

**h e g**

Haute école de gestion  
Genève

# **L'impact des variations des taux d'intérêt sur la valorisation des produits financiers : Stratégie pour gérer le risque de taux**

**Travail de Bachelor réalisé en vue de l'obtention du Bachelor HES**

par :

**Leonardo CIRILLO**

Conseiller au travail de Bachelor :

**Claude FASLER**

**Genève, 09 juillet 2024**

**Haute École de Gestion de Genève (HEG-GE)**

**Filière Économie d'entreprise**

## Déclaration

Ce travail de Bachelor est réalisé dans le cadre de l'examen final de la Haute école de gestion de Genève, en vue de l'obtention du titre de Bachelor of Science en économie d'entreprise.

L'étudiant-e atteste avoir réalisé seul-e le présent travail, sans avoir utilisé des sources autres que celles citées dans la bibliographie. Il ou elle atteste par ailleurs que le travail rendu est le fruit de sa réflexion personnelle et a été rédigé de manière autonome. Ce travail a, en outre, été soumis pour analyse par le logiciel de détection de plagiat préconisé par la filière.

L'étudiant-e accepte, le cas échéant, la clause de confidentialité. L'utilisation des conclusions et recommandations formulées dans le travail de Bachelor, sans préjuger de leur valeur, n'engage ni la responsabilité de l'auteur-e, ni celle du ou de la conseiller-ère au travail de Bachelor, celle du juré-e ou celle de la HEG.

## Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier Monsieur Claude Fasler, qui m'a soutenue et guidée tout au long de mon travail. Les rencontres que nous avons eues m'ont toujours permis d'évoluer et de prendre conscience de différents points de vue.

Je tiens également à remercier Monsieur Duc François pour m'avoir fourni et aidé avec les codes de RStudio.

Je souhaite aussi exprimer ma gratitude à Marc Butz pour la relecture et la correction des erreurs orthographiques.

Enfin, je tiens à remercier ma copine, Alexandra Allevi, qui m'a soutenu tout au long de mon parcours, me soutenant et m'aidant à chaque instant.

## Résumé

Dans un contexte où les taux d'intérêt sont un sujet très discuté dans le monde de la finance, cet ouvrage vise à analyser comment les variations des taux d'intérêt influencent la valorisation des produits financiers, en particulier les obligations et les actions. La problématique centrale de l'étude est liée à la recherche d'une stratégie pour se couvrir contre le risque de taux d'intérêt dans un portefeuille action/obligation. Premièrement, le document débute en décrivant la politique monétaire menée par les banques centrales, qui joue un rôle crucial dans la détermination des taux d'intérêt. Une analyse de ses objectifs et des instruments de la politique monétaire montre comment les taux directeurs affectent l'économie nationale et la courbe des taux. Afin de mieux comprendre l'impact des taux d'intérêt sur les produits financiers, le document poursuit avec la théorie de l'évaluation des obligations et des actions. La valorisation des obligations repose sur l'actualisation des flux de trésorerie futurs, c'est-à-dire le paiement des coupons et le remboursement du principal. Je démontre que les taux d'intérêt ont un impact inverse sur la valeur des obligations : une augmentation des taux réduit la valeur actuelle des obligations. En ce qui concerne l'évaluation des actions, j'explique l'une des principales méthodes d'évaluation, le modèle des flux de trésorerie disponibles (Free Cash Flow). Ce modèle prend en compte les flux futurs attendus pour estimer la valeur des actions.

Ensuite, j'ai effectué une analyse empirique de l'impact des variations des taux directeurs sur les rendements des obligations et des actions aux États-Unis entre 1990 et 2016. Les conclusions de cette analyse montrent que les obligations sont directement impactées par une variation du taux directeur, mais pour les actions, cet impact est difficile à observer.

J'ai également effectué une comparaison des rendements entre les différents secteurs américains et entre les différents types d'obligations pour la période de 1999 à 2019. Cette analyse a été réalisée dans le but de comprendre quels secteurs et quels types d'obligations réagissent à un changement du taux directeur. La conclusion tirée de cette comparaison des rendements est que l'on peut assez bien observer un modèle de comportement des obligations, mais pour les actions, il est difficile de trouver un modèle selon lequel un secteur américain réagit toujours de la même manière à un changement de taux d'intérêt.

À partir de ces analyses, j'ai proposé une stratégie spécifique pour gérer le risque de taux dans un portefeuille 50/50 obligation/action. L'évaluation de cette stratégie a été réalisée à travers un « backtesting » et la stratégie a battu les deux « benchmarks » utilisés pour la période de 2020 à mai 2024.

# Table des matières

Déclaration.....	i
Remerciements.....	ii
Résumé .....	iii
Table des matières .....	iv
Liste des tableaux .....	vi
Liste des figures.....	vi
<b>1. Introduction et méthodologie .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Fondements théoriques .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1 Définition, objectifs et instruments de la politique monétaire.....</b>	<b>2</b>
2.1.1 L'impact du taux directeur sur l'économie nationale .....	3
2.1.2 L'impact du taux directeur sur la courbe des taux .....	4
<b>2.2 La théorie de la valorisation des actifs financiers.....</b>	<b>6</b>
2.2.1 Valorisation des obligations .....	6
2.2.2 Valorisation des actions.....	15
<b>3. Impact des taux d'intérêt sur les produits financiers .....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Evolution du taux directeur .....</b>	<b>23</b>
<b>3.2 Impact sur les Marchés Obligataires.....</b>	<b>25</b>
3.2.1 Le taux à 2 ans : U.S. 2 Year Treasury .....	25
3.2.2 Le taux à 10 ans : U.S. 10 Year Treasury .....	28
3.2.3 Impact d'un changement du taux directeur sur un ETF .....	30
<b>3.3 Impact sur les marchés d'actions .....</b>	<b>33</b>
<b>4. Comparaison des rendements .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1 Actions .....</b>	<b>40</b>
4.1.1 Analyse.....	41
<b>4.2 Obligations.....</b>	<b>43</b>
4.2.1 Analyse.....	44
<b>5. Développement d'une stratégie.....</b>	<b>45</b>
<b>5.1 Stratégie pour les obligations.....</b>	<b>45</b>
<b>5.2 Stratégie pour les actions .....</b>	<b>46</b>
<b>5.3 Évaluation de la stratégie.....</b>	<b>47</b>
5.3.1 Résultats de la stratégie .....	48
<b>6. Conclusion .....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>51</b>
<b>Annexe 1 : Détails du calcul du modèle FCFF .....</b>	<b>55</b>
<b>Annexe 2 : Code RStudio : taux directeur FED vs Bons du trésor à 2/10 ans</b>	<b>56</b>

<b>Annexe 3 : Courbe des taux .....</b>	<b>58</b>
<b>Annexe 4 : Code RStudio : Corrélation/R carré entre le taux sans risque et S&amp;P 500 et corrélation roulante .....</b>	<b>59</b>
<b>Annexe 5 : Code RStudio : Calcul de la performance pour les actions ....</b>	<b>60</b>
<b>Annexe 6 : Rendement total des différentes obligations.....</b>	<b>61</b>
<b>Annexe 7 : Rapport du portefeuille.....</b>	<b>73</b>

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Calcul de l'actualisation d'une obligation .....	8
Tableau 2 : Valorisation de l'obligation avec le paramètre r augmenté .....	9
Tableau 3 : Prix par rapport à la valeur nominale .....	10
Tableau 4 : Valorisation selon l'approche de sans arbitrage .....	12
Tableau 5 : Exemple du calcul de la durée.....	14
Tableau 6 : Données fictives pour l'entreprise « Red Virtual » .....	20
Tableau 7 : Calcul de la valeur d'une action.....	21
Tableau 8 : Tableau récapitulatif des différentes données sur les taux directeurs de la FED par rapport aux bons du Trésor américain à 2 ans.....	26
Tableau 9 : Tableau récapitulatif des différentes données sur les taux directeurs de la FED par rapport aux bons du Trésor américain à 10 ans.....	29
Tableau 10 : Corrélation entre le taux sans risque et S&P 500 par période .....	35
Tableau 11 : Performances sectorielles des actions américaines de 1999 à 2019.....	40
Tableau 12 : Rendement cumulé des obligations par catégorie sur différentes périodes (1999-2019).....	43
Tableau 13 : Tableau récapitulatif des KPI de ma stratégie .....	48

## Liste des figures

Figure 1 : Schéma de l'impact du taux de directeur.....	4
Figure 2 : Les taux directeurs de la FED en 2022 .....	5
Figure 3 : La courbe des taux avant et après l'augmentation du taux directeur .....	6
Figure 4 : Relation entre le prix d'une obligation traditionnelle et le taux d'actualisation ..	9
Figure 5 : Graphique illustrant la "pull to par value" .....	11
Figure 6 : Évolution du taux directeur de la Fed entre 1990 et 2016 .....	23
Figure 7 : Taux d'intérêt de la Fed comparé aux récessions aux Etats-Unis .....	24
Figure 8 : Taux directeur de la FED vs titres du trésor américain 2 ans .....	26
Figure 9 : Taux directeur FED vs Trésorerie américaine à 10 ans.....	28
Figure 10 : Taux directeur FED vs iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF .....	31
Figure 11 : iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF prix vs rendement .....	32
Figure 12 : Taux directeur FED vs iShares iBoxx High Yield Corporate Bond ETF .....	33
Figure 13 : Corrélation roulante sur 252 Jours entre les taux sans risque et les rendements du S&P 500.....	38
Figure 14 : Évolution du taux directeur de la Fed entre 1999 et 2019 .....	39
Figure 15 : Evolution du portefeuille par rapport aux deux benchmarks .....	49

# 1. Introduction et méthodologie

L'impact des variations des taux d'intérêt sur la valorisation des produits financiers constitue un sujet de grande importance dans le domaine de la finance. Le taux directeur, outils principaux de la politique monétaire, influence directement les décisions d'investissement et les stratégies de gestion de portefeuille. La complexité de cette relation et ses implications sur divers types de produits financiers nécessitent une analyse approfondie pour mieux comprendre les effets des fluctuations des taux d'intérêt. La question centrale de cette étude est : comment les variations des taux d'intérêt affectent-elles l'évaluation des produits financiers et quelle stratégie peut-on utiliser pour gérer ces risques dans un portefeuille ? Cette recherche propose une analyse détaillée et actualisée de ces dynamiques, en me concentrant sur deux classes d'actifs : les obligations et les actions. Elle cherche également à identifier une stratégie de couverture efficace pour atténuer les risques liés aux taux d'intérêt dans un portefeuille d'investissement.

Pour explorer l'impact des variations des taux d'intérêt sur l'évaluation des produits financiers, mon travail s'articule en plusieurs étapes. Tout d'abord, j'expliquerai comment la politique monétaire influence les taux d'intérêt et je présenterai les principes fondamentaux de la valorisation des obligations et des actions. Ensuite, je réaliserai une analyse détaillée de l'impact direct des taux d'intérêt sur le marché américain des obligations et des actions, en utilisant des tests statistiques et des comparaisons des données, pour établir des liens entre les taux d'intérêt et ces actifs financiers. Par la suite, j'effectuerai une étude comparative des performances de différents secteurs d'actions et types d'obligations américaines pour tenter d'identifier les actifs ayant surperformé ou ayant été peu affectés par les changements des taux. Enfin, je développerai une stratégie de couverture basée sur ces analyses et je l'évaluerai sur un portefeuille fictif à l'aide d'un programme de « backtesting ».

J'ai choisi de me concentrer principalement sur les données américaines, plutôt que sur les données d'autres régions, en particulier dans la deuxième phase de la recherche, et ce pour plusieurs raisons. Les États-Unis possèdent le plus grand marché financier mondial, offrant une richesse de données historiques et une grande diversité d'actifs financiers. De plus, les politiques monétaires de la Réserve fédérale américaine ont un impact significatif sur les marchés financiers internationaux, rendant l'étude de ce marché particulièrement pertinente (*How US Interest Rates Move the World Economy* 2023; Post 2023).

## 2. Fondements théoriques

### 2.1 Définition, objectifs et instruments de la politique monétaire

Pour appréhender pleinement l'impact des taux d'intérêt sur les actifs financiers, il est impératif de saisir les raisons sous-jacentes à la fluctuation des taux d'intérêt au fil du temps. Au cœur de cette dynamique se trouve la politique monétaire instrumentée par les banques centrales, qui représente l'une des influences prédominantes sur les taux d'intérêt, en particulier à court terme.

Tout d'abord, qu'est-ce que la politique monétaire ?

« *La politique monétaire recouvre les décisions prises par une banque centrale en vue d'influencer le coût et la disponibilité de la monnaie dans une économie.* » (European Central Bank 2021, paragr. 1)

La mission principale d'une banque centrale est d'orchestrer la politique monétaire au bénéfice de l'économie nationale, avec un accent particulier sur le maintien de la stabilité des prix. Son but est de prévenir une hausse continue ou une baisse constante des prix sur une longue période, respectivement connues sous les termes d'inflation et de déflation. Ces phénomènes peuvent sérieusement entamer le pouvoir d'achat des ménages et des entreprises. À titre d'exemple, la Banque nationale suisse (BNS) considère que la stabilité des prix est maintenue lorsque l'augmentation annuelle de l'indice des prix à la consommation (IPC) ne dépasse pas 2%. Cette approche reconnaît la difficulté de réguler précisément l'inflation, acceptant une légère divergence entre l'inflation réelle et celle projetée par l'IPC, qui reflète l'évolution mensuelle des prix des biens et des services essentiels pour les ménages, calculée par l'Office fédéral de la statistique. Un autre but essentiel des banques centrales est de promouvoir une croissance économique stable, en évitant les extrêmes d'une surchauffe économique ou d'une récession. Un environnement optimal se caractérise par une croissance soutenue et un faible taux de chômage (Politique monétaire Iconomix 2022, p. 1). Aussi aux États-Unis, la Réserve Fédérale, en tant que banque centrale, vise des objectifs largement alignés sur ceux précédemment évoqués. Elle a deux mandats : maintenir une inflation modérée et stable, fixée à un objectif de 2 % par an, évaluée à travers l'évolution annuelle de l'indice des prix des dépenses de consommation personnelle, et déterminer le plus haut niveau d'emploi soutenable dans l'économie. Ces directives s'inscrivent dans sa démarche globale pour favoriser la stabilité financière et stimuler une croissance économique durable. (*Monetary Policy: What Are Its Goals? How Does It Work?* 2021, paragr. 3)

Les banques centrales emploient divers instruments pour mettre en œuvre leur politique monétaire, visant à réguler l'offre de monnaie et à stabiliser l'économie. Parmi ces outils, on trouve les opérations d'*open market*, les facilités permanentes, les réserves obligatoires, et la détermination du taux directeur (Banque nationale suisse 2023, p. 14).

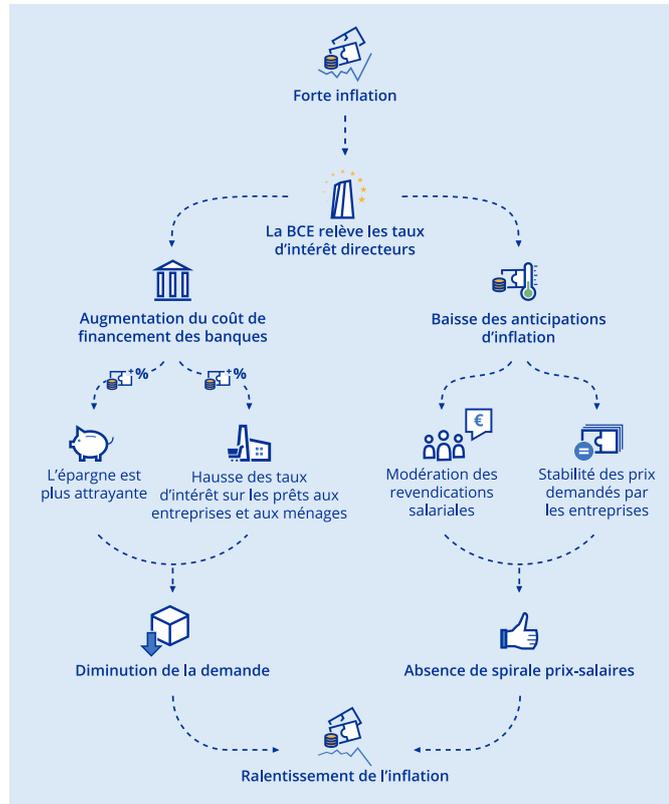
Les opérations d'*open market* impliquent l'achat ou la vente de titres sur le marché financier pour influencer le niveau de liquidité bancaire. À travers les facilités permanentes, les banques commerciales peuvent, en cas de besoin, emprunter des fonds à court terme auprès de la banque centrale, offrant des titres comme garantie ; ces prêts doivent être remboursés, généralement le jour suivant, restituant la liquidité à la banque centrale et les titres aux banques commerciales. Les réserves obligatoires, quant à elles, exigent que les banques maintiennent un certain pourcentage de leurs dépôts comme réserves, ce qui contrôle la quantité d'argent qu'elles peuvent prêter et, par conséquent, influence les taux d'intérêt interbancaires (Banque nationale suisse 2023, pp. 16-21). L'instrument privilégié par les banques centrales pour exécuter leur politique monétaire réside dans l'ajustement du taux directeur. Par exemple, la Banque nationale suisse (BNS) est responsable de fixer ce taux en Suisse. Celui-ci sert de référence pour les taux d'intérêt à court terme dans l'ensemble du marché monétaire garanti. Le SARON (Swiss Average Rate Overnight), considéré comme le taux de référence du marché monétaire suisse, représente le taux auquel les banques s'accordent des prêts à très court terme, généralement pour une nuit, avec des garanties telles que des bons du Trésor. (Politique monétaire Iconomix 2022, p. 1)

### **2.1.1 L'impact du taux directeur sur l'économie nationale**

Dans un contexte d'inflation prolongée surpassant ses objectifs, une banque centrale peut décider d'augmenter le taux directeur, engendrant ainsi une série d'effets dominos qui affectent l'activité économique. Cette hausse entraîne une augmentation des taux d'intérêt sur les prêts bancaires à court terme, rendant ainsi le crédit plus onéreux pour les entreprises et les ménages, ce qui décourage les investissements et la consommation. Par conséquent, la demande pour divers biens et services décline, poussant les entreprises à modérer les hausses de prix et de salaires, ce qui contribue au ralentissement de l'inflation. De plus, cette politique renforce la monnaie nationale, attirant davantage d'investisseurs étrangers, et exerce une pression à la baisse sur les prix des actifs financiers, rendant l'épargne plus séduisante. La figure 1 montre un diagramme élaboré par la Banque centrale européenne qui explique ce que je viens de décrire dans le cas d'une forte inflation. Inversement, en période de récession, une réduction du taux directeur par la banque centrale stimule l'économie en abaissant les coûts du crédit. Cette baisse encourage la consommation et l'investissement, favorisant

ainsi l'expansion économique et, potentiellement, une hausse de l'inflation à long terme (Iconomix 2022, paragr. 6; *Monetary Policy: What Are Its Goals? How Does It Work?* 2021, paragr. 8-11).

Figure 1 : Schéma de l'impact du taux de directeur



(Nous avons relevé les taux d'intérêt. European Central Bank 2022)

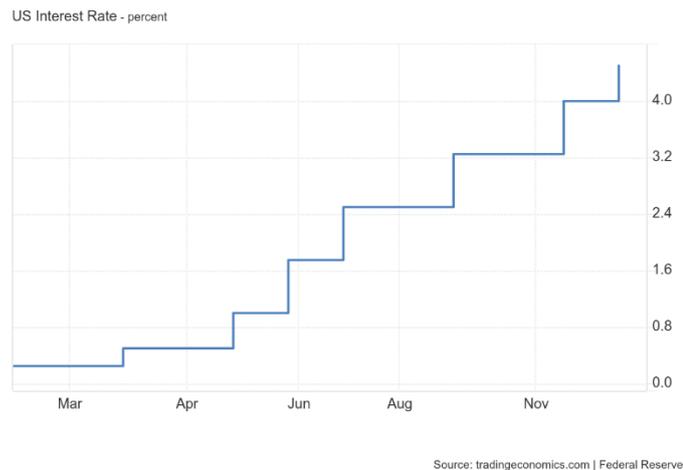
### 2.1.2 L'impact du taux directeur sur la courbe des taux

La courbe des taux représente un indicateur clé dans l'évaluation des produits financiers et dans la transmission de la politique monétaire aux autres taux d'intérêt au sein de l'économie. De nombreux facteurs peuvent induire des modifications dans cette courbe, et parmi eux, les politiques monétaires tiennent une place prépondérante. Les politiques monétaires conventionnelles, par le biais de la modification du taux directeur, ont tendance à influencer le niveau de la courbe des taux, surtout sur le court terme. En modifiant ce taux, les banques centrales peuvent entraîner une fluctuation globale de la courbe des taux<sup>1</sup>, la faisant monter lors d'une politique restrictive ou descendre lors d'une politique expansionniste (Reserve Bank of Australia). Pour illustrer l'impact du taux directeur sur la courbe des taux, examinons le contexte économique des États-Unis en

<sup>1</sup> La courbe des taux est une courbe qui représente les rendements ou taux d'intérêt de différentes obligations ayant la même qualité de crédit mais des échéances différentes (*Yield Curve: What It Is and How to Use It* 2023).

