#
=====

def _generate_param_combinations(grid: dict) -> list[dict]:
    keys = list(grid.keys())
    values = [grid[k] for k in keys]
    return [dict(zip(keys, combo)) for combo in itertools.product(*values)]

def optimize_one_stock(opens: np.ndarray,
                      closes: np.ndarray,
                      grid: dict,
                      transaction_cost: float = config.TRANSACTION_COST,
                      min_trades: int = config.MIN_TRADES_TRAIN) -> dict:
    """Trouve la meilleure combinaison pour UNE action (overfitting
probable)."""
    combinations = _generate_param_combinations(grid)
    best = {"best_params": None, "best_return": -np.inf, "best_n_trades": 0}

    for params in combinations:
        _, _, _, net_returns, _, _ = backtest_single(
            opens, closes,
            T_lookback = params["T_lookback"],
            X_drop = params["X_drop"],
            X_gain = params["X_gain"],
            X_stop_loss = params["X_stop_loss"],
            T_max_holding = params["T_max_holding"],

```

```

        transaction_cost = transaction_cost,
    )
    if len(net_returns) < min_trades:
        continue
    total_ret = total_compound_return(net_returns)
    if total_ret > best["best_return"]:
        best["best_params"] = params
        best["best_return"] = total_ret
        best["best_n_trades"] = len(net_returns)

    if best["best_params"] is None:
        best["best_return"] = np.nan
    return best

def _process_one_ticker(ticker, opens, closes, grid, transaction_cost,
min_trades):
    res = optimize_one_stock(opens, closes, grid, transaction_cost,
min_trades)
    out = {"ticker": ticker, "n_trades": res["best_n_trades"],
          "train_return": res["best_return"]}
    if res["best_params"] is not None:
        out.update(res["best_params"])
    else:
        for k in grid.keys():
            out[k] = np.nan
    return out

def optimize_per_stock(prices_train: pd.DataFrame,
                      grid: dict = config.PARAM_GRID,
                      n_jobs: int = config.N_JOBS) -> pd.DataFrame:
    """Optimisation indépendante par action."""
    tickers = prices_train["Close"].columns.tolist()
    print(f"[opt-perstock] {len(tickers)} actions × "
          f"{np.prod([len(v) for v in grid.values()])} combos")

    opens_dict = {t: prices_train["Open"][t].to_numpy(dtype=np.float64) for
t in tickers}
    closes_dict = {t: prices_train["Close"][t].to_numpy(dtype=np.float64) for
t in tickers}

    results = Parallel(n_jobs=n_jobs, backend="loky", verbose=0)(
        delayed(_process_one_ticker)(
            t, opens_dict[t], closes_dict[t], grid,
            config.TRANSACTION_COST, config.MIN_TRADES_TRAIN
        )
        for t in tqdm(tickers, desc="Actions")
    )

```

```

        return pd.DataFrame(results).set_index("ticker")

optimize_all_stocks = optimize_per_stock

"""
Évaluation out-of-sample : on applique les paramètres optimisés sur train
au jeu test, et on calcule les métriques de performance.

Métriques étudié :
- total_return      : rendement total composé net
- mean_trade_return : rendement moyen par trade
- win_rate          : proportion de trades gagnants
- profit_factor     : somme(gains) / somme(pertes en valeur absolue)
- sharpe_annualized : Sharpe ratio annualisé sur série de rendements de
trades
- max_drawdown      : drawdown maximal sur l'equity curve par-trade
- avg_holding_days   : durée moyenne de détention
- pct_take_profit    : % de trades clôturés par take-profit (vs stop, vs time)
"""

from __future__ import annotations

import numpy as np
import pandas as pd
from tqdm import tqdm

import config
from backtester import (backtest_single, total_compound_return,
                        EXIT_TAKE_PROFIT, EXIT_STOP_LOSS,
                        EXIT_TIME_LIMIT, EXIT_END_OF_DATA)