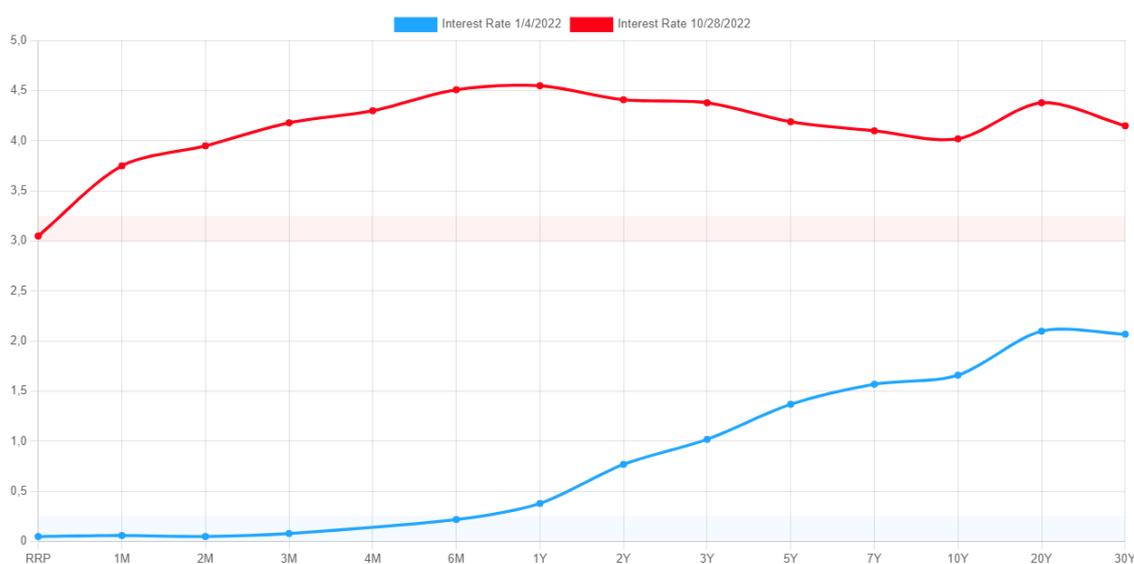
2022. Au commencement de l'année, le taux directeur était de 0,25 %. Toutefois, face à des pressions inflationnistes et à la nécessité de ralentir l'économie, la Réserve Fédérale a entrepris une série de hausses, portant ce taux à 3,25 % vers fin octobre. Cette progression significative du taux directeur est capturée visuellement dans la figure 2. En relation avec cette augmentation, la figure 3 montre deux courbes de taux : la première, en bleu, traduit les conditions de début d'année, où le faible taux directeur se répercutait en des rendements plus bas sur toute la courbe. La deuxième, en rouge, montre la courbe des taux en octobre, après les interventions de la Fed. Cette dernière révèle non seulement une élévation des rendements à court terme, mais aussi une modification de la structure globale de la courbe, témoignant de l'impact direct des décisions de politique monétaire sur les rendements à long terme. Cette transformation démontre l'influence entre le taux directeur et la courbe des taux, illustrant comment une politique monétaire restrictive peut entraîner un resserrement des conditions de financement à tous les niveaux de maturité.

Figure 2 : Les taux directeurs de la FED en 2022



(Tradingeconomics, *United States Fed Funds Interest Rate*)

Figure 3 : La courbe des taux avant et après l'augmentation du taux directeur



(US Treasury Yield Curve)

## 2.2 La théorie de la valorisation des actifs financiers

Après avoir examiné l'impact de la politique monétaire de la banque centrale sur les taux d'intérêt, il est essentiel de comprendre les méthodes d'évaluation des produits financiers. Je me concentrerai sur les méthodes d'évaluation simples et limiterai mon étude aux instruments financiers conventionnels, c'est-à-dire les obligations classiques et les actions.

### 2.2.1 Valorisation des obligations

#### 2.2.1.1 Principes généraux

Au cœur de la valorisation des obligations réside un concept élémentaire, mais profondément significatif, qui établit que la valeur d'un actif financier est intrinsèquement liée à la valeur actuelle de ses flux de trésorerie futurs anticipés. Cette perspective n'est pas isolée à une catégorie spécifique d'actifs, mais s'étend à un spectre large, embrassant une diversité de produits financiers. Cependant, dans cette partie du chapitre, je me concentrerai sur ce principe appliqué aux obligations. Tout d'abord, le processus d'évaluation d'une obligation s'articule autour de trois étapes clés : l'estimation des flux de trésorerie attendus, la détermination du taux d'intérêt approprié pour actualiser ces flux, et le calcul de leur valeur présente (Fabozzi 2007, p. 97).

La première étape dans l'évaluation d'une obligation concerne l'estimation précise des flux de trésorerie (*Cash-Flow*) futurs qu'elle générera. Pour les obligations, ces flux peuvent inclure, à des paiements d'intérêts périodiques ainsi que le remboursement du principal à l'échéance. Habituellement, l'estimation des flux de trésorerie pour les

obligations traditionnelles, souvent désignées par le terme "*vanilla bonds*", ainsi que pour les obligations à coupon zéro<sup>2</sup> s'avère être une tâche relativement aisée. En effet, les caractéristiques de ces deux obligations sont définies clairement dès leur émission, permettant ainsi de connaître à l'avance les flux de trésorerie futurs. Cependant, divers autres types d'obligations, par exemple munies d'options, comme les obligations remboursables ou convertibles, présentent une complexité accrue dans l'estimation des cash-flows et nécessitent donc une analyse plus approfondie pour prédire avec exactitude les flux de trésorerie futurs (Fabozzi 2007, pp. 97-98).

Avant d'expliquer comment déterminer le taux d'intérêt approprié pour actualiser différents flux de trésorerie, il convient d'expliquer le concept de taux sans risque. Prenons comme exemple les États-Unis. Le gouvernement des États-Unis, à travers le Département du Trésor, émet une variété de titres de dette bénéficiant de la garantie pleine et entière du gouvernement fédéral. Ces titres sont considérés comme sans risque par les acteurs du marché mondial, car la probabilité qu'un gouvernement fasse faillite est très faible. Les principaux titres émis par le gouvernement américain sont les suivants (Fabozzi 2007, p. 75) :

- Les bons du Trésor (*Treasury bills*) : Ce sont des titres à zéro coupon arrivant à échéance en un an ou moins depuis leur émission.
- Les notes du Trésor (*Treasury notes*) : Ces titres à coupon présentent une maturité à l'émission supérieure à un an mais inférieure à dix ans.
- Les obligations du Trésor (*Treasury bonds*) : Ces titres à coupon ont une maturité à l'émission supérieure à dix ans.

Après avoir expliqué le concept de taux sans risque, je passe à la sélection du taux d'intérêt approprié pour actualiser les flux de trésorerie. Cette sélection est cruciale car il est souvent interprété comme le rendement que l'investisseur s'attend à recevoir, englobant ainsi le risque associé à l'investissement dans un actif financier particulier. Pour les obligations émises par le gouvernement américain, le taux d'actualisation est le taux de même maturité que sur la courbe des taux. Cependant, pour les obligations qui présentent un risque de crédit, par exemple celles d'une entreprise, une prime de risque est ajoutée au taux sans risque. Cette prime représente le risque de défaut accru que l'investisseur est prêt à assumer en échange d'un potentiel de rendement supérieur (Fabozzi 2007, p. 95).

---

<sup>2</sup> Un coupon zéro est un type d'obligation qui ne prévoit pas de paiements périodiques d'intérêts. L'intérêt est gagné car l'obligation est achetée en dessous de sa valeur nominale (à un escompte) et est intégralement payé à l'échéance, la différence entre le prix d'achat et la valeur nominale constituant l'intérêt (Fabozzi 2007, p. 4).

La troisième et dernière étape concerne l'application de ces principes à travers le calcul de la valeur présente (*present value* ou *discounted value*) des flux de trésorerie estimés. La formule mathématique qui encapsule cette opération est la suivante :

$$PV = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

Dans cette formule,  $CF_t$  représente le flux de trésorerie prévu à l'instant  $t$ ,  $r$  est le taux d'actualisation, et  $N$  indique le nombre total de périodes de paiement. Pour déterminer la valeur actuelle d'une obligation, il faut actualiser chaque flux de trésorerie et additionner toutes ces valeurs pour trouver la valeur actuelle de l'obligation (Fabozzi 2007, p. 99). Prenons l'exemple d'une obligation américaine avec une échéance de 5 ans, une valeur nominale de 100 dollars et un taux de coupon de 5 % payé annuellement (normalement, les obligations américaines paient semestriellement, mais pour faciliter les exemples, j'ai pris l'exemple de coupons payés annuellement). En utilisant un taux d'actualisation de 3 %, j'obtiens une valeur actuelle d'environ 109,16 dollars.

Tableau 1 : Calcul de l'actualisation d'une obligation

Année (t)	Cash Flow (\$)	r	Valeur actualisée
1	5	3%	4.85
2	5	3%	4.71
3	5	3%	4.58
4	5	3%	4.44
5	105	3%	90.57
Somme des valeurs actualisées			109.16

(Leonardo Cirillo, 2024)

L'analyse de la valeur présente révèle des propriétés importantes concernant l'évaluation des obligations. Un aspect clé est que la valeur présente diminue à mesure que le moment de recevoir le flux de trésorerie s'éloigne dans le futur, une conséquence directe de l'application du taux d'actualisation. Cette propriété peut être observée à partir de l'exemple que j'ai montré. En regardant le tableau 1, on constate que les valeurs actuelles des coupons diminuent au fur et à mesure que le temps passe (Fabozzi 2007, p. 100). Une autre propriété est que si le taux d'actualisation augmente, la valeur présente de chaque flux de trésorerie diminue davantage, soulignant l'effet inverse entre le taux d'actualisation et la valeur présente de l'obligation. Cela met en évidence une relation clé en finance : la valeur d'une obligation diminue lorsque le taux d'actualisation (ou le rendement exigé par le marché) augmente et inversement (Fabozzi 2007, p. 100). Pour illustrer cette propriété, je prends le même exemple que précédemment et en augmentant le paramètre  $r$  à 6%. Le tableau 2 montre comment ce changement de

paramètres a eu un impact significatif sur la valeur actuelle de l'obligation, qui a chuté de 109,16 \$ à 95,79 \$.

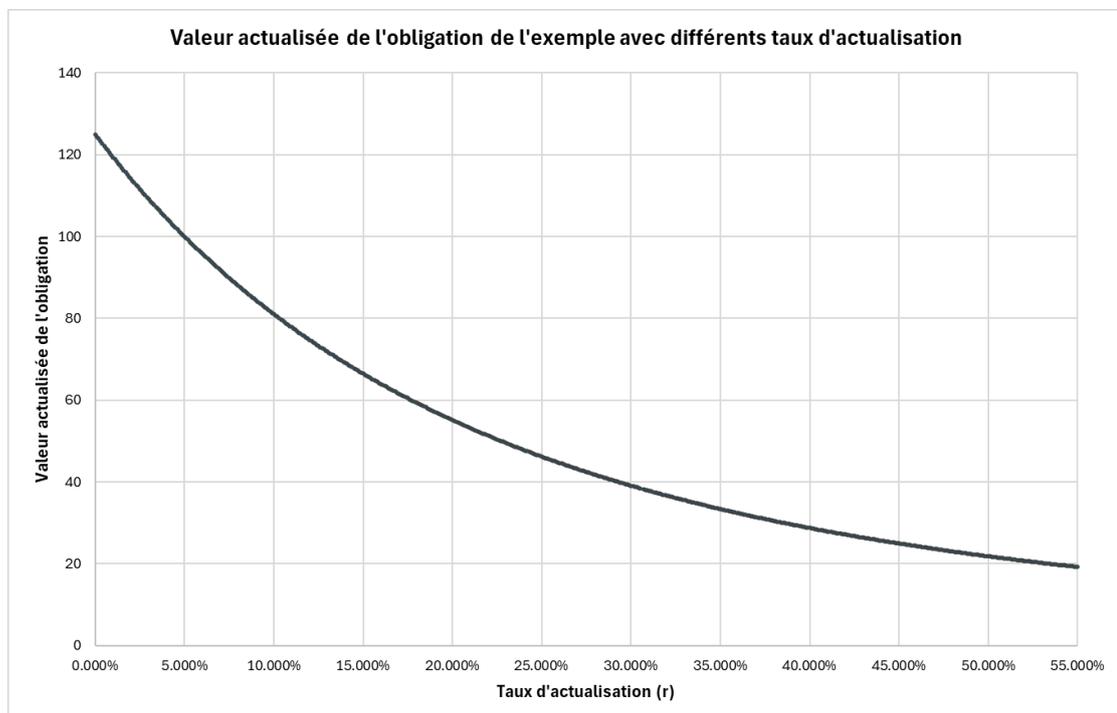
Tableau 2 : Valorisation de l'obligation avec le paramètre r augmenté

Année (t)	Cash Flow (\$)	r	Valeur actualisée
1	5	6%	4.72
2	5	6%	4.45
3	5	6%	4.20
4	5	6%	3.96
5	105	6%	78.46
Somme des valeurs actualisées			95.79

(Leonardo Cirillo, 2024)

Cette relation est illustrée par la convexité de la courbe qui représente la relation entre le prix d'une obligation traditionnelle et le taux d'actualisation, laquelle est représenté dans la figure 4. La courbe convexe montre que la relation entre la valeur actualisée des obligations et le taux d'intérêt est inverse. Les variations de prix ne sont pas linéaires par rapport aux variations du taux d'actualisation. C'est un aspect crucial pour comprendre la volatilité du prix des obligations en réponse aux variations des taux d'intérêt (Fabozzi 2007, p. 100).

Figure 4 : Relation entre le prix d'une obligation traditionnelle et le taux d'actualisation



(Leonardo Cirillo, 2024)

En outre, il existe une autre propriété qui découle de la valorisation actuelle : il y a une corrélation distincte entre le taux du coupon, le taux d'actualisation requis par le marché,

et le prix de l'obligation par rapport à sa valeur nominale. Si le taux du coupon est égal au taux d'actualisation, l'obligation se négocie à sa valeur nominale. Si le taux du coupon est inférieur au rendement exigé, l'obligation se négocie avec une décote (en dessous de la valeur nominale), et si le taux du coupon est supérieur, l'obligation se négocie à une prime (au-dessus de la valeur nominale) (Fabozzi 2007, p. 100,101). Dans le tableau 3, je présente un autre exemple pour illustrer cette propriété.

Tableau 3 : Prix par rapport à la valeur nominale

Obligation avec décote				Obligation à la valeur nominale				Obligation avec prime			
t	Cash Flow	r	Valeur actualisée	Année (t)	Cash Flow	r	Valeur actualisée	Année (t)	Cash Flow	r	Valeur actualisée
1	5	6%	4.72	1	5	5%	4.76	1	5	3%	4.85
2	5	6%	4.45	2	5	5%	4.54	2	5	3%	4.71
3	5	6%	4.20	3	5	5%	4.32	3	5	3%	4.58
4	5	6%	3.96	4	5	5%	4.11	4	5	3%	4.44
5	105	6%	78.46	5	105	5%	82.27	5	105	3%	90.57
<b>95.79</b>				<b>100.00</b>				<b>109.16</b>			

(Leonardo Cirillo, 2024)

Enfin, une autre propriété est qu'à l'approche de la date d'échéance, la valeur d'une obligation tend vers la valeur nominale. Si elle a été vendue avec une prime, sa valeur diminue avec le temps. Si elle a été vendue avec une décote, sa valeur augmente. Si elle est vendue à sa valeur nominale, sa valeur reste inchangée, à condition que le taux d'actualisation reste constant. En principe, la valeur d'une obligation tend vers sa valeur nominale à mesure qu'elle approche de l'échéance, un phénomène décrit comme "*pull to par value*" (Fabozzi 2007, p. 101,102). En reprenant le même exemple que précédemment d'une obligation qui arrive à échéance en 5 ans, possédant une valeur nominale de 100 dollars et un coupon annuel de 5%, et en se servant d'un taux d'actualisation de 3%, il est possible de prouver mathématiquement le concept de convergence vers la valeur nominale, ou "*pull to par value*". Pour illustrer graphiquement ce concept, j'ai calculé d'abord le prix sale (*dirty price*) de l'obligation en y ajoutant les intérêts courus depuis le dernier paiement de coupon. Ce calcul représente la somme totale que l'acheteur paierait pour l'obligation à ce point précis, en intégrant les intérêts accumulés mais pas encore versés (Fabozzi 2007, pp. 106-108). Par exemple, si six mois se sont écoulés depuis l'émission de l'obligation de notre exemple, le prix sale est la somme des valeurs actuelles de tous les paiements futurs, calculée comme suit :

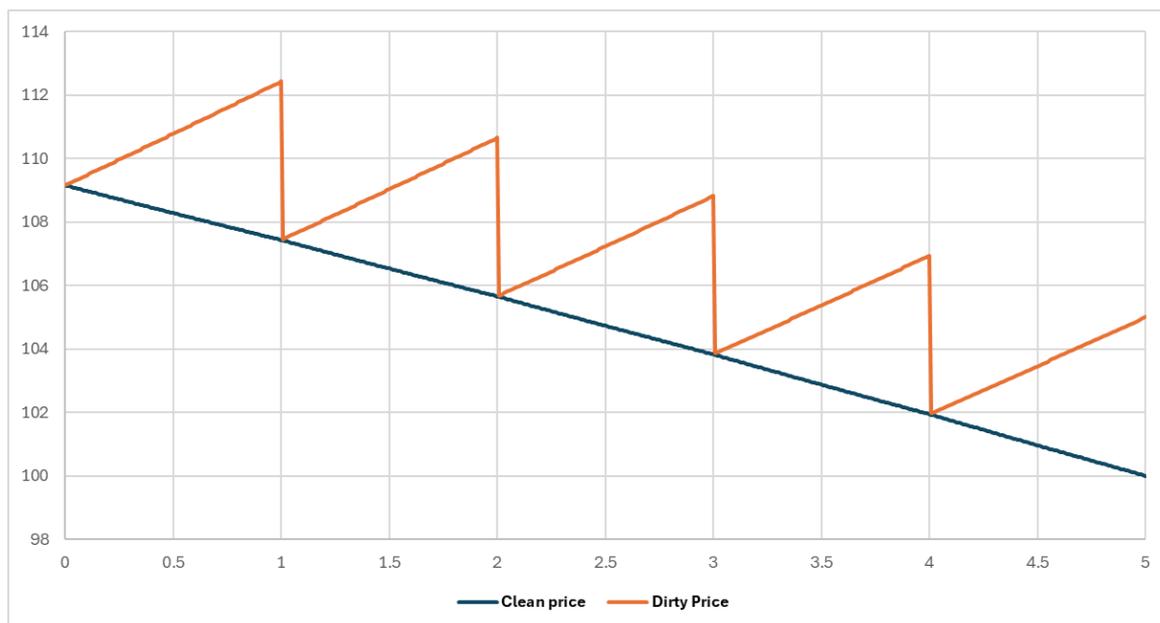
$$\frac{5}{(1 + 3\%)^{0.5}} + \frac{5}{(1 + 3\%)^{1.5}} + \frac{5}{(1 + 3\%)^{2.5}} + \frac{5}{(1 + 3\%)^{3.5}} + \frac{105}{(1 + 3\%)^{4.5}} = 110.78$$

Ensuite, pour déterminer le prix propre (*clean price*), qui est le prix de l'obligation sans les intérêts courus, on soustrait les intérêts accumulés sur la demi-année de la valeur sale (Fabozzi 2007, pp. 106-108). Dans notre exemple, cela correspond à un intérêt accumulé de  $5 * (1 - 0.5) = 2.5$ . Ainsi, le prix propre est :

$$110.78 - 2.5 = 108.28$$

En répétant ces calculs à chaque période jusqu'à l'échéance, j'obtiens le graphique montré dans la figure 5. Le graphique montre clairement qu'à l'approche de l'échéance de l'obligation, le prix de vente fluctue en fonction des paiements périodiques des coupons, tandis que le prix propre diminue progressivement et se rapproche de la valeur nominale de 100, ce qui est conforme à la théorie de la « pull to par value ».