def compute_trade_metrics(net_returns: np.ndarray,
                          holding_days: np.ndarray,
                          exit_reasons: np.ndarray) -> dict:
    """Calcule les métriques sur la série de trades d'une action."""
    n = len(net_returns)
    if n == 0:
        return {
            "n_trades": 0, "total_return": 0.0, "mean_trade_return": np.nan,
            "win_rate": np.nan, "profit_factor": np.nan,
            "sharpe_annualized": np.nan, "sortino_annualized": np.nan,
            "max_drawdown": np.nan, "avg_holding_days": np.nan,
            "pct_take_profit": np.nan, "pct_stop_loss": np.nan,
            "pct_time_exit": np.nan,
        }

    total_return = total_compound_return(net_returns)

```

```

mean_ret      = float(net_returns.mean())
win_rate      = float((net_returns > 0).mean())

gains = net_returns[net_returns > 0].sum()
losses = -net_returns[net_returns < 0].sum()
profit_factor = float(gains / losses) if losses > 0 else np.inf

# Annualisation : combien de trades par an en moyenne ?
avg_holding = float(holding_days.mean())
trades_per_year = 252.0 / max(avg_holding, 1.0)

std = float(net_returns.std(ddof=1)) if n > 1 else 0.0
sharpe = (mean_ret / std) * np.sqrt(trades_per_year) if std > 0 else
np.nan

downside = net_returns[net_returns < 0]
dststd = float(downside.std(ddof=1)) if len(downside) > 1 else 0.0
sortino = (mean_ret / dststd) * np.sqrt(trades_per_year) if dststd > 0 else
np.nan

# Drawdown sur equity curve trade-par-trade
equity = np.cumprod(1.0 + net_returns)
peak = np.maximum.accumulate(equity)
dd = (equity - peak) / peak
max_dd = float(dd.min())

n_tp = int((exit_reasons == EXIT_TAKE_PROFIT).sum())
n_sl = int((exit_reasons == EXIT_STOP_LOSS).sum())
n_tl = int(((exit_reasons == EXIT_TIME_LIMIT) |
            (exit_reasons == EXIT_END_OF_DATA)).sum())

return {
    "n_trades": n,
    "total_return": total_return,
    "mean_trade_return": mean_ret,
    "win_rate": win_rate,
    "profit_factor": profit_factor,
    "sharpe_annualized": sharpe,
    "sortino_annualized": sortino,
    "max_drawdown": max_dd,
    "avg_holding_days": avg_holding,
    "pct_take_profit": n_tp / n,
    "pct_stop_loss": n_sl / n,
    "pct_time_exit": n_tl / n,
}

def evaluate_on_test(prices_test: pd.DataFrame,
                    best_params: pd.DataFrame) -> tuple[pd.DataFrame, dict]:

```

```

"""
Pour chaque action, applique ses meilleurs paramètres (issus du train)
sur la période de test et collecte les trades + métriques.

Returns
-----
per_stock_metrics : DataFrame indexé par ticker
all_trades        : dict ticker -> dict d'arrays (entry_idx, exit_idx,
...)
"""
closes_df = prices_test["Close"]
opens_df  = prices_test["Open"]
common = [t for t in best_params.index if t in closes_df.columns]

rows = []
all_trades = {}

for ticker in tqdm(common, desc="Eval test"):
    params = best_params.loc[ticker]
    if params[["X_drop", "X_gain", "X_stop_loss",
               "T_lookback", "T_max_holding"]].isna().any():
        rows.append({"ticker": ticker, **compute_trade_metrics(
            np.array([]), np.array([]), np.array([]))})
        continue

    opens_arr = opens_df[ticker].to_numpy(dtype=np.float64)
    closes_arr = closes_df[ticker].to_numpy(dtype=np.float64)

    entry_idx, exit_idx, gross, net, reasons, holding = backtest_single(
        opens_arr, closes_arr,
        T_lookback = int(params["T_lookback"]),
        X_drop      = float(params["X_drop"]),
        X_gain      = float(params["X_gain"]),
        X_stop_loss = float(params["X_stop_loss"]),
        T_max_holding = int(params["T_max_holding"]),
        transaction_cost = config.TRANSACTION_COST,
    )

    metrics = compute_trade_metrics(net, holding, reasons)
    rows.append({"ticker": ticker, **metrics})

    all_trades[ticker] = {
        "entry_idx": entry_idx,
        "exit_idx": exit_idx,
        "entry_dates": closes_df.index[entry_idx] if len(entry_idx) else
pd.DatetimeIndex([]),
        "exit_dates": closes_df.index[exit_idx] if len(exit_idx) else
pd.DatetimeIndex([]),
        "gross_return": gross,

```

```

        "net_return": net,
        "exit_reason": reasons,
        "holding_days": holding,
    }

    per_stock = pd.DataFrame(rows).set_index("ticker")
    return per_stock, all_trades

def aggregate_portfolio_metrics(all_trades: dict,
                                date_index: pd.DatetimeIndex,
                                capital_per_trade: float =
config.CAPITAL_PER_TRADE
                                ) -> tuple[pd.Series, dict]:
    """
    Agrège tous les trades en une equity curve quotidienne au niveau
    portefeuille.

    Hypothèses :
    - allocation FIXE de `capital_per_trade` à chaque signal
    - capital total = somme des trades en cours (pas de cap ; en pratique tu
      voudrais limiter avec un budget total)
    - rendements quotidiens de chaque trade calculés via mark-to-market sur
    close

    Returns
    -----
    daily_pnl : Series indexée par date (PnL quotidien total en $)
    metrics   : dict avec total_return, sharpe_daily_annualized, max_drawdown
    """
    n = len(date_index)
    daily_pnl = np.zeros(n)

    for ticker, trades in all_trades.items():
        if len(trades["entry_idx"]) == 0:
            continue
        # Pour chaque trade, on ne capture que le rendement net total au jour
de sortie
        # (modèle simple ; pour être exact, on devrait répartir au jour le
jour)
        for k in range(len(trades["entry_idx"])):
            exit_i = trades["exit_idx"][k]
            ret     = trades["net_return"][k]
            if 0 <= exit_i < n:
                daily_pnl[exit_i] += capital_per_trade * ret

    pnl_series = pd.Series(daily_pnl, index=date_index, name="daily_pnl")

    # Equity curve cumulative (en partant de 0, on additionne les PnL)

```

```

equity = pnl_series.cumsum()
total_pnl = float(equity.iloc[-1])

# Sharpe basé sur PnL quotidien (très approximatif si sparse)
nonzero = pnl_series[pnl_series != 0]
if len(nonzero) > 1:
    mu = pnl_series.mean()
    sd = pnl_series.std(ddof=1)
    sharpe_daily = (mu / sd) * np.sqrt(252) if sd > 0 else np.nan
else:
    sharpe_daily = np.nan

# Max drawdown sur equity
peak = equity.cummax()
dd = equity - peak
max_dd = float(dd.min())

return pnl_series, {
    "total_pnl_dollars": total_pnl,
    "sharpe_daily_annualized": sharpe_daily,
    "max_drawdown_dollars": max_dd,
    "n_total_trades": int(sum(len(v["entry_idx"]) for v in
all_trades.values()))),
}

```

"""

Pipeline principal – version GLOBALE.

Stratégie :

1. On télécharge les données des ~600 actions du S&P 600
2. On cherche UN SEUL jeu de paramètres (X\_drop, X\_gain, X\_stop\_loss, T\_lookback, T\_max\_holding) qui maximise le rendement médian par action sur la période d'entraînement (2015-2022)
3. On applique ces paramètres uniques à toutes les actions sur la période de test (2023-2025) et on compare au benchmark IJR (buy-and-hold)

Usage :

```

python main.py          # exécution complète (mode global)
python main.py --refresh-data # force le re-téléchargement
python main.py --max-tickers 10 # debug rapide
python main.py --mode per_stock # ancien mode (overfitting)

```

"""