Figure 5 : Graphique illustrant la "pull to par value"



(Leonardo Cirillo, 2024)

### 2.2.1.2 Les deux approches de l'évaluation

Jusqu'à présent, j'ai évalué les obligations selon une approche traditionnelle, c'est-à-dire en utilisant le même taux d'actualisation pour chaque flux de trésorerie. Cette méthode simplifie les calculs et permet de déterminer plus facilement la valeur actuelle de l'obligation. Cependant, cette méthode ne permet pas de saisir la complexité inhérente à la structure à terme des taux d'intérêt et aux spécificités de chaque émetteur. En contraste, l'approche d'évaluation sans arbitrage conçoit une obligation traditionnelle comme un ensemble de bons à coupon zéro, chacun correspondant à un flux de trésorerie futur dont la valeur à l'échéance est égale à ce flux et dont la date d'échéance coïncide avec celle du paiement de ce flux. Ainsi, une obligation de 5 ans avec un coupon de 3 % est perçue comme une suite de cinq bons à coupon zéro indépendants. Cette méthode est privilégiée, car elle prévient le profit d'arbitrage qui pourrait survenir si l'on démembré le titre pour vendre les composants à un prix total supérieur au coût d'achat de l'obligation sur le marché. La différence entre l'évaluation traditionnelle et la méthode

sans arbitrage est notable ; en utilisant mon exemple, l'approche traditionnelle utiliserait un taux d'actualisation uniforme correspondant au rendement d'un titre d'État à 5 ans. Cependant, l'approche sans arbitrage nécessite l'emploi d'un taux d'actualisation distinct pour chaque flux de trésorerie, aligné sur la courbe des taux. Cette courbe représente le rendement que le gouvernement devrait proposer pour un bon du Trésor à coupon zéro de maturité identique (Fabozzi 2007, p. 101,103,110,111). Comme l'illustre le tableau 4, en utilisant l'approche sans arbitrage et en actualisant chaque flux de trésorerie au taux correspondant de la courbe des taux par échéance, on obtient une évaluation différente de celle produite par l'approche traditionnelle. En alignant chaque taux d'actualisation sur le taux adéquat de la courbe des taux, on calcule de façon précise la valeur actuelle de chaque paiement, ce qui reflète plus exactement les conditions actuelles du marché pour chaque période donnée. Ainsi, l'application de taux variant de 3,5 % pour la première année jusqu'à 6,0 % pour la cinquième année conduit à une somme des valeurs actualisées de 96,40 \$, divergeant de ce qui aurait été calculé avec un taux unique pour tous les paiements. Cette méthode souligne l'impact de la structure à terme des taux d'intérêt sur la valeur fondamentale de l'obligation.

Tableau 4 : Valorisation selon l'approche de sans arbitrage

Année (t)	Cash Flow (\$)	r	Valeur actualisée		Yield curve
1	5	3.50%	4.83	année 1	3.5%
2	5	3.90%	4.63	année 2	3.9%
3	5	4.50%	4.38	année 3	4.5%
4	5	5.10%	4.10	année 4	5.1%
5	105	6.00%	78.46	année 5	6.0%
Somme des valeurs actualisées			96.40		

(Leonardo Cirillo, 2024)

### 2.2.1.3 La duration

Un autre paramètre important à connaître en matière d'obligations est la duration. La duration est une mesure de la sensibilité du prix d'une obligation aux variations des taux d'intérêt. Elle représente la durée moyenne pondérée pendant laquelle les flux de trésorerie d'une obligation sont perçus. Plus la duration est élevée, plus le prix de l'obligation est sensible aux variations des taux d'intérêt. La duration est un outil crucial pour les investisseurs pour évaluer et gérer le risque de taux d'intérêt (*Duration Definition and Its Use in Fixed Income Investing* 2024). Il existe différents types de duration. Je n'en expliquerai que deux, la duration de Macaulay et la duration modifiée.

La duration de Macaulay est la durée moyenne pondérée des flux de trésorerie d'une obligation, calculée en années. La formule de la duration de Macaulay est la somme des produits des temps par les flux de trésorerie actualisés divisée par la somme des flux de trésorerie actualisés. En termes simples, elle calcule combien de temps, en moyenne,

un investisseur doit attendre pour recevoir les flux de trésorerie de l'obligation (*Duration Definition and Its Use in Fixed Income Investing* 2024). La formule de la duration de Macaulay est la suivante :

$$\text{Duration de Macaulay} = \sum_{f=1}^n \frac{CF_f}{(1 + \frac{y}{k})^f} \times \frac{t_f}{PV}$$

Dans cette formule,  $f$  présente le nombre de flux de trésorerie,  $CF$  est le montant des flux de trésorerie,  $y$  est le rendement à l'échéance,  $k$  représente le nombre de périodes de capitalisation par an,  $t_f$  est le temps en années jusqu'à ce que le flux de trésorerie soit reçu, et  $PV$  est la valeur actuelle de tous les flux financiers.

Pour la duration modifiée, il ajuste la duration de Macaulay pour tenir compte de l'effet des variations des taux d'intérêt sur le prix de l'obligation. Elle est utilisée pour estimer la variation en pourcentage du prix d'une obligation pour une variation donnée des taux d'intérêt. La formule de la duration modifiée divise la duration de Macaulay par un facteur basé sur le rendement à l'échéance de l'obligation. Cela permet de déterminer de manière plus précise comment le prix de l'obligation changera en réponse à une variation des taux d'intérêt (*Duration Definition and Its Use in Fixed Income Investing* 2024). La formule est :

$$\text{Duration Modifiée} = \frac{\text{Duration de Macaulay}}{1 + (\frac{YTM}{2})}$$

Dans cette formule,  $YTM$  présente le rendement à l'échéance. Si l'obligation verse des coupons semestriellement, il faut laisser la formule telle que je l'ai décrit. Si elle est payée annuellement, il n'est pas nécessaire de diviser le YTM par 2.

La duration peut être interprétée comme une mesure indiquant qu'à une variation de 1 % du taux d'intérêt, le prix de l'obligation change approximativement de X %, où X est la duration modifiée. Par exemple, si une obligation a une duration modifiée de 5, alors une augmentation de 1 % du taux d'intérêt entraînerait une baisse d'environ 5 % du prix de l'obligation. Cependant, il faut souligner que la duration modifiée n'est une bonne estimation que si la variation du taux d'intérêt est faible. En effet, plus la variation du taux d'intérêt est importante, plus l'estimation donnée par la duration devient incorrecte. Cela s'explique par la convexité des obligations, un phénomène qui n'est pas capturé par la simple mesure de la duration. La convexité représente la courbure de la relation entre le prix d'une obligation et les taux d'intérêt, indiquant que les changements de prix ne sont pas linéaires par rapport aux variations des taux. Par conséquent, pour des variations

importantes des taux d'intérêt, il est nécessaire de prendre en compte la convexité en plus de la duration pour obtenir une estimation plus précise de la variation du prix de l'obligation (Fabozzi 2007).

Voyons maintenant le calcul de la duration avec un exemple pratique. Dans le tableau 5, j'ai choisi un exemple simple pour montrer le calcul des deux durations. L'exemple présente une obligation avec des flux de trésorerie annuels de 2 \$ pendant 10 ans, avec un flux final de 102 \$ la dixième année. Le rendement à l'échéance (YTM) est de 1 %. Les résultats montrent que la somme des valeurs actualisées est de 109.47 et la somme des valeurs actualisées pondérées est de 1007.92. La durée de Macaulay est de 9.207. Ensuite, la durée modifiée est de 9.116. La duration, dans ce cas, signifie que pour une augmentation de 1 % du taux d'actualisation, le prix de l'obligation baisserait approximativement de 9.116 %. Cela indique une sensibilité élevée du prix de cette obligation aux variations des taux d'intérêt.

Tableau 5 : Exemple du calcul de la duration

Année (t)	Cash Flow (\$)	r	Valeur actualisée (PV)	Valeurs actualisées pondérées par le temps (PV x t)
1	2	1.00%	1.98	1.98
2	2	1.00%	1.96	3.92
3	2	1.00%	1.94	5.82
4	2	1.00%	1.92	7.69
5	2	1.00%	1.90	9.51
6	2	1.00%	1.88	11.30
7	2	1.00%	1.87	13.06
8	2	1.00%	1.85	14.78
9	2	1.00%	1.83	16.46
10	102	1.00%	92.34	923.39
<b>Somme des valeurs actualisées</b>			109.47	1 007.92

$$\text{Duration de Macaulay} = \frac{109.47}{1\ 007.92} = 9.207$$

YTM = 1%

$$\text{Duration modifiée} = \frac{9.207}{1+1\%} = 9.116$$

(Leonardo Cirillo, 2024)

#### 2.2.1.4 Valorisation des autres obligations

Les deux méthodes que j'ai présentées fonctionnent malheureusement uniquement avec les obligations simples, pour lesquelles la détermination des flux de trésorerie ne varie pas. Pour les obligations dotées de caractéristiques particulières, telles que les options d'achat ou de vente, ou celles dont les intérêts sont calculés sur la base de taux variables, des modèles de valorisation avancés sont requis pour calculer avec précision leur valeur. Ces modèles, notamment le modèle binomial et la simulation de Monte Carlo, incorporent des prévisions sur la volatilité des taux d'intérêt et permettent d'évaluer l'impact potentiel de divers scénarios de marché sur la valeur de l'obligation

(Fabozzi 2007, p. 117,118). Le modèle binomial, par exemple, divise la durée de vie de l'obligation en une série de périodes au cours desquelles les taux d'intérêt peuvent évoluer selon deux directions prédéfinies : à la hausse ou à la baisse. Cette structure permet de construire un arbre de décision reflétant les différentes trajectoires possibles des taux d'intérêt et, par conséquent, d'évaluer l'obligation en considérant l'ensemble de ces trajectoires (Fabozzi 2007, p. 117,118). D'autre part, la simulation de Monte Carlo repose sur la génération de multiples scénarios de taux d'intérêt futurs basés sur des distributions probabilistes. Cette méthode permet de modéliser la dynamique complexe des marchés financiers et d'estimer la valeur de l'obligation en moyennant les résultats obtenus à travers un grand nombre de simulations. Cette technique est particulièrement utile pour évaluer des obligations complexes telles que les mortgage-backed securities (MBS) ou les asset-backed securities (ABS) (Fabozzi 2007, p. 117,118).

### **2.2.2 Valorisation des actions**

Après avoir vu comment les obligations sont évaluées, je me consacre maintenant à l'analyse des actions. Les actions, représentatives des capitaux propres d'une entreprise, reflètent non seulement la santé actuelle de l'entreprise mais aussi ses perspectives de croissance et de rentabilité. À ce titre, évaluer une action nécessite non seulement de comprendre les mécanismes financiers qui régissent la valeur d'une entreprise, mais également de saisir la stratégie et le potentiel de croissance qui détermineront les bénéfices futurs. Contrairement aux obligations, où les flux de trésorerie sont généralement connus et plus stables, les actions sont sujettes aux dynamiques de marché et aux décisions internes de l'entreprise qui peuvent affecter de manière significative les cash-flows futurs (Stowe et al. 2007, chap. 1).

Dans ce chapitre, je me concentrerai exclusivement sur l'explication du modèle d'évaluation basé sur le Free Cash-Flow (FCF). Ce choix s'explique par le fait qu'il existe de très nombreuses méthodes d'évaluation d'une action et, afin de ne pas trop digresser sur ce sujet, j'ai choisi de me baser sur l'étude "*Equity Valuation: A Survey of Professional Practice*" pour décider du modèle à illustrer (Pinto, Robinson, Stowe 2018), dans lequel je note que le modèle d'évaluation du Free Cash-Flow (FCF) joue un rôle important dans la pratique professionnelle d'évaluation des actions. L'étude, qui a sondé 1980 professionnels de l'investissement membres de l'Institut CFA, a révélé que 92.8% des répondants utilisent l'approche des multiples de marché et 78.8% emploient l'approche de la valeur actuelle nette, avec une préférence marquée pour le modèle du Free Cash-Flow parmi les approches de valeur actuelle nette. Plus précisément, 86.8% des analystes qui adoptent une approche de valeur actualisée optent pour le modèle du Free Cash-Flow pour l'évaluation des entreprises (Pinto, Robinson, Stowe 2018). Ces

résultats soulignent non seulement l'importance du modèle FCF dans l'évaluation des entreprises, mais aussi sa prééminence en tant qu'outil d'évaluation parmi les professionnels de l'investissement, ce qui justifie sa sélection pour une analyse plus approfondie dans ce travail.

Je vais revoir les principes généraux d'évaluation, déjà introduits dans le contexte des obligations, et les adapter au contexte des actions. L'objectif est d'acquérir une compréhension globale de l'une des façons d'estimer la valeur des actions.

### **2.2.2.1 Valorisation avec le modèle du Free Cash Flow (FCF)**

Le Free Cash Flow (FCF) est le flux de trésorerie que l'entreprise génère après avoir couvert ses dépenses d'exploitation et ses investissements en capital, mais avant de servir les intérêts de la dette. L'analyse des FCF peut être divisée en deux approches principales : le Free Cash Flow to the Firm (FCFF) et le Free Cash Flow to Equity (FCFE). La méthode des flux de trésorerie disponibles pour l'entreprise (Free Cash Flow to the Firm, FCFF) est une approche holistique qui considère la valeur totale de l'entreprise, y compris la dette, en évaluant les flux de trésorerie qui pourraient être disponibles pour tous les fournisseurs de capital. D'un autre côté, le Free Cash Flow to Equity (FCFE) se concentre sur les flux de trésorerie qui seraient disponibles uniquement pour les actionnaires après le paiement des intérêts et des remboursements de dette. (Stowe et al. 2007, chap. 3)

Il existe plusieurs méthodes pour calculer le Free Cash-Flow to the Firm (FCFF) d'une entreprise : à partir du bénéfice net, du flux de trésorerie d'exploitation, de l'EBIT ou de l'EBITDA. Pour clarifier, l'EBIT (Earnings Before Interest and Taxes) est le résultat d'exploitation d'une entreprise avant déduction des intérêts et des impôts. Il se calcule en soustrayant les coûts d'exploitation totaux des revenus d'exploitation (*EBIT vs. EBITDA: What's the Difference?* 2023). L'EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization) est similaire à l'EBIT, mais exclut également les amortissements et les dépréciations, offrant ainsi une vue plus claire des performances opérationnelles de l'entreprise (*EBIT vs. EBITDA: What's the Difference?* 2023).

Dans cette section, je vais expliquer comment calculer le FCFF à partir de l'EBIT. Pour cela, on commence par ajuster l'EBIT pour les impôts effectivement payés, ce qui donne l'EBIT après impôts. À ce montant s'ajoutent les amortissements et dépréciations, qui sont des charges non monétaires n'affectant pas la trésorerie de l'entreprise. Puis, on soustrait les dépenses en capital (CapEx), représentant les investissements en équipements ou infrastructures nécessaires au maintien de l'activité, ainsi que les

variations nettes du besoin en fonds de roulement ( $\Delta BFR$ ), qui indiquent les modifications des actifs et passifs opérationnels (Stowe et al. 2007, chap. 3).

$$FCFF = EBIT \times (1 - \text{Taux d'impôt}) + \text{Dépréciation et amortissement} - \text{CapEx} - \Delta BFR$$

Le FCFE, quant à lui, est spécifique aux actionnaires ordinaires, après que tous les autres créanciers et intérêts financiers aient été servis. Il est dérivé du FCFF en soustrayant les paiements d'intérêts nets payés aux détenteurs de la dette (Intérêts  $\times$  (1 - Taux d'Impôt)) et en ajoutant les montants nets des nouveaux emprunts ( $\Delta$ Dette). Ce flux représente l'argent disponible pour être retourné aux actionnaires sous forme de dividendes ou de rachats d'actions, ou encore pour être réinvesti selon la discrétion de l'entreprise sans avoir besoin de financements externes supplémentaires (Stowe et al. 2007, chap. 3).

$$FCFE = FCFF - \text{Intérêts nets d'impôt} + \Delta \text{Dette}$$

Après avoir calculé le Free Cash-Flow to the Firm (FCFF) ou le Free Cash-Flow to Equity (FCFE), il est essentiel d'appliquer le principe d'actualisation des flux de trésorerie que j'ai examiné dans la section obligatoire (Stowe et al. 2007, chap. 3). Commençons par explorer comment actualiser le FCFF de l'entreprise. La formule utilisée pour calculer la valeur de l'entreprise est la suivante :

$$\text{Valeur de l'entreprise} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{FCFF_t}{(1 + WACC)^t}$$

Dans l'évaluation du Free Cash-Flow to the Firm (FCFF), l'un des aspects cruciaux est le choix du taux d'actualisation approprié, qui est représenté par le coût moyen pondéré du capital (WACC). Le WACC combine les coûts de la dette et des capitaux propres, ajustés pour tenir compte des bénéfices fiscaux associés à la dette. Cela reflète le taux de rendement minimum que les investisseurs devraient exiger compte tenu du risque inhérent aux flux de trésorerie de l'entreprise. Le calcul du WACC se fait en pondérant les coûts de chaque type de capital par leur proportion respective dans la structure financière totale de l'entreprise. Cette méthode assure que l'évaluation reflète précisément le coût d'opportunité des fournisseurs de capital, en prenant en compte les alternatives d'investissement similaires disponibles sur le marché. Le WACC varie avec la structure de capital de l'entreprise, influençant ainsi directement l'évaluation du FCFF. Par conséquent, une bonne compréhension et application du WACC permettent d'aligner l'évaluation de l'entreprise sur les attentes des investisseurs concernant les rendements ajustés au risque (Stowe et al. 2007, chap. 3). Voici les détails de la formule permettant de calculer le WACC :

$$WACC = \frac{\text{Valeur de marché de la dette}}{\text{Valeur totale de l'entreprise}} \times \text{Coût de la dette} \times (1 - \text{Taux d'impôt}) + \frac{\text{Valeur de marché des capitaux propres}}{\text{Valeur totale de l'entreprise}} \times \text{Coût des capitaux propres}$$

Après avoir estimé la valeur de l'entreprise à l'aide de la méthode d'actualisation des cash flows, je peux déterminer la valeur des capitaux propres en soustrayant la valeur de marché de la dette de la valeur totale de l'entreprise (Stowe et al. 2007, chap. 3). La formule est la suivante :

$$\text{Valeur des capitaux propres} = \text{Valeur de l'entreprise} - \text{Valeur de marché de la dette}$$

Pour obtenir la valeur par action, une information souvent recherchée, il suffit ensuite de diviser la valeur des capitaux propres par le nombre total d'actions en circulation. Ce calcul donne le prix théorique par action, qui peut être comparé au prix de marché pour évaluer si l'action est sous-évaluée ou surévaluée selon les fondamentaux de l'entreprise (Stowe et al. 2007, chap. 3).

En utilisant directement le FCFE, il est possible d'obtenir directement la valeur des capitaux propres. La formule d'actualisation des flux de trésorerie est très similaire à la FCFF, mais au lieu d'utiliser la FCFF et le taux d'actualisation du WACC, on utilise la FCFE et le taux d'actualisation du coût du capital (Stowe et al. 2007, chap. 3). La formule est la suivante :

$$\text{Valeur des capitaux propres} = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{FCFE_t}{(1+r)^t}$$

Le taux d'actualisation,  $r$ , utilisé pour déterminer la valeur présente des flux futurs est le coût du capital propre. Le coût du capital propre, souvent exprimé en utilisant le modèle d'évaluation des actifs financiers (Capital Asset Pricing Model, CAPM), reflète les rendements exigés par les investisseurs pour compenser le risque inhérent à la détention d'actions de l'entreprise (*What Is the Capital Asset Pricing Model (CAPM)?* 2023; Stowe et al. 2007, chap. 3). Le CAPM est calculé comme suit :

$$\text{Coût des capitaux propres} = \text{Taux sans risque} + \beta \times \text{Prime de risque du marché}$$

Dans la formule, le taux sans risque est utilisé pour représenter le rendement d'un investissement considéré comme sans risque. Le  $\beta$  (bêta), quant à lui, mesure la volatilité relative de l'action par rapport au marché, indiquant la sensibilité du prix de l'action aux fluctuations du marché. La prime de risque du marché est la surperformance attendue du marché boursier par rapport au taux sans risque, reflétant l'incitation

supplémentaire nécessaire pour attirer les investisseurs vers des investissements plus risqués (*What Is the Capital Asset Pricing Model (CAPM)?* 2023).