```
import argparse
```

```
import time
```

```
import numpy as np
```

```
import pandas as pd
```

```
import yfinance as yf
```

```

import config
from data_loader import load_or_fetch_all, split_train_test
from optimizer import optimize_global, optimize_per_stock
from evaluator import evaluate_on_test, aggregate_portfolio_metrics
import reporting

def parse_args():
    p = argparse.ArgumentParser(description="Pipeline stratégie S&P 600")
    p.add_argument("--refresh-data", action="store_true",
                    help="Re-télécharger les données depuis zéro")
    p.add_argument("--max-tickers", type=int, default=None,
                    help="Limite le nb de tickers (debug)")
    p.add_argument("--mode", choices=["global", "per_stock"],
                    default="global",
                    help="Mode d'optimisation (default: global)")
    p.add_argument("--metric", choices=["median_return", "mean_return"],
                    default="median_return",
                    help="Métrique d'agrégation pour le mode global")
    return p.parse_args()

def run_global_mode(train_prices, test_prices, args):
    """Pipeline en mode optimisation GLOBALE (recommandé)."""
    # -----
    # 2. Optimisation : on cherche UN SEUL jeu de paramètres optimal
    # -----
    print("\n" + "=" * 70)
    print("ÉTAPE 2 : OPTIMISATION GLOBALE (TRAIN)")
    print("=" * 70)
    result = optimize_global(train_prices, metric=args.metric)
    best_params = result["best_params"]

    print(f" Meilleurs paramètres globaux trouvés sur train :")
    print(f"   T_lookback    = {best_params['T_lookback']:>4d} jours    "
          f"(fenêtre pour mesurer la baisse)")
    print(f"   X_drop        = {best_params['X_drop']*100:>4.1f} %        "
          f"(seuil de baisse pour acheter)")
    print(f"   X_gain        = {best_params['X_gain']*100:>4.1f} %        "
          f"(take-profit après l'achat)")
    print(f"   X_stop_loss   = {best_params['X_stop_loss']*100:>4.1f} %    "
          f"(stop-loss)")
    print(f"   T_max_holding = {best_params['T_max_holding']:>4d} jours    "
          f"(durée max de détention)")

    print(f"\n   {args.metric:<22s} : {result['best_score']*100:+.2f} % (sur train)")
    best_row = result["best_row"]

```

```

    print(f"    Mean return (train)          : {best_row['mean_return']*100:+.2f}
    %")
    print(f"    % actions profitables          :
    {best_row['pct_profitable_stocks']*100:.1f} %")
    print(f"    Trades moyen / action          :
    {best_row['avg_n_trades_per_stock']:.1f}")
    print(f"    Total trades sur train          :
    {int(best_row['total_n_trades']):,}")

    # Sauvegarde
    pd.DataFrame([best_params]).to_csv(
        config.RESULTS_DIR / "best_global_params.csv", index=False)
    result["summary"].to_csv(
        config.RESULTS_DIR / "all_combinations_summary.csv", index=False)
    result["per_stock_returns"].to_csv(
        config.RESULTS_DIR / "train_returns_per_stock.csv")

    # -----
    # 3. Évaluation : on applique les MÊMES paramètres sur le test
    # -----
    print("\n" + "=" * 70)
    print("ÉTAPE 3 : ÉVALUATION OUT-OF-SAMPLE (TEST)")
    print("=" * 70)
    print("Application des paramètres globaux sur la période 2023-2025...")

    # On crée un DataFrame "best_params" répliquant le même jeu pour chaque
    action,
    # afin de réutiliser evaluate_on_test
    tickers_test = test_prices["Close"].columns.tolist()
    best_params_df = pd.DataFrame(
        {ticker: best_params for ticker in tickers_test}).T
    best_params_df.index.name = "ticker"

    test_metrics, all_trades = evaluate_on_test(test_prices, best_params_df)
    test_metrics.to_csv(config.RESULTS_DIR / "test_metrics_global.csv")

    valid_test = test_metrics.dropna(subset=["mean_trade_return"])
    if len(valid_test) > 0:
        # Récupère le rendement total composé par action
        total_returns_test = valid_test["total_return"].dropna()

        print(f" Performance des paramètres globaux sur TEST
        ({len(valid_test)} actions actives) :")
        print(f"    Rendement médian par action :
        {total_returns_test.median()*100:+.2f} %")
        print(f"    Rendement moyen par action :
        {total_returns_test.mean()*100:+.2f} %")
        print(f"    % actions profitables          : {(total_returns_test >
        0).mean()*100:.1f} %")

```