### 2.2.2.2 FCF - Modèle à croissance stable

Après avoir exploré comment calculer la valeur actuelle des flux de trésorerie disponibles, j'illustrerai le modèle utilisé pour estimer la valeur d'une entreprise en croissance. Ce modèle, la "Méthode de Gordon et Shapiro", est particulièrement notoire. Elle part du principe que le FCF croîtra à un taux constant indéfiniment, ce qui la rend idéale pour les entreprises en phase de maturité où les taux de croissance sont stables et prévisibles (Stowe et al. 2007, chap. 3). Selon ce modèle, que ce soit en utilisant le FCFF ou le FCFE, la formule pour calculer la valeur terminale se présente de la manière suivante :

$$\text{Valeur de l'entreprise} = \frac{FCFF_0 \times (1 + g)}{WACC - g}$$

Où la valeur de l'entreprise est calculée en actualisant le FCFF initial, ajusté pour une croissance prévue  $g$ , au coût moyen pondéré du capital (WACC) diminué du taux de croissance perpétuelle  $g$ .

$$\text{Valeur des capitaux propres} = \frac{FCFE_0 \times (1 + g)}{r - g}$$

Où la valeur des capitaux propres est déterminée en actualisant le FCFE, également ajusté pour le taux de croissance  $g$ , au taux de rendement requis par les actionnaires  $r$ , moins le taux de croissance perpétuelle  $g$ .

L'estimation du paramètre de croissance pour les flux de trésorerie libres prend en compte divers facteurs économiques et sectoriels. Ce paramètre est principalement déterminé par les perspectives de croissance de l'industrie, le potentiel de croissance économique général, et la position compétitive de l'entreprise. Par exemple, le taux de croissance soutenable de l'économie, souvent reflété par le produit intérieur brut (PIB) réel à long terme, peut être intégré dans l'estimation de  $g$ . De plus, la capacité de l'entreprise à réinvestir ses bénéfices à un taux de rendement supérieur au coût du capital est également prise en compte. Cette analyse est souvent complétée par l'utilisation du taux de réinvestissement et du retour sur capital investi (ROIC) pour projeter la croissance future des FCF, reliant ainsi directement la croissance prévue à la performance opérationnelle et aux décisions stratégiques de l'entreprise (Stowe et al. 2007, chap. 3).

### 2.2.2.3 FCF - Modèles à plusieurs phases

Le modèle de croissance stable, bien qu'utile, est souvent peu réaliste car la croissance des entreprises ne demeure pas constante sur le long terme. Pour pallier cette limitation, des modèles multi-phases ont été développés, permettant une approximation plus fidèle de la réalité économique des entreprises. Ces modèles segmentent la croissance des flux de trésorerie en plusieurs périodes. Typiquement, la première phase prévoit un taux de croissance élevé, reflétant l'expansion initiale ou le potentiel de croissance rapide de l'entreprise. Dans les phases suivantes, le taux de croissance est progressivement réduit à intervalles réguliers, jusqu'à stabilisation à un niveau constant dans la phase terminale. À ce stade, la formule utilisée pour estimer la valeur des flux de trésorerie redevient similaire à celle employée dans le modèle de croissance stable, marquant ainsi l'atteinte d'un état de maturité où la croissance des flux de trésorerie est prévue pour rester à un rythme constant (Stowe et al. 2007, chap. 3).

### 2.2.2.4 Exemple d'application du modèle FCF

Tableau 6 : Données fictives pour l'entreprise « Red Virtual »

Données de l'entreprise fictive "Red Virtual"	
<b>Données Financières pour le 2024:</b>	
EBIT (Earnings Before Interest and Taxes):	\$ 150 000.00
Taux d'imposition:	30%
Dépenses en capital (CapEx):	\$ 40 000.00
Variation du besoin en fonds de roulement ( $\Delta$ BFR):	\$ 10 000.00
Dépréciation:	\$ 20 000.00
<b>Données de Capital:</b>	
Valeur de marché de la dette (MV of Debt):	\$ 200 000.00
Valeur de marché des capitaux propres (MV of Equity):	\$ 800 000.00
Coût de la dette avant impôt (rd):	5.00%
Coût des capitaux propres (re):	10.00%
Changement de la dette ( $\Delta$ Dette):	\$ 5 000.00
Nombre d'actions en circulation	750 000.00
<b>Estimation des taux de croissance:</b>	
<b>Phase 1:</b> Taux de croissance élevé pendant 5 ans	8%
<b>Phase 2:</b> Taux de croissance pour les 5 années suivantes	6%
<b>Phase 3:</b> Taux de croissance stable à l'infini	4%

(Leonardo Cirillo, 2024)

Pour illustrer l'application concrète des modèles de valorisation basés sur les flux de trésorerie libre, prenons l'exemple fictif de l'entreprise "Red Virtual". Le tableau 6 me donne toutes les données dont j'ai besoin pour calculer le FCF. Pour calculer le FCFF, je commence par l'EBIT de l'entreprise, qui est de 150 000 \$. Après ajustement pour les impôts à un taux de 30%, cela donne  $150\,000\ \$ \times (1 - 0,30) = 105\,000\ \$$ . À ce montant,

j'ajoute la dépréciation, pour un total de 20 000 \$, ce qui porte le total à 125 000 \$. Ensuite, je soustrais les dépenses en capital de 40 000 \$ et les variations nettes du fonds de roulement de 10 000 \$, réduisant le montant à 75 000 \$. Ainsi, le FCFF de l'entreprise s'élève à 75 000 \$.

$$FCFF = (150'000 \times (1 - 0.3)) + 20'000 - 40'000 - 10'000 = 75'000$$

En termes de structure de capital, "Red Virtual" est valorisée avec une dette de marché de 200 000 \$ et des capitaux propres de 800 000 \$, reflétant les attentes des investisseurs avec un coût de la dette avant impôt de 5% et un coût des capitaux propres de 10%. Ces informations clés me permettent de déterminer le WACC, qui a été calculé à 8,7 % :

$$WACC = \frac{200'000}{1'000'000} \times 0.05 \times (1 - 0.3) + \frac{800'000}{1'000'000} \times 0.1 = 8.7\%$$

La projection de la croissance de "Red Virtual" est organisée en trois phases distinctes pour refléter les différentes étapes de développement de l'entreprise. La première phase, prévue pour les cinq premières années, table sur un taux de croissance élevé de 8%, typique des entreprises en phase d'expansion rapide. La deuxième phase couvre les cinq années suivantes avec un taux de croissance modéré de 6%, période pendant laquelle la croissance commence à se stabiliser. Enfin, la troisième phase envisage un taux de croissance stable à long terme de 4% à l'infini, reflétant une maturité et une stabilité de l'entreprise dans son marché. En utilisant ces hypothèses de croissance, la valeur de l'entreprise est estimée à 2 121 654,38 \$, tandis que la valeur des fonds propres atteint 1 921 654,38 \$. Le calcul du prix par action se fait en divisant la valeur des fonds propres par le nombre total d'actions en circulation, résultant en un prix par action de 2,56 \$. Pour une analyse détaillée de ces calculs, voir l'annexe 1.

Tableau 7 : Calcul de la valeur d'une action

<b>+ Période de projection</b>	\$	704 721.07
<b>+ Valeur terminale</b>	\$	1 416 933.30
<b>= Valeur de l'entreprise</b>	<b>\$</b>	<b>2 121 654.38</b>
<b>- Valeur de marché de la dette</b>	\$	-200 000.00
<b>Valeur des fonds propres</b>	<b>\$</b>	<b>1 921 654.38</b>
<b>/ Actions en circulation</b>	\$	750 000.00
<b>Prix par action</b>	<b>\$</b>	<b>2.56</b>

(Leonardo Cirillo, 2024)

### **2.2.2.5 Les autres méthodes d'évaluation des actions**

Après avoir examiné en détail le modèle du flux de trésorerie disponible (FCF), il existe plusieurs autres méthodes d'évaluation des fonds propres qui sont essentielles pour comprendre l'évaluation complète des actions. Ces méthodes offrent d'autres perspectives et peuvent être mieux adaptées en fonction du contexte spécifique de l'entreprise ou de la disponibilité des données financières. L'une des approches classiques est la méthode d'évaluation par les dividendes, qui repose sur l'hypothèse que la valeur d'une action est équivalente à la somme actualisée des futurs dividendes que l'entreprise est censée distribuer. Cette méthode, particulièrement pertinente pour les entreprises ayant une politique de dividendes régulière et prévisible, peut être appliquée sous forme de modèle à une étape (modèle de Gordon) ou de modèles multi-étapes qui reconnaissent différents régimes de croissance des dividendes au fil du temps (Stowe et al. 2007, chap. 2). Une autre approche fondamentale est l'approche basée sur les multiples de marché. Cette méthode évalue une entreprise en appliquant un multiple, basé sur des entreprises comparables, à une métrique financière clé de l'entreprise cible, telle que les bénéfices, les ventes, ou l'EBITDA. Par exemple, le multiple des bénéfices (P/E ratio) ou le multiple des ventes (P/S ratio) sont couramment utilisés pour comparer des entreprises au sein du même secteur, permettant d'identifier les entreprises sous-évaluées ou surévaluées par rapport à leurs pairs (Stowe et al. 2007, chap. 4). Le modèle de revenu résiduel est également une technique d'évaluation importante, en particulier pour les entreprises qui ne distribuent pas de dividendes. Cette méthode évalue une action en se basant sur la valeur comptable de l'entreprise ajustée pour la valeur actualisée des bénéfices résiduels futurs, c'est-à-dire les bénéfices excédant le coût des capitaux propres (Stowe et al. 2007, chap. 5). Cette liste présente les principales méthodes d'évaluation d'une action, chacune offrant une perspective unique et pouvant s'avérer plus appropriée selon le contexte spécifique ou le type d'entreprise. Le choix de la méthode d'évaluation la plus adaptée dépend de plusieurs facteurs : la nature de l'entreprise concernée, le secteur d'activité dans lequel elle évolue, ainsi que les objectifs précis de l'analyste ou de l'investisseur.

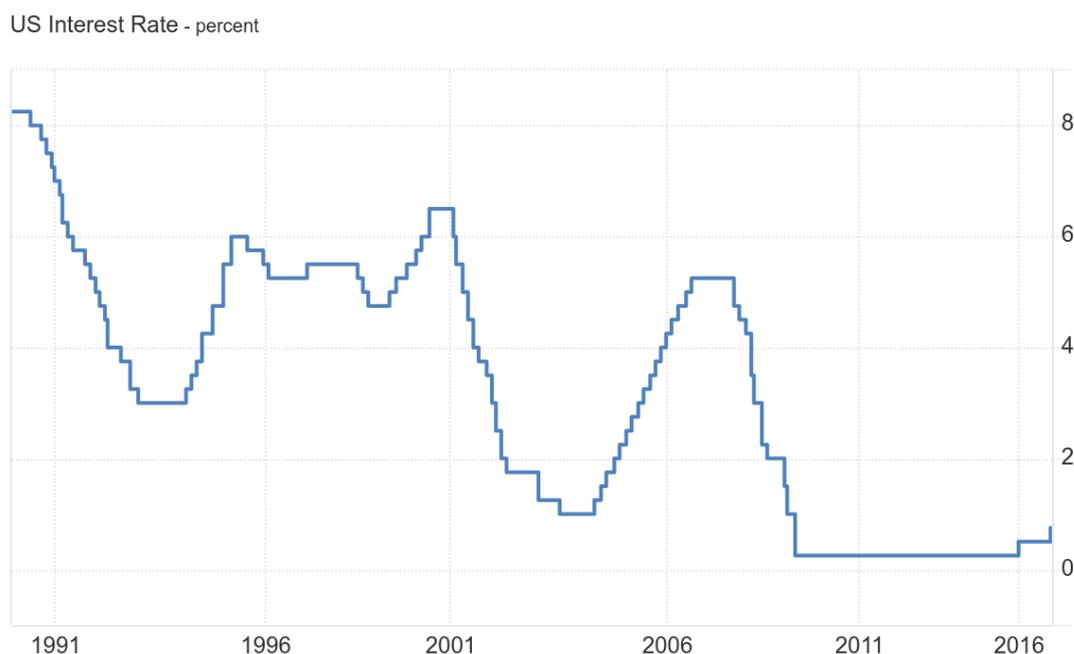
## **3. Impact des taux d'intérêt sur les produits financiers**

Après avoir abordé les principes fondamentaux concernant la manière dont les variations des taux d'intérêt sont influencées par la politique monétaire, ainsi que les cadres théoriques relatifs à l'évaluation des obligations et des actions, ce chapitre se penche sur l'influence tangible des taux d'intérêt sur le marché financier. Cette analyse se limitera à l'impact du taux d'intérêt sur les actions et les obligations.

### 3.1 Evolution du taux directeur

Je commence par analyser l'évolution du taux directeur aux États-Unis entre 1990 et 2016. Cette analyse me permettra d'identifier les périodes de récession et de post-récession, et de segmenter cette période en intervalles plus courts. Cela facilitera l'analyse de l'impact du taux directeur sur les obligations et les actions.

Figure 6 : Évolution du taux directeur de la Fed entre 1990 et 2016



Source: [tradingeconomics.com](http://tradingeconomics.com) | Federal Reserve

(United States Fed Funds Interest Rate)

La figure 6, extraite du site « *tradingeconomics.com* » (*United States Fed Funds Interest Rate*), présente la trajectoire des taux d'intérêt fixés par la Réserve fédérale des États-Unis entre le début de l'année 1990 et la fin de 2016. J'observe initialement une décroissance marquée des taux partant d'un pic de 8,25 %, se stabilisant finalement autour de 3 % le 30 septembre 1992. S'ensuit une période d'ascension graduelle débutant aux premiers mois de 1994, partant de 3 % et culminant à 6 % en avril 1995. Entre cette date et le début du millénaire, les taux d'intérêt fluctuent à l'intérieur d'un couloir relativement stable. La période post-2000 se distingue par une réduction drastique des taux, touchant leurs niveaux les plus faibles entre 2001 et 2004. Une tendance à la hausse se dessine de 2004 à 2006, interrompue brusquement par la crise financière de 2008-2009 durant laquelle les taux chutent presque à zéro. Sur la durée

restante couverte par le graphique, les taux d'intérêt se maintiennent à un plancher quasi nul, avec un léger redressement observé peu avant 2016.

Figure 7 : Taux d'intérêt de la Fed comparé aux récessions aux Etats-Unis



(Board of Governors of the Federal Reserve System (US) 1954)

Avant d'analyser le prochain graphique, il est primordial de préciser la notion de récession. Cette dernière est couramment définie comme une période où l'économie connaît un déclin temporaire notable, entraînant un ralentissement de l'activité commerciale et industrielle. Le déclin continu du produit intérieur brut (PIB) réel pendant au moins deux trimestres successifs est le critère standard pour identifier une récession. (*Recession: When Bad Times Prevail*). En relation avec cette définition, la figure 7, extrait du site "*FRED, Federal Reserve Economic Data*" (Board of Governors of the Federal Reserve System (US) 1954), présente un autre graphique qui montre l'évolution du taux directeur des États-Unis, mais ajoute des zones grises qui signalent des périodes de récession reconnues aux États-Unis. Les baisses de taux d'intérêt coïncident avec ces ralentissements.

Trois récessions majeures sont illustrées sur le graphique : celle du début des années 1990, celle de 2001, et la Grande Récession de 2007-2008. Pour mieux situer le contexte et comprendre ce qui s'est passé dans les grandes lignes au cours de ces trois périodes de récession, je vais expliquer brièvement ce qui s'est passé. La récession de 1990-1991 aux États-Unis a été relativement brève et peu profonde, avec un PIB en baisse de 1,5% sur trois trimestres et une hausse du chômage de 5,2% à 7,8%. La récession a été partiellement déclenchée par le resserrement de la politique monétaire de la Réserve Fédérale entre février 1988 et mai 1989 pour combattre une inflation croissante, ce qui a fini par affecter l'économie avec un décalage temporel. Une autre cause a été le choc pétrolier dû à l'invasion du Koweït par l'Irak en août 1990, qui a vu les prix du pétrole grimper brusquement, engendrant de l'incertitude et affaiblissant la confiance des entreprises et des consommateurs (Labonte, Makinen 2002, p. 15). En ce

qui concerne la récession de 2001, l'éclatement de la bulle Internet a été alimenté par une surévaluation des startups du secteur Internet, soutenue par une spéculation intense et des investissements massifs durant les années 1990. Le marché s'est effondré entre 2001 et 2002, avec le Nasdaq chutant de 76,81%, et la plupart des sociétés dotcom faisant faillite, même les géants technologiques comme Cisco, Intel et Oracle perdant plus de 80% de leur valeur. La bulle a éclaté principalement parce que les investisseurs ont reconnu que les évaluations exorbitantes des startups Internet n'étaient pas soutenues par des modèles d'affaires réels ou des profits, entraînant un retrait massif de l'investissement et un effondrement des valeurs boursières (*Dotcom Bubble Definition* 2023). Enfin, pour la troisième récession, la Grande Récession de 2008, fut la plus longue depuis la Seconde Guerre mondiale, marquée par une chute de 4,3 % du PIB réel et un pic de chômage à 10 % en octobre 2009. Une dévaluation significative des biens immobiliers et des marchés boursiers, ainsi qu'une perte nette de la richesse des ménages américains, étaient parmi les effets notables (*The Great Recession | Federal Reserve History* 2013).

Ces périodes de contraction économique ont entraîné une baisse des taux directeurs par la Fed, ce qui concorde avec les observations du chapitre 2.1 : pendant les récessions, la politique monétaire devient généralement plus souple pour relancer l'économie. La Réserve Fédérale réduit alors le taux directeur pour abaisser le coût du crédit et encourager la consommation ainsi que l'investissement, dans l'objectif de stimuler la reprise économique (Iconomix 2022).

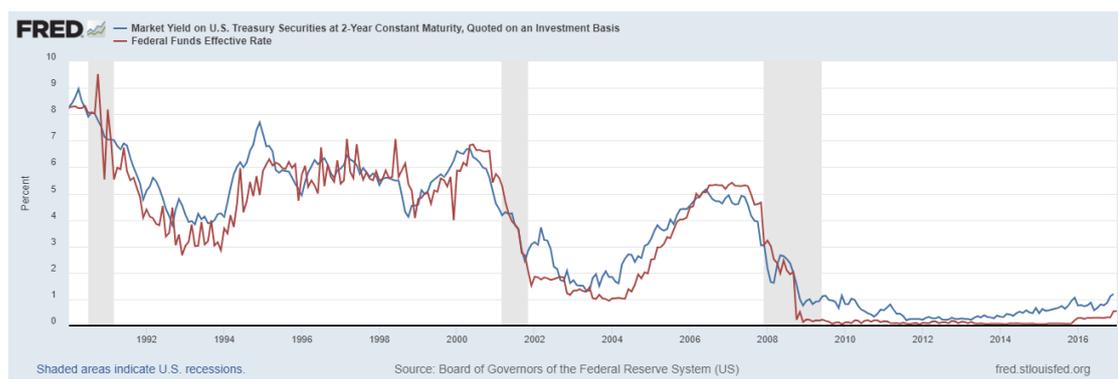
## **3.2 Impact sur les Marchés Obligataires**

Dans cette section, j'examinerai l'évolution du taux directeur américain et des obligations d'État américaines entre 1990 et 2016. J'analyserai ensuite comment le prix d'une obligation est affecté par un changement de taux d'intérêt.

### **3.2.1 Le taux à 2 ans : U.S. 2 Year Treasury**

Tout d'abord, j'analyserai la relation entre le taux de référence américain et l'obligation d'État à deux ans.

Figure 8 : Taux directeur de la FED vs titres du trésor américain 2 ans



(Market Yield on U.S. Treasury Securities at 2-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed)

La figure 8, provenant du site web de la FRED (*Market Yield on U.S. Treasury Securities at 2-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed*), représente un graphique illustrant l'évolution du rendement des titres du Trésor américain à échéance de 2 ans comparé au taux d'intérêt directeur de la FED de 1990 à 2016. Le graphique montre clairement que les deux taux évoluent de la même manière, avec un mouvement et une courbe très similaire. Cette représentation met en évidence l'interaction entre les taux à court terme, influencés par la politique monétaire, et les taux à moyen terme, guidés par le marché. Pour examiner cette relation plus en détail, j'analyserai le tableau 8.