```

        print(f"    Win rate moyen (par trade) :
{valid_test['win_rate'].mean()*100:.1f} %")
        print(f"    Sharpe moyen (par-trade) :
{valid_test['sharpe_annualized'].mean():.2f}")
        print(f"    Profit factor médian : "
              f"{valid_test['profit_factor'].replace([np.inf,-
np.inf],np.nan).median():.2f}")
        print(f"    Trades total sur test :
{int(valid_test['n_trades'].sum()):,}")

    return best_params, result, test_metrics, all_trades

def run_per_stock_mode(train_prices, test_prices, args):
    """Pipeline en mode optimisation PAR ACTION (kept for comparison)."""
    print("\n" + "=" * 70)
    print("ÉTAPE 2 : OPTIMISATION PAR-ACTION (TRAIN) - mode legacy")
    print("=" * 70)
    best_params = optimize_per_stock(train_prices)
    best_params.to_csv(config.RESULTS_DIR / "best_params_per_stock.csv")

    print("\n" + "=" * 70)
    print("ÉTAPE 3 : ÉVALUATION SUR TEST")
    print("=" * 70)
    test_metrics, all_trades = evaluate_on_test(test_prices, best_params)
    test_metrics.to_csv(config.RESULTS_DIR / "test_metrics_per_stock.csv")
    return best_params, None, test_metrics, all_trades

def main():
    args = parse_args()
    t_start = time.time()

    # -----
    # 1. Chargement des données
    # -----
    print("\n" + "=" * 70)
    print(f"ÉTAPE 1 : CHARGEMENT DES DONNÉES (mode = {args.mode})")
    print("=" * 70)
    tickers_meta, prices = load_or_fetch_all(force_refresh=args.refresh_data)

    if args.max_tickers:
        keep = prices["Close"].columns[:args.max_tickers]
        prices = prices.loc[:, (slice(None), keep)]
        tickers_meta = tickers_meta[tickers_meta["Symbol"].isin(keep)]
        print(f"[main] DEBUG mode : {len(keep)} tickers seulement")

    print(f"\nNb tickers : {prices['Close'].shape[1]}")

```

```

    print(f"Période      : {prices.index.min().date()} ->
{prices.index.max().date()}")

    train_prices, test_prices = split_train_test(prices)
    print(f"\nTrain : {train_prices.index.min().date()} -> "
          f"{train_prices.index.max().date()} ({len(train_prices)} jours)")
    print(f"Test  : {test_prices.index.min().date()} -> "
          f"{test_prices.index.max().date()} ({len(test_prices)} jours)")

    # -----
    # 2-3. Optimisation + évaluation (selon le mode)
    # -----
    if args.mode == "global":
        best_params, opt_result, test_metrics, all_trades = run_global_mode(
            train_prices, test_prices, args)
    else:
        best_params, opt_result, test_metrics, all_trades =
run_per_stock_mode(
            train_prices, test_prices, args)

    # -----
    # 4. Métriques portfolio agrégées
    # -----
    print("\n" + "=" * 70)
    print("ÉTAPE 4 : AGRÉGATION PORTFOLIO")
    print("=" * 70)
    daily_pnl, port_metrics = aggregate_portfolio_metrics(
        all_trades, test_prices.index,
capital_per_trade=config.CAPITAL_PER_TRADE)

    print(f"    Capital par trade      : ${config.CAPITAL_PER_TRADE:,}")
    print(f"    PnL total ($)          :
${port_metrics['total_pnl_dollars']:, .0f}")
    print(f"    Sharpe quotidien (annlsé):
{port_metrics['sharpe_daily_annualized']:.2f}")
    print(f"    Max drawdown ($)       :
${port_metrics['max_drawdown_dollars']:, .0f}")
    print(f"    Trades total           : {port_metrics['n_total_trades']:,}")
    print(f"    Le PnL en $ suppose une allocation FIXE de "
          f"${config.CAPITAL_PER_TRADE:,} par trade,")
    print(f"    sans contrainte de capital. C'est une mesure illustrative,")
    print(f"    pas un rendement de portefeuille réel.")