Tableau 8 : Tableau récapitulatif des différentes données sur les taux directeurs de la FED par rapport aux bons du Trésor américain à 2 ans

Période	Corrélation	Corrélation Valeur P	Différence en % du taux directeur entre début et fin de période	Différence en % du taux à 2 ans entre début et fin de période
1990-2016	96.607%	0.00%	-93.560%	-84.752%
1990 à mars 1991	76.253%	0.00%	-28.103%	-10.801%
Avril 1991 à février 2001	72.176%	0.00%	-13.735%	-37.090%
Mars 2001 à novembre 2001	88.493%	0.00%	-63.148%	-35.601%
Décembre 2001 à novembre 2007	92.960%	0.00%	127.317%	7.801%
Décembre 2007 à juin 2009	83.869%	0.00%	-95.133%	-61.724%
Juillet 2009 à décembre 2016	51.121%	0.00%	175.000%	14.286%

Période de récession

Période post-récession

(Leonardo Cirillo, 2024)

Avant de présenter mes résultats, je voudrais expliquer brièvement ce qu'est une corrélation. Une corrélation mesure le degré de relation linéaire entre deux variables quantitatives et est souvent représentée par le coefficient de corrélation de Pearson. Ce coefficient varie entre -1 et 1, où 1 indique une corrélation positive parfaite, -1 une

corrélation négative parfaite, et 0 l'absence de corrélation linéaire. Par exemple, si les actions A et B ont une corrélation de 1, une augmentation de 1% du prix de l'action A entraînera presque certainement une augmentation similaire du prix de l'action B. Pour évaluer la signification statistique d'une corrélation observée, on utilise une valeur p; une valeur p inférieure à 0,05 indique généralement que la corrélation n'est pas due au hasard mais reflète une véritable association entre les variables (*Correlation Coefficients: Positive, Negative, and Zero 2023; P-Value: What It Is, How to Calculate It, and Why It Matters 2024*).

Le tableau 8 résume les données calculées sur la relation entre le taux directeur de la Fed et le taux des obligations du Trésor américain à 2 ans au cours de différentes périodes. J'ai choisi de diviser la période que j'analyse en six segments, afin de voir comment les différentes données évoluent selon les périodes. Le choix de la segmentation est basé sur les périodes de récession et d'après-récession aux États-Unis. Les phases en rouge clair représentent les récessions aux États-Unis, tandis que les phases en bleu se situent entre ces périodes de ralentissement économique. Dans le tableau, j'ai inclus la corrélation et la valeur p correspondante entre les deux taux pour chaque segment temporel, ainsi que leur variation respective entre le début et la fin de chaque période. J'ai construit ce tableau en utilisant un code R pour obtenir les données nécessaires. Pour calculer la corrélation et la valeur p, j'ai utilisé la fonction intégrée de R, « cor.test ». Ensuite, j'ai calculé le pourcentage de variation du taux entre le début et la fin de la période avec la formule suivante :  $((\text{taux fin de période} / \text{taux début de période}) - 1) * 100$ . Les données proviennent de la base de données FRED, le détail du code R se trouve en annexe 2.

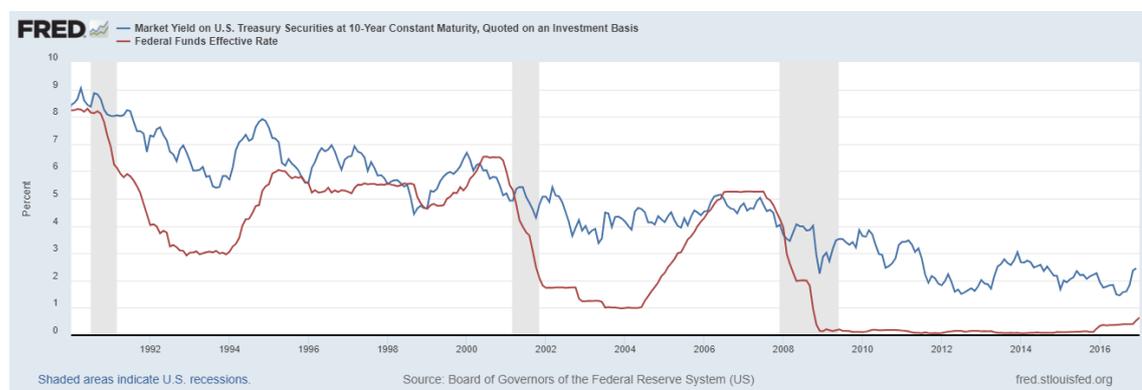
De 1990 à 2016, le taux directeur de la Fed et le rendement des obligations du Trésor américain à 2 ans ont affiché une corrélation robuste et statistiquement significative, avec un coefficient de 96,607 % et une valeur p de 0,00 %. Ces résultats confirment que les taux évoluent généralement dans la même direction, avec des écarts minimes. Pour les différents segments de la période étudiée, la corrélation entre le taux directeur et le taux à 2 ans est restée élevée, oscillant entre 51,121 % et 88,493 %, indiquant une corrélation positive marquée, même à travers diverses phases économiques. La cohérence des valeurs p renforce la signification statistique de ces corrélations. Il est notable que durant la période d'expansion de juillet 2009 à décembre 2016, la corrélation était la plus faible (51,121%). Cela peut s'expliquer par divers facteurs externes influençant les obligations à 2 ans, tels que les anticipations du marché, les attentes d'inflation et les prévisions d'une hausse du taux directeur liée à l'inflation, qui ont pu provoquer un écart par rapport au taux directeur ou une tendance moins alignée avec

celui-ci. En synthèse, je peux affirmer qu'un changement du taux directeur dû à la politique monétaire aura un effet direct sur le taux à deux ans d'une obligation d'État américaine considérée comme sans risque. Je peux constater que les deux taux vont très souvent de pair, ayant ainsi un impact notable sur le prix de cette obligation lorsque les taux augmentent.

### 3.2.2 Le taux à 10 ans : U.S. 10 Year Treasury

Dans cette partie, je proposerai la même analyse que précédemment, mais en ce qui concerne l'obligation d'État américaine à 10 ans. Pour analyser la corrélation entre le taux directeur de la Fed et les rendements des bons du Trésor américain à 10 ans, j'ai utilisé des graphiques et créé un tableau similaire à celui de l'analyse précédente. La figure 9, provenant du site web de la FRED (*Market Yield on U.S. Treasury Securities at 10-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed*), illustre l'évolution du taux directeur de la Réserve fédérale des États-Unis et le rendement des obligations du Trésor américain à 10 ans sur la période de 1990 à 2016. Il ressort que les trajectoires des deux courbes affichent des similitudes moindres et que leur corrélation est moins marquée que celle observée pour les taux à 2 ans.

Figure 9 : Taux directeur FED vs Trésorerie américaine à 10 ans



*(Market Yield on U.S. Treasury Securities at 10-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed)*

Pour étudier plus en détail cette relation entre les deux taux, exactement comme dans la partie précédente, j'ai recréé le même tableau. A nouveau, différentes périodes entre 1990 et 2016 ont été analysées pour observer la relation entre le taux de référence de la Fed et le rendement des obligations du Trésor à 10 ans.

Tableau 9 : Tableau récapitulatif des différentes données sur les taux directeurs de la FED par rapport aux bons du Trésor américain à 10 ans

Période	Corrélation	Corrélation Valeur P	Différence en % du taux directeur entre début et fin de période	Différence en % du taux à 10 ans entre début et fin de période
<b>1990-2016</b>	86.153%	0.00%	-93.560%	-69.144%
<b>1990 à mars 1991</b>	64.137%	0.00%	-28.103%	1.385%
<b>Avril 1991 à février 2001</b>	0.176%	93.02%	-13.735%	-39.033%
<b>Mars 2001 à novembre 2001</b>	51.410%	0.00%	-63.148%	-1.848%
<b>Décembre 2001 à novembre 2007</b>	46.908%	0.00%	127.317%	-16.421%
<b>Décembre 2007 à juin 2009</b>	64.630%	0.00%	-95.133%	-9.254%
<b>Juillet 2009 à décembre 2016</b>	-28.315%	0.00%	175.000%	-30.986%

Période de récession  
Période post-récession

(Leonardo Cirillo, 2024)

D'après le tableau 9, si on analyse la période totale, de 1990 à 2016, la corrélation est de 86,153%, inférieure à celle trouvée avec le taux à deux ans, et est statistiquement significative. Il s'agit toutefois d'une corrélation très élevée, qui confirme que l'obligation d'État américaine à 10 ans, vue d'une perspective globale, suit l'orientation de la politique américaine. Toutefois, dans le cas d'une analyse par segment de période, certaines observations intéressantes peuvent être faites qui s'écartent de l'analyse de la période totale. Quatre des six périodes analysées présentent une corrélation statistiquement positive allant de 46 % à 64 %, ce qui constitue une corrélation positive, mais inférieure à ce que j'avais constaté avec le taux à deux ans. Pour la période d'avril 1991 à février 2001, la corrélation n'est malheureusement pas statistiquement significative, en raison d'une valeur p supérieure à 5 %, et je ne peux donc pas tirer de conclusions de la corrélation. La seule chose que je peux dire, c'est qu'entre le début et la fin de la période de ce segment, tant le taux directeur que le taux à 10 ans ont baissé. Pour les périodes de récession, j'ai constaté qu'en général, les corrélations sont plus élevées pendant les récessions que pendant les périodes post-récession. Cela peut s'expliquer par le fait qu'en général, l'ensemble de la courbe des taux descend en raison d'une baisse du taux directeur et qu'en général, les taux sur la courbe ont tendance à baisser. Pour les deux autres périodes post-récession, de décembre 2001 à novembre 2007 et de juillet 2009 à décembre 2016, j'ai observé des comportements distincts. Durant ces périodes, le tableau indique une corrélation positive pour l'une et négative pour l'autre. Cette divergence pourrait être interprétée en partie comme le reflet des anticipations du marché, où le taux à 10 ans sert d'indicateur avancé des prévisions économiques et des attentes d'inflation à long terme. Selon l'article du Financial Times (Bruce-Lockhart, Lewis, Stubbington 2022), une courbe des rendements inversée peut être considérée comme un signal avant-coureur de ralentissement économique, ce qui pourrait expliquer l'inversion du sens du taux à 10 ans par au taux directeur. Cette inversion s'est

historiquement produite avant les récessions, agissant comme un baromètre des attentes collectives des investisseurs sur la trajectoire économique future. Cela se lie aussi à une autre explication (*The Predictive Powers of the Bond Yield Curve 2022*), qui indique que la courbe des rendements représente l'évaluation par les investisseurs des perspectives de croissance économique et d'inflation et comment elles influenceront les taux d'intérêt de la banque centrale à long terme. Donc, en résumé, la corrélation plus faible, voire inverse, pendant une période post-récession, entre le taux directeur et le taux des obligations à 10 ans peut s'expliquer par une dégradation des prévisions économiques des investisseurs. Face à une expansion économique rapide et à une inflation croissante, les investisseurs anticipent une hausse du taux directeur, ce qui les incite à investir dans des obligations de longue durée. Cela entraîne une hausse de leur prix (et par conséquent, une baisse de leur taux), comme le montrent les données du tableau 9 (pour voir en détail l'évolution de la courbe des taux entre le début et la fin de la période pour les deux périodes post-récession, voir l'annexe 3).

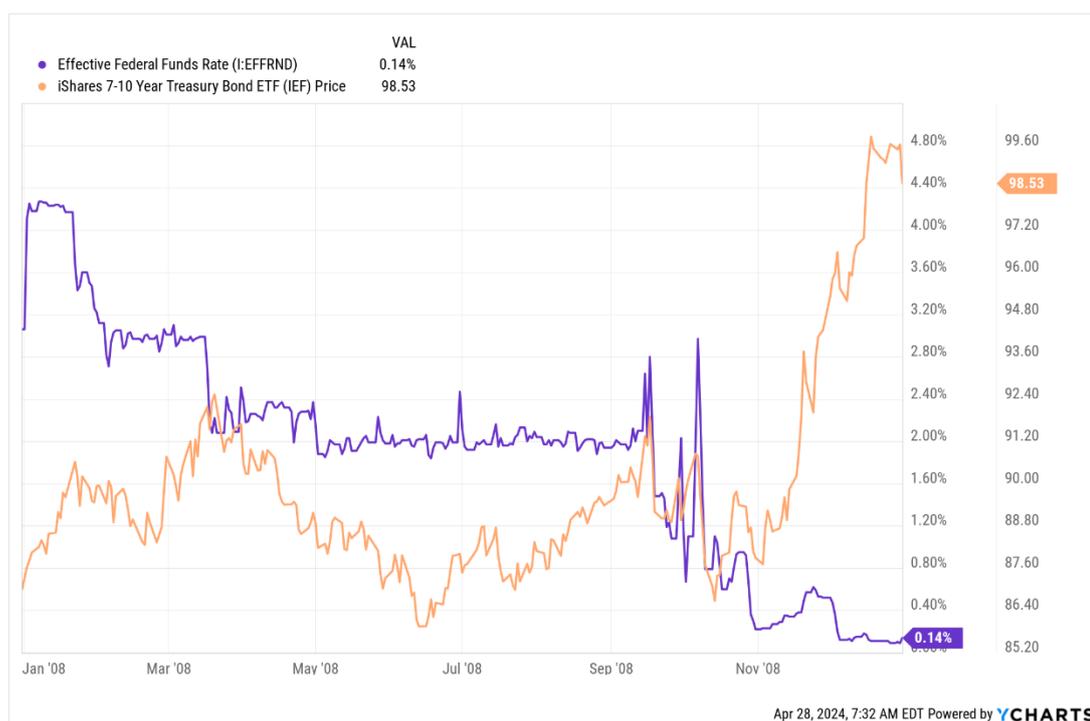
### **3.2.3 Impact d'un changement du taux directeur sur un ETF**

Dans ce sous-chapitre, je vais montrer l'impact concret sur le prix d'un produit financier, en l'occurrence un ETF<sup>3</sup>, à la suite d'une baisse du taux directeur aux Etats-Unis. Comme expliqué dans le chapitre sur l'évaluation des obligations, il existe une relation inverse entre le prix d'une obligation et le taux d'intérêt, ce qui signifie que lorsque les taux d'intérêt augmentent, les prix des obligations existantes sur le marché tendent à baisser, et vice versa. Lorsque la banque centrale modifie le taux directeur a des répercussions immédiates sur les rendements obligataires et par conséquent sur leur prix (*How interest rates affect bond prices 2022*).

---

<sup>3</sup> Un ETF, ou fonds négocié en bourse, est un produit d'investissement qui reproduit la performance d'un indice spécifique, comme un indice boursier ou obligataire, et qui peut être acheté ou vendu en bourse de la même manière que des actions ordinaires. (Que sont les ETF ? 2021)

Figure 10 : Taux directeur FED vs iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF



(YCharts - Financial Research and Proposal Platform 2024)

À titre d'exemple concret, j'ai élaboré deux graphiques à l'aide du site 'ycharts' (YCharts - Financial Research and Proposal Platform 2024) pour illustrer l'influence directe des taux d'intérêt sur le marché obligataire. Pour ce faire, j'ai sélectionné un ETF répliquant la performance d'un indice constitué de titres du Trésor américain à échéance de sept à dix ans. Comme le montre la figure 10, la diminution du taux directeur de la Réserve Fédérale (ligne violette) s'accompagne d'une hausse du prix de l'ETF (ligne orange), ce qui confirme la relation inverse habituelle entre les taux d'intérêt et les prix des obligations. Concernant la figure 11, elle présente le prix de l'ETF (ligne orange) en regard de son rendement (ligne violette), soulignant ainsi une diminution du rendement parallèle à l'augmentation du prix de l'ETF. Cela démontre que non seulement le prix de l'obligation augmente en réponse à la baisse des taux directeurs, mais aussi que le rendement, qui est inversement proportionnel au prix, diminue en conséquence. Cela s'explique par le fait que lorsque les investisseurs se précipitent pour acheter des obligations existantes avec des taux de coupon plus élevés, la demande accrue fait monter le prix et baisser le rendement.

Figure 11 : iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF prix vs rendement



(YCharts - Financial Research and Proposal Platform 2024)

Il est également important de noter que, bien que la relation entre les taux d'intérêt et les prix des obligations soit généralement inverse, d'autres facteurs tels que les changements dans la notation de crédit de l'émetteur, les conditions macroéconomiques, et les perspectives de croissance peuvent également influencer le marché obligataire (*How Changing Interest Rates Affect Bonds | U.S. Bank 2024*). Cette différence peut être observée par exemple avec un ETF sur les obligations à haut rendement<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> Les obligations à haut rendement, ou "junk bonds", sont des titres de dette émis par des entreprises ayant des cotes de crédit inférieures à celles des obligations de qualité investissement, offrant des rendements plus élevés pour compenser le risque accru de défaut de paiement. Elles tendent à avoir des notes de crédit inférieures à BBB- de Standard & Poor's et Fitch, ou inférieures à Baa3 de Moody's. (*High-Yield Bond: Definition, Types, and How to Invest 2023*)

Figure 12 : Taux directeur FED vs iShares iBoxx High Yield Corporate Bond ETF



(YCharts - Financial Research and Proposal Platform 2024)

Comme le montre la figure 12, elle compare le taux directeur de la FED (ligne violette) avec le prix de l'ETF (ligne orange). Contrairement aux obligations d'État, la relation inverse entre le prix et le taux d'intérêt n'est pas aussi évidente pour les obligations à haut rendement. Les obligations à haut rendement sont plus sensibles aux risques de crédit qu'aux variations des taux directeurs, car les investisseurs dans ces obligations se préoccupent davantage de la santé financière des émetteurs et des primes de risque. Pendant des périodes de stress économique, comme en 2008, les investisseurs fuient les actifs risqués, y compris les obligations à haut rendement, ce qui provoque une baisse de leur prix indépendamment des mouvements des taux directeurs. De plus, les spreads de crédit, qui représentent la différence entre le rendement des obligations à haut rendement et les obligations d'État de même maturité, peuvent s'élargir considérablement en période de récession ou de stress économique, affectant le prix des obligations à haut rendement plus que les variations des taux directeurs.

### 3.3 Impact sur les marchés d'actions

Dans cette section, je vais examiner l'influence des taux d'intérêt sur le marché boursier. Les méthodes d'évaluation des actions, détaillées dans le chapitre 2.2.2, impliquent entre autres le taux d'actualisation, qui inclut le taux sans risque. Théoriquement, les taux d'intérêt affectent le marché boursier puisqu'ils constituent l'un des facteurs essentiels considéré par les investisseurs pour apprécier si une action est évaluée à sa

juste valeur par rapport à son prix de marché. Cependant, pour vérifier si les taux produisent un impact réel sur les performances boursières, je procéderai à une étude approfondie. Je débiterai par un examen de deux recherches sur l'effet du taux directeur sur le marché américain. Ensuite, à l'aide de RStudio, j'analyserai la corrélation entre l'indice S&P 500 et le taux sans risque pour déterminer dans quelle mesure les variations de ce dernier influencent significativement le marché des actions.

La première étude que je vais analyser, "Identifying the interdependence between US monetary policy and the stock market" de Hilde C. Bjørnland et Kai Leitemo, examine la relation dynamique entre la politique monétaire américaine et l'indice boursier S&P 500 (Bjørnland, Leitemo 2009). Utilisant une méthodologie VAR<sup>5</sup> structurelle (Vector Autoregressive) et des données couvrant de janvier 1983 à décembre 2002, les auteurs relèvent le défi de la simultanéité pour distinguer les chocs monétaires et ceux des prix des actions. L'étude met en lumière une interdépendance significative entre les ajustements du taux des fonds fédéraux et les prix réels des actions. Elle montre notamment que les prix réels des actions chutent de sept à neuf pour cent suite à un choc de politique monétaire entraînant une hausse de 100 points de base du taux des fonds fédéraux. Cette recherche conclut à l'existence d'une interaction substantielle et simultanée entre les décisions de politique monétaire et la dynamique du marché boursier, soulignant l'importance du marché boursier comme indicateur crucial dans la formulation de la politique monétaire, en raison de sa réponse immédiate aux chocs politiques. En complément, l'étude " The associations between stock prices, inflation rates, interest rates are still persistent" de Tarek Eldomiaty, Yasmeeen Saeed, Rasha Hammam et Salma AboulSoud (2020) analyse l'effet des taux d'intérêt et des taux d'inflation sur les prix des actions des entreprises non financières listées sur DJIA30 et NASDAQ100 sur la période de 1999 à 2016. Les auteurs démontrent l'existence d'une intégration entre les prix des actions et les taux d'intérêt réels, ainsi que les taux d'inflation. Les résultats montrent que les taux d'inflation sont négativement associés aux prix des actions, tandis que les taux d'intérêt réels sont positivement associés. De plus, les variations des taux d'intérêt réels et des taux d'inflation causent des changements significatifs dans les prix des actions, confirmant une relation dynamique et

---

<sup>5</sup> Le modèle VAR, ou modèle autorégressif vectoriel, est une méthode statistique utilisée dans l'analyse de séries temporelles qui capture les relations linéaires entre plusieurs variables au fil du temps. Chaque variable dans un système VAR est exprimée comme une combinaison linéaire de ses propres valeurs passées (retards) ainsi que des valeurs passées des autres variables du système, ce qui permet d'analyser l'impact dynamique et les interdépendances entre les variables. Cette méthode est particulièrement utile pour examiner comment les variables réagissent à des chocs au fil du temps et est fréquemment utilisée en économie pour modéliser les relations simultanées entre des indicateurs économiques (Gupta 2022; *Vector Autoregression (VAR) Models - MATLAB & Simulink - MathWorks Italia*).

interdépendante entre ces variables économiques clés (Eldomiaty et al. 2019). Ces deux études mettent en évidence que les hausses significatives des taux d'intérêt, souvent induites par une augmentation de l'inflation, ont un impact négatif sur le marché boursier. Pour confirmer et détailler cette relation, je vais collecter et analyser des données couvrant la période de 1990 à 2016, entre le taux sans risque à 1 an et l'indice boursier S&P 500.

Tableau 10 : Corrélacion entre le taux sans risque et S&P 500 par période

Période	Corrélacion	Corrélacion Valeur P	R carré	Rendement discret du S&P500	Différence en % du taux directeur entre début et fin de période	Taux directeur au début de la période	Taux directeur à la fin de la période
1990-2016	21.224%	0.00%	4.50%	522.43%	-93.560%	7.970%	0.550%
1990 à mars 1991	31.779%	0.00%	10.10%	4.32%	-28.103%	7.970%	5.530%
Avril 1991 à février 2001	9.319%	0.00%	0.87%	238.79%	-13.735%	6.480%	5.590%
Mars 2001 à novembre 2001	46.174%	0.00%	21.32%	-8.14%	-63.148%	5.590%	2.060%
Décembre 2001 à novembre 2007	33.599%	0.00%	11.29%	30.08%	127.317%	2.060%	4.660%
Décembre 2007 à juin 2009	88.823%	0.00%	78.90%	-37.03%	-95.133%	4.660%	0.220%
Juillet 2009 à décembre 2016	-34.245%	0.00%	11.73%	142.47%	175.000%	0.200%	0.550%
Période de récession							
Période post-récession							

(Leonardo Cirillo, 2024)

Le tableau 10 présente une analyse détaillée de la corrélation entre le taux sans risque à 1 an et les rendements discrets du S&P 500 sur différentes périodes, en distinguant les périodes de récession et post-récession. Il inclut des mesures de corrélation, de significativité statistique (valeur p), de proportion de la variance expliquée (R carré), et de rendement discret du S&P 500. Pour trouver les données de ce tableau, j'ai utilisé un script R fourni par Mr. Duc François, adapté du cours de Gestion des actifs. Les données du S&P 500 ont été importées à partir de Yahoo Finance, et les rendements logarithmiques quotidiens ont été calculés. Les taux sans risque, provenant des titres du Trésor américain à un an, ont été obtenus via la base de données FRED, puis interpolés et ajustés pour les données manquantes. Les rendements annuels du S&P 500 ont été calculés sur une base roulante de 252 jours. L'utilisation d'une moyenne roulante, plutôt que de comparer les performances quotidiennes, présente plusieurs avantages : elle réduit la volatilité à court terme en lissant les fluctuations quotidiennes, permettant ainsi de détecter des tendances à long terme plus stables ; elle diminue l'impact des valeurs anormales ou extrêmes, offrant une représentation plus fiable des données ; elle permet une comparaison cohérente sur différentes périodes et aide à analyser les cycles économiques en mettant en évidence les relations entre les taux d'intérêt et les rendements boursiers sur des phases prolongées. Une fois les séries temporelles des rendements du S&P 500 et des taux sans risque fusionnées, la corrélation entre les deux séries a été calculée avec et le test de corrélation a été utilisé pour évaluer la significativité statistique. Enfin, une régression linéaire avec a permis d'extraire le coefficient de détermination (R carré) pour comprendre la proportion de la variance des

rendements expliquée par les taux d'intérêt. Pour trouver le détail du code, voir l'annexe 4.

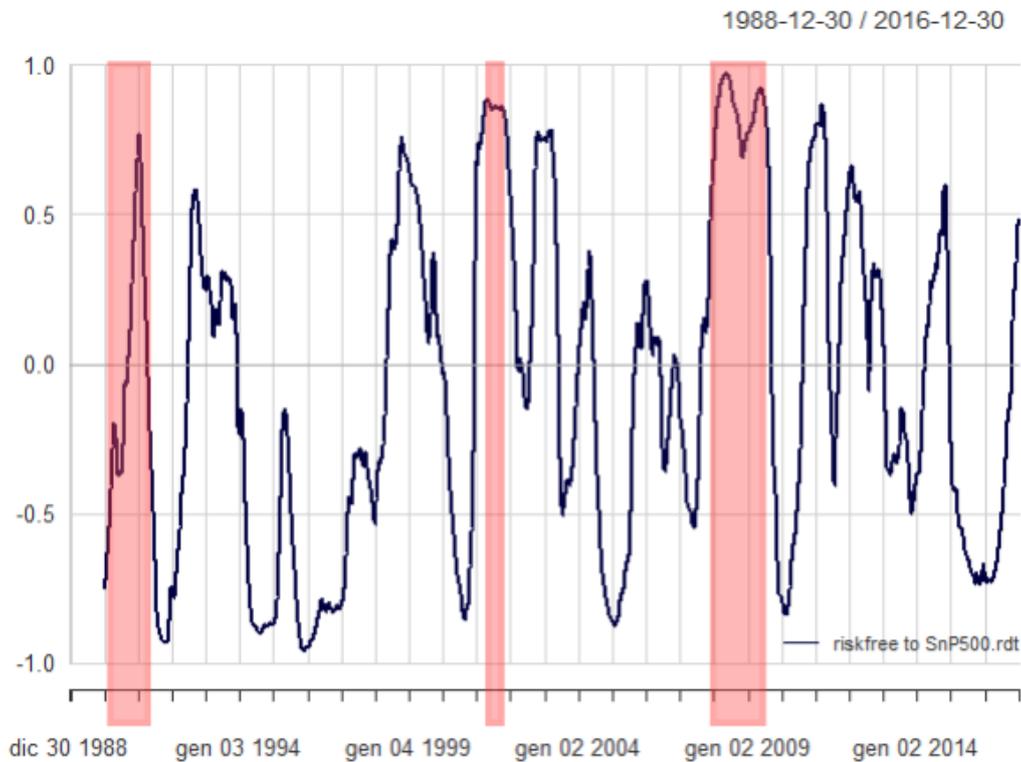
Sur la période globale de 1990 à 2016, la corrélation entre les taux d'intérêt et les rendements du S&P 500 est de 21,224%, avec une valeur p de 0,00%, indiquant une significativité statistique élevée. Le R carré de 4,50% montre que les taux d'intérêt expliquent une petite portion de la variance des rendements du S&P 500 sur cette période. Le rendement discret du S&P 500 sur cette période est de 522,43% et la différence entre le début de la période et la fin de la période du taux sans risque est de -93,56 %. Ces données confirment qu'à l'échelle globale de la période entre 1990 et 2016, le taux d'intérêt à 1 an évolue légèrement de la même manière que les rendements du S&P 500, comme l'indique un coefficient de corrélation relativement faible de 21,224 %. Le coefficient de détermination de 4,50 % montre que les taux d'intérêt expliquent une petite portion de la variance des rendements du S&P 500 sur cette période. Ces résultats suggèrent que se fier uniquement au taux d'intérêt pour prédire l'orientation du marché est une erreur. La corrélation faible et le R carré faible montrent qu'il est difficile d'expliquer le marché boursier avec uniquement les variations du taux d'intérêt. Cependant, en segmentant cette période, on peut potentiellement trouver des informations intéressantes et des périodes spécifiques où les taux d'intérêt auraient eu un impact plus marqué sur le marché.

Premièrement, pendant les périodes post-récession, j'ai remarqué que les corrélations sont généralement les plus faibles et il y a aussi de cas où la corrélation est négative. Entre avril 1991 et février 2001, la corrélation était relativement faible à 9,319%, avec un R carré de 0,87%, indiquant une faible influence des taux d'intérêt sur les rendements du S&P 500, qui étaient très élevés à 238,79% pendant la période. De décembre 2001 à novembre 2007, la corrélation a été de 33,599%, avec un R carré de 11,29%, montrant toujours une influence fiable des taux d'intérêt sur le marché actionnaire. Le rendement discret du S&P 500 pendant cette période a été de 30,08%. De juillet 2009 à décembre 2016, la corrélation est devenue négative à -34,245%, avec un R carré de 11,73%, ce qui montre que dans l'ensemble, les rendements du S&P 500 ont évolué dans la direction opposée au taux d'intérêt à un an. Le rendement discret du S&P 500 a été de 142,47% pendant cette période. Ces observations confirment que, durant les phases économiques expansionnistes, se fier uniquement aux taux d'intérêt sans risque pour prévoir ou expliquer les mouvements du marché boursier est inefficace. La faible corrélation et le faible R carré montrent que les taux d'intérêt ne sont pas des indicateurs prédictifs fiables des rendements du S&P 500 dans ces périodes. Il est donc nécessaire

de prendre en compte d'autres variables économiques et des facteurs contextuels pour mieux comprendre les fluctuations du marché boursier.

Dans le cas des périodes de récession, les données révèlent quelques aspects intéressants. Pendant ces périodes, les corrélations sont généralement plus élevées, indiquant une relation plus forte entre les taux d'intérêt et les rendements des actions. De 1990 à mars 1991, la corrélation était de 31,779 % avec une valeur p de 0 %. Le coefficient de détermination de 10,10 % montre que les taux d'intérêt expliquent une très petite partie de la variance des rendements du S&P 500. Pendant la récession de mars 2001 à novembre 2001, la corrélation a augmenté à 46,174 %, avec un R carré de 21,32 %. Cela suggère une augmentation de l'influence des taux d'intérêt sur les rendements du S&P 500, bien que cette explication reste encore relativement faible. La crise financière mondiale de décembre 2007 à juin 2009 a vu une corrélation très élevée de 88,823% entre les taux d'intérêt et les rendements du S&P 500, avec un R carré de 78,90%, et un rendement discret fortement négatif de -37,03% du S&P 500. Ces données confirment que pendant les récessions, la corrélation entre les taux sans risque et les rendements du S&P 500 a tendance à être plus élevée, et le R carré est plus significatif comparé aux périodes post-récession. Les données montrent que plus la récession est sévère, plus la corrélation et le R carré augmentent. Lors de la première récession (1990 à mars 1991), le rendement discret du marché boursier n'était pas négatif, ce qui explique pourquoi les valeurs restent relativement faibles. En revanche, pendant la grande récession de décembre 2007 à juin 2009, l'impact économique est nettement visible. Le rendement discret du S&P 500 était fortement négatif à -37,03 %, tandis que le taux sans risque a chuté de -95,133 %. Ces chiffres reflètent une corrélation élevée (88,823 %) et un R carré substantiel (78,90 %), illustrant l'impact majeur des mouvements brusques du taux directeur, résultant d'une politique monétaire restrictive, sur le marché boursier. Ces observations réaffirment les conclusions des études précédentes, qui indiquent qu'un changement drastique du taux directeur en réponse à une politique monétaire restrictive exerce une influence significative sur les rendements boursiers, surtout durant les périodes de forte récession.

Figure 13 : Corrélation roulante sur 252 Jours entre les taux sans risque et les rendements du S&P 500



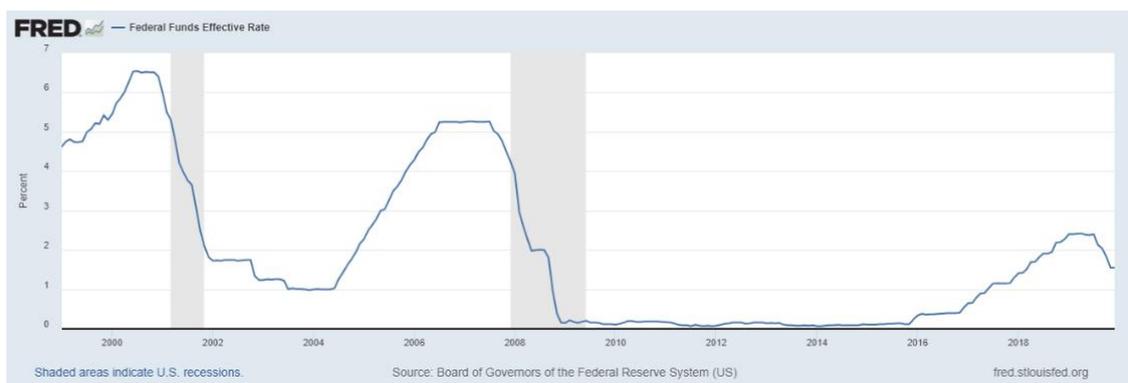
(Leonardo Cirillo, 2024)

La figure 13, représente un graphique résultant du code R (celui de l'annexe 4) qui dérive de la fonction « `chart.RollingCorrelation` ». J'ai ajouté manuellement, les zones rouges représentant les périodes de récession. Le graphique illustre l'évolution de la corrélation roulante sur une fenêtre de 252 jours entre les taux sans risque et les rendements annuels du S&P 500 de 1990 à 2016. Ce graphique démontre que, bien que j'aie segmenté la période entre 1990 et 2016, la corrélation que j'ai calculée est « statique ». En réalité, chaque jour, la corrélation change et n'est pas statique. Cette dynamique complexe montre que la relation entre les taux d'intérêt et les rendements des actions n'est pas linéaire et peut varier considérablement. Cependant, je peux observer que les pics de corrélation se produisent souvent en période de récession, avec le pic le plus élevé observé lors de la récession de 2008, confirmant ainsi les résultats de mes données. De plus, le graphique montre que même pendant les périodes entre les récessions, la corrélation présente des pics similaires à ceux observés pendant les récessions. Cette observation suggère que la relation entre les taux sans risque et les rendements du S&P 500 est influencée par d'autres facteurs en plus des récessions, reflétant une complexité et une variabilité importantes dans cette relation.

## 4. Comparaison des rendements

Dans ce chapitre, je vais comparer les performances des actions et des obligations sur le marché américain de janvier 1999 à décembre 2019. Cette période a été choisie pour faciliter la collecte des données, et l'analyse s'arrête en décembre 2019 pour éviter d'inclure les événements récents qui pourraient influencer les résultats. En excluant la période de 2020 à 2024, je pourrai tester ma stratégie sur ces années ultérieurement, sans être biaisé par une analyse préalable des rendements durant cette période. L'objectif est d'identifier les actifs et les secteurs qui ont surperformé ou sous-performé lors de mouvements importants du taux directeur. J'utiliserai des ETF et des indices pour évaluer le rendement des différents secteurs d'actions et types d'obligations. Pour les actions, des ETFs spécifiques à chaque secteur permettront une analyse précise de la performance sectorielle, tandis que des indices seront utilisés lorsque les informations sur les ETFs ne sont pas disponibles. En ce qui concerne les obligations, j'ai choisi de comparer différentes obligations du Trésor de diverses échéances, des obligations d'entreprises de qualité, des obligations à haut rendement et les TIPS. J'utiliserai également des indices pour compléter les données manquantes des ETFs. Pour évaluer la performance des différents secteurs d'actions, je vais créer un tableau résumant la performance par secteur pour chaque période. Cette performance sera calculée à l'aide d'un code développé sur RStudio. Pour trouver le détail du code, voir l'annexe 5. Pour les obligations, j'utiliserai l'application « Factset », afin de recueillir les données pertinentes. Pour voir le détail des graphiques où j'ai pris les données, voir l'annexe 6. Les deux tableaux Excel seront classés par ordre décroissant de performance pour faciliter l'analyse comparative. J'ai divisé la période analysée en six segments distincts reflétant les mouvements du taux de référence de la Fed, comme l'illustre la figure 14. J'ai procédé de cette manière pour permettre une comparaison plus précise des performances sectorielles par rapport aux changements de la politique monétaire américaine et par conséquent du changement du taux directeur.

Figure 14 : Évolution du taux directeur de la Fed entre 1999 et 2019



## 4.1 Actions

Tableau 11 : Performances sectorielles des actions américaines de 1999 à 2019

Performances sectorielles discrètes					
Janvier 1999 à février 2001	Mars 2001 à novembre 2001	Décembre 2001 à novembre 2007	Décembre 2007 à juin 2009	Juillet 2009 à octobre 2015	Novembre 2015 à décembre 2019
42.41% XLE	5.35% XLB	212.86% XLE	-24.22% XLV	218.45% XLY	121.67% XLK
26.69% XLI	4.93% XLY	116.39% XLB	-27.84% XLK	166.46% XLV	69.29% XLU
23.13% XLF	-3.64% XLF	90.17% XLU	-30.30% XLY	115.31% XLK	67.68% XLF
15.95% XLU	-8.00% XLV	63.06% XLI	-30.45% XLU	87.18% XLI	63.55% XLY
12.64% XLV	-8.49% XLI	60.21% SP500-60	-32.68% XLE	43.47% XLU	61.95% XLI
5.82% XLY	-11.14% XLU	48.34% XLV	-34.14% XLB	39.57% SP500-60	50.20% XLV
2.34% XLB	-14.32% SP500-50	34.85% XLF	-35.35% SP500-50	36.34% XLF	45.87% XLB
-13.15% XLK	-14.62% XLK	32.36% XLY	-40.47% XLI	29.21% XLB	23.49% SP500-60
-23.28% SP500-50	-19.53% XLE	14.35% XLK	-57.34% SP500-60	9.46% SP500-50	21.18% SP500-50
- SP500-60	- SP500-60	-2.94% SP500-50	-58.09% XLF	-11.64% XLE	0.80% XLE

### Secteurs:

XLK :Technologie
XLV : Santé
XLF: Finance
XLE: Énergie
XLY: Consommation discrétionnaire
SP500-50 : Services de communication
XLI: Industrie
XLB: Matériaux
XLRE: Immobilier SP500-60
XLU: Services publics

A partir de février 2002

(Leonardo Cirillo, 2024)

L'analyse des performances sectorielles discrètes des actions américaines entre janvier 1999 et décembre 2019, représentée dans le tableau 11, révèle les variations de rendement dans les six périodes définies, alignées sur les fluctuations du taux directeur de la Fed. Ce tableau m'aide à comprendre comment les différents secteurs ont performé aux variations des taux d'intérêt.

Premièrement, de janvier 1999 à février 2001, la période était marquée par une forte croissance dans certains secteurs malgré les prémices de l'éclatement de la bulle technologique. Le secteur de l'énergie a excellé avec un rendement de 42.41%. Les secteurs industriel et financier ont également performé favorablement avec des rendements de 26.69% et 23.17% respectivement, tandis que les services publics

affichaient un gain solide de 15.95%. En revanche, la technologie a subi une chute significative avec un rendement de -13.15%, soulignant les premiers effets de l'éclatement de la bulle dot-com. Durant la courte récession de mars à novembre 2001, la plupart des secteurs ont enregistré des pertes, à l'exception des matériaux et de la consommation discrétionnaire qui ont résisté avec des rendements positifs de 5.35% et 4.93%. Les secteurs de l'énergie et de la technologie ont été parmi les plus touchés avec des baisses de -19.53% et -14.62%. Entre décembre 2001 et novembre 2007, période de reprise économique post-récession, les secteurs ont connu des grandes hausses. L'énergie a dominé avec un rendement de 212.86%, suivi par les matériaux à 116.39% et les services publics à 90.17%, bénéficiant de l'augmentation globale de la demande et des prix des matières premières. La grande récession de décembre 2007 à juin 2009 a vu tous les secteurs subir des baisses drastiques. Les secteurs de la santé et de la technologie ont été les moins touchés avec une baisse respective de -24,22 % et -27,84 %, tandis que la finance a subi une baisse de -58,09 %, reflétant la gravité de la crise financière. La période de juillet 2009 à octobre 2015 a marqué un retour à une croissance robuste, en particulier dans la consommation discrétionnaire et la santé, avec des gains de 218.45% et 166.46%. Cela démontre une reprise forte post-crise financière, aidée par des politiques monétaires accommodantes. Finalement, de novembre 2015 à décembre 2019, malgré la remontée des taux directeurs, la technologie a continué de surperformer avec un rendement de 121.67%. Les secteurs des services publics et de la finance ont également bien performé, illustrant une économie encore en croissance.