    equity = daily_pnl.cumsum()
    equity.to_csv(config.RESULTS_DIR / "equity_curve.csv")

    # -----
    # 5. Benchmark IJR
    # -----

```

```

print("\n" + "=" * 70)
print("ÉTAPE 5 : BENCHMARK BUY & HOLD IJR")
print("=" * 70)
bench_data = yf.download(config.BENCHMARK_TICKER,
                        start=config.TEST_START, end=config.TEST_END,
                        auto_adjust=True, progress=False)
if isinstance(bench_data.columns, pd.MultiIndex):
    bench_close = bench_data["Close"][config.BENCHMARK_TICKER]
else:
    bench_close = bench_data["Close"]

bench_total_return = bench_close.iloc[-1] / bench_close.iloc[0] - 1
print(f"    IJR rendement total (test) : {bench_total_return*100:+.2f} %")

# Comparaison directe
if args.mode == "global" and "test_metrics" in dir():
    valid_test = test_metrics.dropna(subset=["total_return"])
    if len(valid_test) > 0:
        stock_median = valid_test["total_return"].median()
        stock_mean = valid_test["total_return"].mean()
        print(f" Stratégie vs Benchmark sur test :")
        print(f"    - Stratégie (médiane par action) :
{stock_median*100:+.2f} %")
        print(f"    - Stratégie (moyenne par action) :
{stock_mean*100:+.2f} %")
        print(f"    - Benchmark IJR (buy & hold)      :
{bench_total_return*100:+.2f} %")
        diff_med = (stock_median - bench_total_return) * 100
        print(f"    - Excess return médian                : {diff_med:+.2f} pp")

# -----
# 6. Visualisations
# -----
print("\n" + "=" * 70)
print("ÉTAPE 6 : GÉNÉRATION DES FIGURES")
print("=" * 70)
if args.mode == "global" and opt_result is not None:
    reporting.plot_heatmap_xdrop_xgain(opt_result["summary"], best_params)
    reporting.plot_global_test_distribution(test_metrics,
bench_total_return)
    reporting.plot_param_sensitivity(opt_result["summary"], best_params)
else:
    reporting.plot_param_distributions(best_params)
    reporting.plot_train_vs_test(best_params, test_metrics)

    reporting.plot_trade_return_distribution(test_metrics)
    reporting.plot_equity_vs_benchmark(equity, bench_close,
config.INITIAL_CAPITAL)
    reporting.plot_sector_breakdown(test_metrics, tickers_meta)

```

```

# -----
# 7. Synthèse finale
# -----
elapsed = time.time() - t_start
print("\n" + "=" * 70)
print(f"TERMINÉ EN {elapsed/60:.1f} MIN")
print("=" * 70)
print(f"Résultats : {config.RESULTS_DIR}")
print(f"Figures   : {config.FIGURES_DIR}")

if __name__ == "__main__":
    main()

"""
Comparaison de la stratégie avec d'autres classes d'actifs.
"""

import yfinance as yf
import pandas as pd
import numpy as np

START = "2020-01-02"
END   = "2025-12-31"

# Tickers à comparer (proxies investissables)
ASSETS = {
    "S&P 500 (SPY)":          "SPY",
    "Nasdaq 100 (QQQ)":       "QQQ",
    "Or (GLD)":               "GLD",
    "Obligations 10Y US (IEF)": "IEF",
    "S&P SmallCap 600 (IJR)": "IJR", # ton benchmark déjà utilisé
}

# Taux sans risque approximatif pour le Sharpe (moyenne 2020-2025)
RISK_FREE_RATE_ANNUAL = 0.025 # 2.5%

#
=====
# FONCTIONS UTILITAIRES
#
=====

def compute_metrics(prices: pd.Series, label: str) -> dict:
    """Calcule les métriques pour une série de prix."""
    prices = prices.dropna()
    n_years = (prices.index[-1] - prices.index[0]).days / 365.25

```

```

# Rendements
daily_returns = prices.pct_change().dropna()
total_return = prices.iloc[-1] / prices.iloc[0] - 1
annualized_return = (1 + total_return) ** (1/n_years) - 1

# Volatilité annualisée
volatility = daily_returns.std() * np.sqrt(252)

# Max drawdown
cummax = prices.cummax()
drawdown = (prices - cummax) / cummax
max_dd = drawdown.min()

# Sharpe ratio (annualisé)
excess_returns = daily_returns - RISK_FREE_RATE_ANNUAL / 252
sharpe = excess_returns.mean() / daily_returns.std() * np.sqrt(252)

return {
    "Actif":          label,
    "Rdt total":      total_return,
    "Rdt annualisé":  annualized_return,
    "Volatilité ann.": volatility,
    "Max drawdown":   max_dd,
    "Sharpe ratio":   sharpe,
}
#
=====

# TÉLÉCHARGEMENT ET CALCUL
#
=====

print(f"Téléchargement des données : {START} -> {END}\n")
results = []

for label, ticker in ASSETS.items():
    print(f" {label} ({ticker})...", end="")
    try:
        data = yf.download(ticker, start=START, end=END,
                           auto_adjust=True, progress=False)
        if isinstance(data.columns, pd.MultiIndex):
            prices = data["Close"][ticker]
        else:
            prices = data["Close"]
        metrics = compute_metrics(prices, label)
        results.append(metrics)
        print(f" OK ({len(prices)} jours)")

```

```

except Exception as e:
    print(f" ÉCHEC : {e}")

#
=====
# AFFICHAGE
#
=====

df = pd.DataFrame(results).set_index("Actif")

# Formatage pour lecture humaine
print("\n" + "=" * 90)
print("RÉSULTATS COMPARATIFS – Période 2020-01-02 -> 2025-12-31")
print("=" * 90 + "\n")

print(f"{'Actif':<30s} {'Rdt total':>10s} {'Rdt ann.':>10s} {'Volatilité':>12s} {'Max DD':>10s} {'Sharpe':>8s}")
print("-" * 90)
for actif, row in df.iterrows():
    print(f"{'actif':<30s} "
          f"{'row['Rdt total']*100:>+9.1f}% "
          f"{'row['Rdt annualisé']*100:>+9.1f}% "
          f"{'row['Volatilité ann.']*100:>+10.1f}% "
          f"{'row['Max drawdown']*100:>+9.1f}% "
          f"{'row['Sharpe ratio']:>+7.2f}")

# Sauvegarde CSV
df.to_csv("results/comparison_asset_classes.csv",
          sep=';', float_format='%.4f', decimal=',', encoding='utf-8-sig')
print(f"\n✓ Sauvegardé dans results/comparison_asset_classes.csv")
print(f" (séparateur = ; / décimal = , / UTF-8 BOM pour Excel européen)")

# Impression du tableau
print("\n\n=== TABLEAU MARKDOWN POUR LE MÉMOIRE ===\n")
print("| Actif | Rdt total | Rdt annualisé | Volatilité ann. | Max DD | Sharpe |")
print("|---|---|---|---|---|---|")
for actif, row in df.iterrows():
    print(f"| {actif} "
          f"{'row['Rdt total']*100:+.1f} % "
          f"{'row['Rdt annualisé']*100:+.1f} % "
          f"{'row['Volatilité ann.']*100:.1f} % "
          f"{'row['Max drawdown']*100:.1f} % "
          f"{'row['Sharpe ratio']:+.2f} |")

```