Je souhaite attirer l'attention sur deux points du tableau. Pour le secteur des services de communication, un indice a été utilisé à la place d'un ETF en raison de la création récente de ce dernier. De plus, pour le secteur de l'immobilier, les données ne sont disponibles qu'à partir de février 2002, date de création de l'ETF correspondant.

#### **4.1.1 Analyse**

Dans cette section, j'analyserai en détail les différents secteurs afin d'identifier des tendances. Je déterminerai quels secteurs ont le mieux réagi aux variations des taux d'intérêt et ceux qui présentent un potentiel défensif. Ces informations me permettront de développer des stratégies d'investissement visant à exploiter ou à atténuer les risques liés aux taux d'intérêt.

Les secteurs qui me semblent les plus défensifs sont le secteur de la consommation discrétionnaire (XLY), le secteur des services publics (XLU) et le secteur de la santé (XLV). En fait, les secteurs de la santé et des services publics ont toujours été dans le top 6 des rendements pour toutes les périodes. Quant au secteur discrétionnaire, il n'est

jamais descendu en dessous du top 3 pendant les récessions. Donc pour moi, ces trois secteurs seraient un bon choix au moment où les taux directeurs baissent et dans une situation économique précaire.

Quant aux moments où le taux directeur est en hausse et dans la période post-récession, il m'est difficile d'identifier un secteur qui a eu toujours de forts rendements. Ce que j'ai remarqué, c'est le fait que le secteur de l'industrie (XLI), en période post-récession, a toujours été dans le top 4. Même le secteur de la finance (XLF), dans les périodes post-récession, a toujours eu des rendements positifs. Le secteur de la technologie (XLK), quant à lui, a réalisé des rendements remarquables au cours de la dernière période, probablement causés par la grande expansion technologique qui a eu lieu ces dernières années. De manière générale, l'analyse montre qu'il est difficile d'identifier les secteurs qui résistent à une hausse des taux directeurs, ou ceux qui se sont bien comportés lors d'un effondrement des taux. Les taux d'intérêt influencent certainement les performances des secteurs, mais la situation économique générale et les conditions propres à chaque secteur jouent un rôle tout aussi crucial, voire prépondérant. Par exemple, bien que les taux d'intérêt bas aient tendance à favoriser la croissance économique, les secteurs tels que la technologie et l'énergie ont été portés par d'autres dynamiques comme l'innovation et la demande globale en énergie. De même, les performances pendant les récessions dépendent fortement de la nature de la crise économique. Ainsi, il n'est pas toujours possible de prédire la réaction d'un secteur uniquement en fonction des mouvements des taux d'intérêt sans prendre en compte le contexte économique plus large. Cette complexité doit être prise en compte lors de l'élaboration de stratégies d'investissement, soulignant la nécessité d'une analyse complète incluant à la fois les facteurs économiques et les réponses spécifiques du secteur.

## 4.2 Obligations

Tableau 12 : Rendement cumulé des obligations par catégorie sur différentes périodes (1999-2019)

Rendement cumulé					
Janvier 1999 à février 2001	Mars 2001 à novembre 2001	Décembre 2001 à novembre 2007	Décembre 2007 à juin 2009	Juillet 2009 à octobre 2015	Novembre 2015 à décembre 2019
12.70% BUST	5.80% BUST7-10	47.91% TLT	9.98% BUST7-10	66.03% HYG	27.97% HYG
10.52% BUST7-10	3.53% BUST	39.05% BUST7-10	6.17% TLT	58.89% TLT	27.88% LQD
- TLT	- TLT	35.69% LQD	3.24% BUST	50.56% LQD	24.38% TLT
- LQD	- LQD	24.40% TIP	3.07% TIP	38.46% BUST7-10	13.91% TIP
- HYG	- HYG	18.40% BUST	2.75% LQD	26.22% TIP	13.18% BUST7-10
- TIP	- TIP	1.71% HYG	-9.78% HYG	1.22% BUST	5.77% BUST
Bloomberg US Short Treasury INDEX : Bons du Trésor à court terme					
Bloomberg US Short Treasury (7-10 Y) INDEX : Bons du Trésor à moyen/long terme					
TLT: Bons du Trésor à long terme 20+, à partir du 26 juillet 2002					
LQD : Obligations d'entreprise investment grade, à partir du 26 juillet 2002					
HYG : Obligations à haut rendement, à partir du 11 avril 2007					
TIP : TIPS (obligations protégées contre l'inflation), à partir du 05 décembre 2003					

(Leonardo Cirillo, 2024)

Exactement de la même manière que pour les actions, le tableau 12 présente les rendements totaux de différentes catégories d'obligations sur plusieurs périodes allant de janvier 1999 à décembre 2019. Le rendement total d'une obligation est le taux de rendement réel d'un investissement sur une période donnée, incluant les intérêts, les gains en capital, les dividendes et les distributions réalisés. Il mesure la performance globale d'un investissement en tenant compte à la fois du revenu généré (intérêts pour les obligations) et de l'appréciation du capital (augmentation de la valeur du marché de l'obligation) (*Total Return: Definition, Formula To Calculate It, Examples 2021*). Le rendement total est une vue d'ensemble de la performance globale des obligations, qui est plus importante que la seule variation du prix de l'indice ou de l'ETF. Il est important de noter que pour les obligations TLT, LQD, HYG, et TIP, il n'y avait pas de données disponibles pour les deux premières périodes analysées (janvier 1999 à février 2001 et mars 2001 à novembre 2001).

Premièrement, pour la période de janvier 1999 à février 2001, les bons du Trésor à court terme ont affiché un rendement total de 12,70%, tandis que ceux à moyen/long terme ont réalisé 10,52%. Entre mars et novembre 2001, ces rendements ont diminué à 3,53%

et 5,80%, respectivement. De décembre 2001 à novembre 2007, les bons du Trésor à long terme (TLT) ont enregistré un rendement total de 47,91%, tandis que ceux à moyen/long terme ont rapporté 39,05%. Les obligations d'entreprise investment grade (LQD) ont rapporté 35,69%, et les TIPS ont atteint 24,40%. Les bons du Trésor à court terme ont enregistré un rendement de 18,40%, tandis que les obligations à haut rendement (HYG) ont réalisé un rendement de 1,71%. De décembre 2007 à juin 2009, les bons du Trésor à moyen/long terme ont eu un rendement total de 9,98%, et ceux à long terme de 6,17%. Les bons du Trésor à court terme ont rapporté 3,24%, les TIPS ont eu un rendement de 3,07%, les obligations d'entreprise investment grade ont rapporté 2,75%, et les obligations à haut rendement ont enregistré une perte de -9,78%. De juillet 2009 à octobre 2015, les obligations à haut rendement ont affiché une performance remarquable avec un rendement total de 66,03%, suivies des bons du Trésor à long terme à 58,89%, des obligations d'entreprise investment grade à 50,56%, des bons du Trésor à moyen/long terme à 38,46%, des TIPS à 26,22%, et des bons du Trésor à court terme à 1,22%. Enfin, de novembre 2015 à décembre 2019, les obligations à haut rendement ont réalisé un rendement total de 27,97%, les obligations d'entreprise investment grade de 27,88%, les bons du Trésor à long terme de 24,38%, les TIPS de 13,91%, les bons du Trésor à moyen/long terme de 13,18%, et les bons du Trésor à court terme de 5,77%.

#### **4.2.1 Analyse**

Comme je l'ai fait pour les actions, je vais analyser le tableau pour essayer d'identifier les obligations qui ont bien réagi aux variations des taux d'intérêt. Lorsque les taux d'intérêt sont abaissés, les obligations du Trésor à 7-10 ans, à court terme et à 20 ans et plus ont tendance à bien performer. Pendant ces périodes de récession, ces types d'obligations affichent des rendements supérieurs par rapport les autres. Cela peut être attribué à la diminution des taux d'intérêt, ce qui augmente la valeur des obligations existantes. En revanche, pendant les phases de reprise et d'expansion économique, j'ai observé que les obligations à haut rendement, les obligations de qualité investment grade et les obligations du Trésor à plus de 20 ans sont les plus performantes. Les obligations à haut rendement, en particulier, montrent une performance remarquable, reflétant leur profil de risque-rendement élevé. Les obligations du Trésor à court terme et à moyen/long terme sont plus adaptées aux périodes de récession et de baisse des taux d'intérêt en raison de leur moindre volatilité et de leur rendement stable. En revanche, les obligations à haut rendement et les obligations de qualité investment grade se distinguent particulièrement lors des phases de reprise et d'expansion économique,

bénéficiant de la hausse de la confiance des investisseurs et des conditions économiques favorables.

## **5. Développement d'une stratégie**

Dans ce dernier chapitre, j'utiliserai toutes les connaissances acquises et les données recueillies pour élaborer une stratégie visant à atténuer le risque de taux d'intérêt dans un portefeuille américain, et dans certains cas, à en tirer parti. La stratégie différera pour les actions et les obligations, mais reposera sur un principe commun : ajuster les pondérations des différents actifs du portefeuille en fonction des variations du taux directeur. Je garderai également un œil sur le taux d'inflation pour voir si la politique monétaire de la banque centrale atteint son objectif (environ 2 %) et j'ajusterai les pondérations du portefeuille en fonction de ces deux indicateurs.

### **5.1 Stratégie pour les obligations**

Le premier point à considérer est que le taux d'intérêt influence fortement le prix des obligations. Le risque de taux d'intérêt est bien plus élevé pour les obligations que pour les actions. C'est pourquoi je dois être extrêmement prudent lorsque la situation économique commence à se réchauffer, que l'inflation augmente et que les banques centrales commencent à relever progressivement leurs taux directeurs. Il est particulièrement important de faire preuve de prudence avec les obligations d'État, car elles sont les plus affectées par le risque de taux.

Pendant les phases post-récession et lorsque les taux directeurs augmentent, il est crucial de réduire la durée du portefeuille obligataire. Cela signifie que, en cas de hausse des taux d'intérêt, le portefeuille contiendra moins d'obligations à longue échéance, qui sont plus sensibles aux variations de prix. Cependant, il faut rester vigilant à la fin du cycle économique expansionniste, car les obligations à long terme offrent des coupons attractifs en prévision d'un ralentissement économique. En effet, ces obligations tendent à réaliser de bons rendements pendant les phases de ralentissement économique ou de récession. Lors de ces phases, les obligations à long terme, en raison de leur durée plus élevée, bénéficient davantage de la baisse des taux d'intérêt.

Pendant une reprise économique, jusqu'à une phase proche de la maturité du cycle économique, il est judicieux de surpondérer les obligations à haut rendement et celles de qualité investment grade. Bien que ces types d'obligations soient également exposés au risque de taux d'intérêt, celui-ci est moins prononcé que pour les obligations d'État, car elles compensent davantage le risque de crédit.

Dans une phase stable du taux directeur, proche de 0 % et avec une inflation pas trop élevée, comme je l'ai constaté de juillet 2009 à octobre 2015 dans le chapitre sur la comparaison des rendements, je mettrais aussi un peu plus de poids dans les obligations d'État à longue échéance, car elles ont fait de très bons rendements totaux. Pendant une phase de taux directeurs élevés, quand je constate que l'inflation commence à baisser et à se rapprocher de l'objectif de la banque centrale, c'est théoriquement le moment où le ralentissement économique commence. Par conséquent, comme je l'ai dit plus tôt, je commence à augmenter la durée du portefeuille avec des obligations d'État à plus long terme.

Pour résumer, durant une phase de maturité économique tardive et de récession, il est préférable d'augmenter la pondération des obligations d'État à long terme dans le portefeuille obligataire et de réduire celle des obligations à haut rendement et de qualité investment grade. Dans cette phase, il convient d'augmenter la durée du portefeuille. À l'inverse, pendant une reprise économique, il est recommandé de surpondérer les obligations à haut rendement et de qualité investment grade et de réduire la durée du portefeuille.

## **5.2 Stratégie pour les actions**

Concernant la stratégie pour les actions, il est beaucoup plus complexe de déterminer une stratégie optimale à partir de mon analyse. En effet, l'impact des taux d'intérêt sur les actions est moins évident que sur les obligations. Cela s'explique par le fait que, comme indiqué dans le chapitre sur l'évaluation des actions, il existe de nombreuses méthodes pour estimer le juste prix d'une action, et que les taux d'intérêt ont un impact moins direct sur ces évaluations. Lorsque les analystes financiers évaluent les actions, même si la banque centrale augmente le taux directeur, le facteur de croissance propre à l'entreprise peut souvent compenser cette augmentation de taux. De plus, il n'existe pas une seule méthode d'évaluation des actions ; les analystes doivent faire de nombreuses hypothèses et projections (par exemple, sur les flux de trésorerie futurs ou les taux de croissance). En conséquence, les investisseurs peuvent avoir des opinions très diverses sur la valeur réelle d'une action, et le prix de marché peut souvent différer de la "juste valeur" déterminée par les analystes financiers.

J'ai remarqué que les impacts significatifs sur les marchés boursiers se produisent principalement lors de fortes hausses ou baisses du taux directeur, souvent dictées par des crises économiques. Cependant, il est important de se demander si cette "corrélation" est simplement le résultat du ralentissement économique ou des réactions des investisseurs à ces événements.

Ainsi, ma stratégie pour les actions se concentre davantage sur les situations économiques matures, lors des récessions et des baisses de taux d'intérêt. Dans ces cas, je surpondérerais les secteurs défensifs tels que la santé, les services publics et la consommation de base. De même, en cas de forte hausse du taux directeur (plus de 100 points de base), je privilégierais également ces secteurs défensifs. En revanche, dans le cas d'une reprise économique et d'un relèvement progressif du taux directeur, il est plus difficile d'identifier des secteurs dans lesquels investir systématiquement. En effet, d'autres variables, telles que l'expansion sectorielle et les prévisions de bénéfices futurs, deviennent plus importantes que le simple relèvement du taux directeur.

### 5.3 Évaluation de la stratégie

Pour évaluer ma stratégie, j'utiliserai le site « Portfolio Visualizer », qui permet de tester un portefeuille à posteriori. J'utiliserai la fonction « Backtest Dynamic Allocation » du site, qui permet de créer un portefeuille dont les poids des différents actifs évoluent dans le temps (*Portfolio Visualizer*). J'ai créé manuellement la pondération des différents actifs de mon portefeuille à l'aide d'une feuille Excel, en notant mois par mois les différents poids pour chaque actif, en suivant la stratégie mentionnée plus haut. Ensuite, j'ai transformé cette feuille Excel en fichier CSV pour que le site puisse l'importer et l'utiliser comme pondérations pour mon portefeuille. La pondération de mon portefeuille entre les obligations et les actions sera respectivement de 50 % et 50 %. Le portefeuille débutera le 1er janvier 2020 et s'arrêtera à la fin du mois de mai 2024. J'utiliserai deux indices de référence pour évaluer l'efficacité de ma stratégie. Le premier sera mon propre portefeuille, avec les mêmes actifs, mais équipondérés. Le second sera un benchmark composé de deux indices, le « Vanguard 500 Index Investor » pour les actions et le « Schwab US Aggregate Bond Index » pour les obligations, grâce à une fonctionnalité du site. Le benchmark aura la même pondération que mon portefeuille, c'est-à-dire 50 % pour l'indice des actions et 50 % pour l'indice des obligations. Les deux indices utilisés ont été choisis pour leur représentativité et leur pertinence. Le « Vanguard 500 Index Investor » suit de près l'indice S&P 500, qui est un indicateur clé de la performance des 500 plus grandes entreprises américaines, fournissant une excellente mesure de la performance du marché des actions américaines. Le « Schwab US Aggregate Bond Index » reflète la performance des obligations américaines de haute qualité, y compris les obligations d'État et les obligations de sociétés. Ces indices permettent de comparer ma stratégie à une allocation de marché standard en actions et obligations. Pour les actifs de mon portefeuille, j'utiliserai ceux que j'ai utilisés dans la comparaison des performances, mais en remplaçant les indices par des ETF similaires. J'ajouterai

également des coûts annuels de 1,5 %, pour simuler les coûts de gestion et pour les coûts des transitions dues à la pondération dynamique des actifs dans le portefeuille.

### 5.3.1 Résultats de la stratégie

Après avoir réuni tous les paramètres de mon portefeuille, voici les résultats que j'ai obtenus grâce à ma stratégie. Dans le tableau 13, j'ai résumé les données les plus importantes pour l'évaluation de mon portefeuille. Pour voir l'évolution des pondérations du portefeuille en détail et avec des analyses beaucoup plus approfondies, voir l'annexe 7.

Tableau 13 : Tableau récapitulatif des KPI de ma stratégie

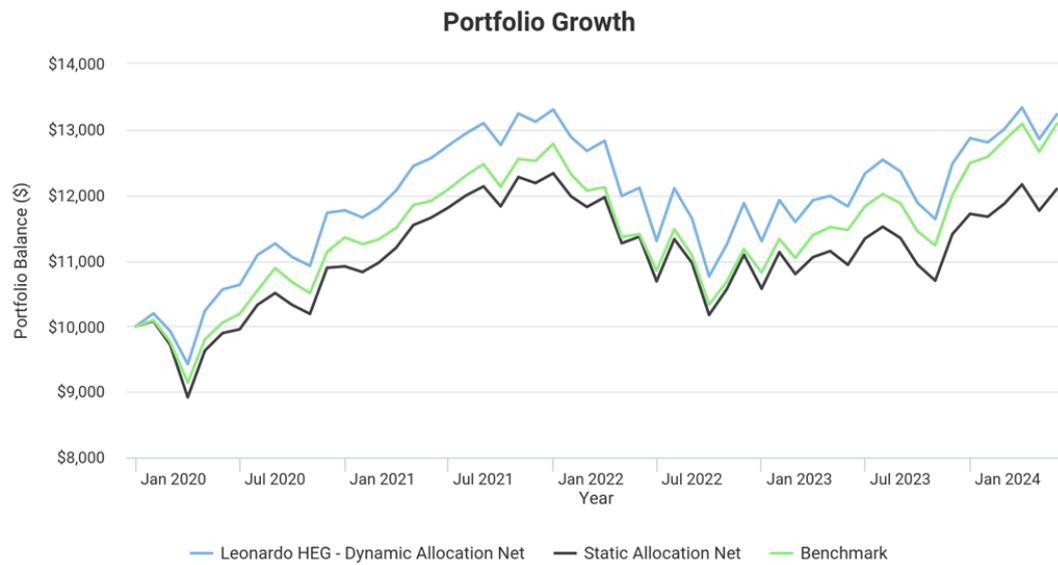
	Mon portefeuille	Portefeuille avec poids statiques	Benchmark
<b>Solde initial</b>	\$10 000.00	\$10 000.00	\$10 000.00
<b>Solde final</b>	\$13 231.00	\$12 093.00	\$13 085.00
<b>Frais de gestion annuels</b>	1.50%	1.50%	-
<b>Total des frais de gestion</b>	\$750.00	\$693.00	-
<b>Rendement annualisé (net de frais)</b>	6.54%	4.40%	6.28%
<b>Rendement annualisé (ajusté à l'inflation)</b>	1.81%	-0.24%	1.56%
<b>Volatilité</b>	12.87%	12.39%	11.67%
<b>Maximum Drawdown</b>	-19.11%	-17.51%	-19.19%
<b>Sharpe Ratio</b>	0.50	0.35	0.40
<b>Corrélation avec le benchmark</b>	0.98	0.99	1.00
<b>Alpha (annualisé)</b>	1.20%	0.65%	0.00%
<b>Beta</b>	1.08	1.05	1.00
<b>Value-at-Risk historique (5%)</b>	5.68%	5.92%	5.44%

(Leonardo Cirillo, 2024, avec les données extraites du rapport réalisé par le site « Portfolio Visualizer »)

Mon portefeuille a obtenu de meilleurs résultats que le portefeuille à pondération statique et au benchmark. En commençant par le solde final, mon portefeuille atteint \$13,231 (après les frais), surpassant le portefeuille à poids statiques à \$12,093 (après les frais) et le benchmark à \$13,085. Cette surperformance est également visible dans le rendement annualisé net de frais, où mon portefeuille affiche 6.54% contre 4.40% pour le portefeuille statique et 6.28% pour le benchmark. Mon portefeuille présente une volatilité de 12.87%, légèrement supérieure à celle des portefeuilles statiques et du benchmark. Cependant, le Sharpe Ratio de 0.50 de mon portefeuille est le plus élevé, indiquant un meilleur rendement ajusté au risque par rapport aux autres. Le maximum drawdown de mon portefeuille est de -19.11%, comparable au benchmark mais légèrement pire que le portefeuille statique. Toutefois, la corrélation élevée avec le benchmark à 0.98 montre que mon portefeuille suit de près les mouvements du marché tout en générant un alpha annualisé de 1.20%, supérieur à celui des autres portefeuilles. Enfin, le Value-at-Risk historique à 5 % de mon portefeuille est de 5.68%, légèrement supérieur au benchmark mais inférieur au portefeuille statique. La figure 15 montre

l'évolution de mon portefeuille par rapport au portefeuille statique et à l'indice de référence.

Figure 15 : Evolution du portefeuille par rapport aux deux benchmarks



(Portfolio Visualizer)

## 6. Conclusion

Ce rapport a permis d'approfondir ma compréhension de l'impact des taux d'intérêt sur les actions et les obligations, révélant des interconnexions complexes et souvent difficiles à prédire. Bien que le rapport ait réussi à démontrer comment les fluctuations des taux influencent les marchés obligataires, il reste encore beaucoup à explorer, en particulier concernant les actions. La relation entre les taux d'intérêt et les performances des actions est moins directe et nécessite des analyses plus poussées pour être quantifiée avec précision. La stratégie que j'ai développée a montré des résultats prometteurs, notamment dans le segment obligataire, où elle a performé de manière satisfaisante sur le marché. Cependant, il est crucial de déterminer si ces résultats sont le fruit du hasard ou si la stratégie peut effectivement surpasser les indices de référence de manière consistante. Une évaluation plus rigoureuse et continue est nécessaire pour valider l'efficacité de cette stratégie dans diverses conditions de marché. Une critique de mon analyse réside dans l'hypothèse que les événements historiques peuvent se répéter de façon similaire à l'avenir. Cette hypothèse est particulièrement critique en finance, où les marchés évoluent rapidement en réponse à une multitude de facteurs souvent imprévisibles. Par conséquent, tout en reconnaissant les succès de ma stratégie, nous devons rester prudents quant à son application. En vue d'améliorer et d'élargir cette recherche, une direction future pourrait impliquer une analyse beaucoup plus détaillée de la relation entre les taux d'intérêt et les actions dans différentes régions et marchés du monde. Cela pourrait offrir une perspective plus globale et aider à mieux comprendre les dynamiques locales qui pourraient différer de manière significative de celles observées sur les marchés américains. Cette approche multirégionale offrirait la possibilité de développer des stratégies d'investissement qui transcendent les frontières américaines.

Pour terminer, ce travail a non seulement enrichi ma compréhension des dynamiques financières complexes mais a également renforcé mon approche analytique et stratégique en matière de finance.

## Bibliographie

BANK, European Central, 2021. Qu'est-ce que la politique monétaire ? *European Central Bank* [en ligne]. 18 novembre 2021. Disponible à l'adresse : <https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me/html/what-is-monetary-policy.fr.html> [consulté le 16 mars 2024].

BANK, European Central, 2022. Nous avons relevé les taux d'intérêt. Qu'est-ce que cela signifie pour vous ? [en ligne]. Disponible à l'adresse : [https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/interest\\_rates.fr.html](https://www.ecb.europa.eu/ecb/educational/explainers/tell-me-more/html/interest_rates.fr.html) [consulté le 16 mars 2024].

BANQUE NATIONALE SUISSE, 2023. *La Banque nationale en bref* [en ligne]. 18e édition. Disponible à l'adresse : <https://www.snb.ch/dam/jcr:cdbcd194-1ecd-4409-8130-16d5e6ee5ddb/kurzportraet.fr.pdf>

BJØRNLAND, Hilde C. et LEITEMO, Kai, 2009. Identifying the interdependence between US monetary policy and the stock market. *Journal of Monetary Economics*. Vol. 56, no 2, pp. 275-282. DOI 10.1016/j.jmoneco.2008.12.001.

BOARD OF GOVERNORS OF THE FEDERAL RESERVE SYSTEM (US), 1954. Federal Funds Effective Rate. *FRED, Federal Reserve Bank of St. Louis* [en ligne]. 1 juillet 1954. Disponible à l'adresse : <https://fred.stlouisfed.org/series/FEDFUNDS> [consulté le 15 avril 2024].

BRUCE-LOCKHART, Chelsea, LEWIS, Emma et STUBBINGTON, Tommy, 2022. An inverted yield curve: why investors are watching closely. [en ligne]. 6 avril 2022. Disponible à l'adresse : <https://ig.ft.com/the-yield-curve-explained/> [consulté le 23 avril 2024].

Correlation Coefficients: Positive, Negative, and Zero, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/ask/answers/032515/what-does-it-mean-if-correlation-coefficient-positive-negative-or-zero.asp> [consulté le 21 avril 2024].

Dotcom Bubble Definition, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/d/dotcom-bubble.asp> [consulté le 15 avril 2024].

Duration Definition and Its Use in Fixed Income Investing, 2024 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/d/duration.asp> [consulté le 15 juin 2024].

EBIT vs. EBITDA: What's the Difference?, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/ask/answers/020215/what-difference-between-ebit-and-ebitda.asp> [consulté le 21 juin 2024].

ELDOMIATY, Tarek et al., 2019. The associations between stock prices, inflation rates, interest rates are still persistent: Empirical evidence from stock duration model. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*. Vol. 25, no 49, pp. 149-161. DOI 10.1108/JEFAS-10-2018-0105.

FABOZZI, Frank J, 2007. *FIXED INCOME ANALYSIS*. 2nd edition. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-05221-1.

FACTSET RESEARCH SYSTEMS INC. *FactSet* [logiciel] [en ligne]. [consulté le 1 juillet 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.factset.com/> [consulté le 1 juillet 2024].

GUPTA, Yash, 2022. The key differences between LR and AR — Linear Regression and Auto Regression. *Data Science Simplified* [en ligne]. 20 décembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://medium.com/dssimplified/the-key-differences-between-lr-and-ar-linear-regression-and-auto-regression-d628a4f49e11> [consulté le 28 avril 2024].

High-Yield Bond: Definition, Types, and How to Invest, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : [https://www.investopedia.com/terms/h/high\\_yield\\_bond.asp](https://www.investopedia.com/terms/h/high_yield_bond.asp) [consulté le 15 juin 2024].

How Changing Interest Rates Affect Bonds | U.S. Bank, 2024 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.usbank.com/content/usbank/investing/financial-perspectives/market-news/interest-rates-affect-bonds> [consulté le 28 avril 2024].

How interest rates affect bond prices, 2022 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ftadviser.com/investments/2022/09/01/how-interest-rates-affect-bond-prices/> [consulté le 28 avril 2024].

How US Interest Rates Move the World Economy, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/articles/investing/092415/how-us-interest-rates-move-world-economy.asp> [consulté le 17 juin 2024].

ICONOMIX, 2022. Iconomix - Article spécialisé - Politique monétaire. [en ligne]. décembre 2022. Disponible à l'adresse : <https://www.iconomix.ch/fr/modules/m04/article-specialise/> [consulté le 18 novembre 2023].

LABONTE, Marc et MAKINEN, Gail, 2002. The Current Economic Recession: How Long, How Deep, and How Different From the Past? .

Market Yield on U.S. Treasury Securities at 2-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fred.stlouisfed.org/graph/?g=gjWD> [consulté le 15 avril 2024].

Market Yield on U.S. Treasury Securities at 10-Year Constant Maturity, Quoted on an Investment Basis | FRED | St. Louis Fed, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://fred.stlouisfed.org/graph/?g=gFK7> [consulté le 15 avril 2024].

Monetary Policy: What Are Its Goals? How Does It Work?, 2021 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.federalreserve.gov/monetarypolicy/monetary-policy-what-are-its-goals-how-does-it-work.htm> [consulté le 16 mars 2024].

PINTO, Jerald E., ROBINSON, Thomas R. et STOWE, John D., 2018. Equity valuation: A survey of professional practice. *Review of Financial Economics*. Vol. 37, no 2, pp. 219-233. DOI 10.1002/rfe.1040.

Portfolio Visualizer, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.portfoliovisualizer.com/> [consulté le 16 juin 2024].

POST, The Jakarta, 2023. Understanding the impacts of US Fed rate changes - Companies. *The Jakarta Post* [en ligne]. 27 septembre 2023. Disponible à l'adresse :

<https://www.thejakartapost.com/business/2023/09/27/understanding-the-impacts-of-us-fed-rate-changes.html> [consulté le 17 juin 2024].

P-Value: What It Is, How to Calculate It, and Why It Matters, 2024 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/p/p-value.asp> [consulté le 21 avril 2024].

Que sont les ETF ?, 2021 *BlackRock* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.blackrock.com/fr/intermediaries/education/tout-savoir-sur-les-etf/quest-ce-quun-etf> [consulté le 28 avril 2024].

Recession: When Bad Times Prevail, *International Monetary Fund - IMF* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/basics/recess.htm> [consulté le 15 avril 2024].

RESERVE BANK OF. Bonds and the Yield Curve | Explainer | Education. *Reserve Bank of Australia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.rba.gov.au/education/resources/explainers/bonds-and-the-yield-curve.html> [consulté le 23 mars 2024]. Last Modified: 2023-08-28publisher: scheme=AGLSTERMS.AglsAgent; corporateName=Reserve Bank of Australia

STOWE, John D et al., 2007. *EQUITY ASSET VALUATION*. First Edition. John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-05282-2.

The Great Recession | Federal Reserve History, 2013 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.federalreservehistory.org/essays/great-recession-of-200709> [consulté le 15 avril 2024].

The Predictive Powers of the Bond Yield Curve, 2022 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/articles/economics/08/yield-curve.asp> [consulté le 27 avril 2024].

Total Return: Definition, Formula To Calculate It, Examples, 2021 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/t/totalreturn.asp> [consulté le 16 juin 2024].

United States Fed Funds Interest Rate, *Tradingeconomics* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://tradingeconomics.com/united-states/interest-rate> [consulté le 23 mars 2024].

US Treasury Yield Curve, *Ustreasuryyieldcurve* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.ustreasuryyieldcurve.com/> [consulté le 23 mars 2024].

Vector Autoregression (VAR) Models - MATLAB & Simulink - MathWorks Italia, [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://it.mathworks.com/help/econ/introduction-to-vector-autoregressive-var-models.html> [consulté le 28 avril 2024].

What Is the Capital Asset Pricing Model (CAPM)?, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/c/capm.asp> [consulté le 13 avril 2024].

YCharts - Financial Research and Proposal Platform, 2024 [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://ycharts.com/> [consulté le 28 avril 2024].

Yield Curve: What It Is and How to Use It, 2023 *Investopedia* [en ligne]. Disponible à l'adresse : <https://www.investopedia.com/terms/y/yieldcurve.asp> [consulté le 21 juin 2024].

# Annexe 1 : Détails du calcul du modèle FCFF

## Données de l'entreprise fictive "Red Virtual"

### Données Financières pour le 2024:

EBIT (Earnings Before Interest and Taxes):	\$ 150 000.00
Taux d'imposition:	30%
Dépenses en capital (CapEx):	\$ 40 000.00
Variation du besoin en fonds de roulement ( $\Delta$ BFR):	\$ 10 000.00
Dépréciation:	\$ 20 000.00

### Données de Capital:

Valeur de marché de la dette (MV of Debt):	\$ 200 000.00
Valeur de marché des capitaux propres (MV of Equity):	\$ 800 000.00
Coût de la dette avant impôt (rd):	5.00%
Coût des capitaux propres (re):	10.00%
Changement de la dette ( $\Delta$ Dette):	\$ 5 000.00
Nombre d'actions en circulation	750 000.00

### Estimation des taux de croissance:

<b>Phase 1:</b> Taux de croissance élevé pendant 5 ans	8%
<b>Phase 2:</b> Taux de croissance pour les 5 années suivantes	6%
<b>Phase 3:</b> Taux de croissance stable à l'infini	4%

FCFF \$ 75 000.00  
 FCFE \$ 73 000.00  
 WACC 8.70%

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	2024	2025P	2026P	2027P	2028P	2029P	2030P	2031P	2032P	2033P	2034P	Terminal
FCFF	\$75 000.00	\$81 000.00	\$ 87 480.00	\$ 94 478.40	\$ 102 036.67	\$ 110 199.61	\$ 116 811.58	\$ 123 820.28	\$ 131 249.49	\$ 139 124.46	\$ 147 471.93	\$ 3 263 208.69
FCFF actualisé	\$75 000.00	\$74 517.02	\$ 74 037.15	\$ 73 560.37	\$ 73 086.66	\$ 72 616.00	\$ 70 812.29	\$ 69 053.38	\$ 67 338.17	\$ 65 665.55	\$ 64 034.49	\$ 1 416 933.30

+ Période de projection	\$	704 721.07
+ Valeur terminale	\$	1 416 933.30
= Valeur de l'entreprise	\$	2 121 654.38
- Valeur de marché de la dette	\$	-200 000.00
Valeur des fonds propres	\$	1 921 654.38
/ Actions en circulation	\$	750 000.00
Prix par action	\$	2.56

## Annexe 2 : Code RStudio : taux directeur FED vs Bons du trésor à 2/10 ans

```
if (!require("quantmod")) install.packages("quantmod")
if (!require("ggplot2")) install.packages("ggplot2")
if (!require("dplyr")) install.packages("dplyr")

library(quantmod)
library(ggplot2)
library(dplyr)

PeriodeTotale <- c("1990-01-01", "2016-12-31")
Recession1990 <- c("1990-01-01", "1991-03-31")
Recession2001 <- c("2001-03-01", "2001-11-30")
GreatRecession <- c("2007-12-01", "2009-06-30")
Expansion1 <- c("1991-04-01", "2001-02-28")
Expansion2 <- c("2001-12-01", "2007-11-30")
Expansion3 <- c("2009-07-01", "2016-12-31")

fed_funds_symbol <- "DFF"
tbills_2yr_symbol <- "DGS2"

getSymbols(fed_funds_symbol, src = "FRED", from = Expansion3[1], to = Expansion3[2])
getSymbols(tbills_2yr_symbol, src = "FRED", from = Expansion3[1], to = Expansion3[2])

data <- na.omit(merge(DFF, DGS2))

colnames(data) <- c("DFF", "TBills2Yr")

correlation_test <- cor.test(data$DFF, data$TBills2Yr, use = "complete.obs")
print(correlation_test)

output <- list(
  correlation_coefficient = correlation_test$estimate,
  p_value = correlation_test$p.value
)
fed_funds_change <- (last(data$DFF) - first(data$DFF)) / first(data$DFF) * 100
two_year_change <- (last(data$TBills2Yr) - first(data$TBills2Yr)) / first(data$TBills2Yr) * 100

print(output)
fed_funds_change[1]
two_year_change[1]
```

```

library(quantmod)
library(ggplot2)
library(dplyr)

PeriodeTotale <- c("1990-01-01", "2016-12-31")
Recession1990 <- c("1990-01-01", "1991-03-31")
Recession2001 <- c("2001-03-01", "2001-11-30")
GreatRecession <- c("2007-12-01", "2009-06-30")
Expansion1 <- c("1991-04-01", "2001-02-28")
Expansion2 <- c("2001-12-01", "2007-11-30")
Expansion3 <- c("2009-07-01", "2016-12-31")

fed_funds_symbol <- "DFF"
tbills_2yr_symbol <- "DGS10"

getsymbols(fed_funds_symbol, src = "FRED", from = PeriodeTotale[1], to = PeriodeTotale[2])
getsymbols(tbills_2yr_symbol, src = "FRED", from = PeriodeTotale[1], to = PeriodeTotale[2])

data <- na.omit(merge(DFF, DGS10))

colnames(data) <- c("DFF", "TNotes10Yr")

correlation_test <- cor.test(data$DFF, data$TNotes10Yr, use = "complete.obs")
print(correlation_test)

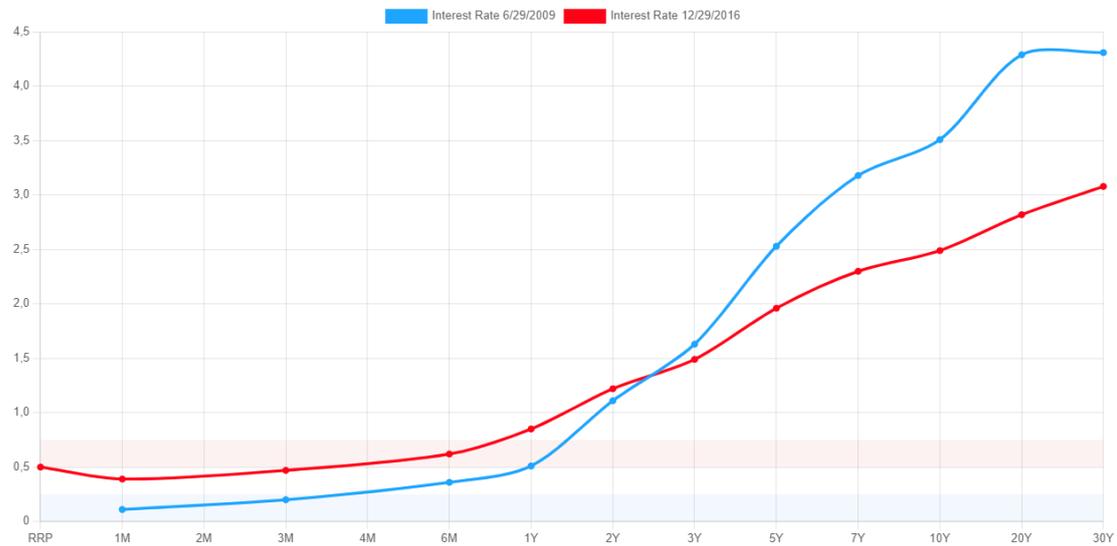
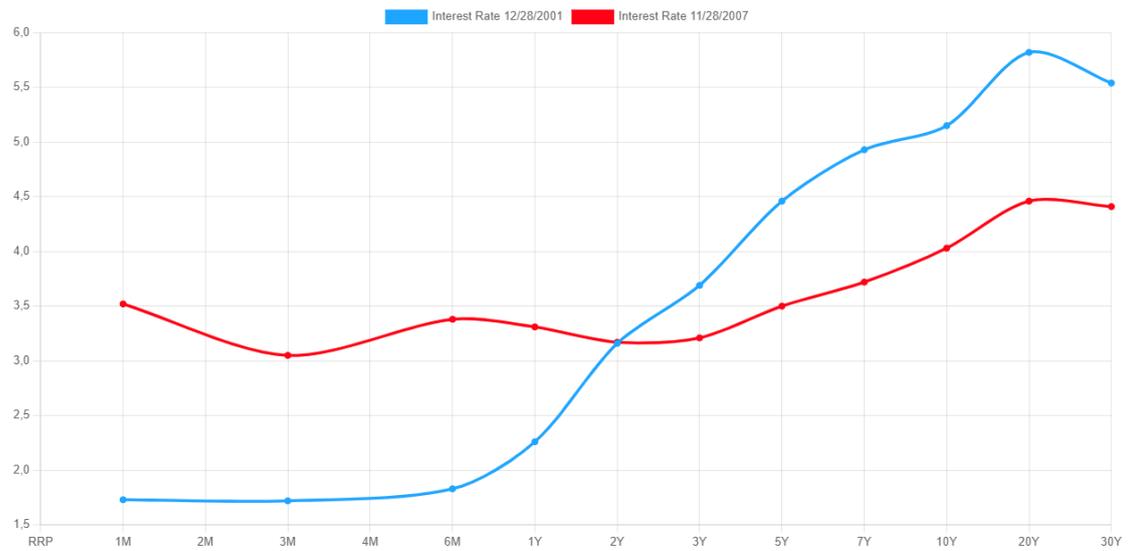
output <- list(
  correlation_coefficient = correlation_test$estimate,
  p_value = correlation_test$p.value
)
fed_funds_change <- (last(data$DFF) - first(data$DFF)) / first(data$DFF) * 100
two_year_change <- (last(data$TNotes10Yr) - first(data$TNotes10Yr)) / first(data$TNotes10Yr) * 100

print(output)
fed_funds_change[1]
two_year_change[1]

chart.RollingCorrelation(data$DFF, data$TNotes10Yr, width=252,
  colorset=rich12equal,
  legend.loc="bottomright")

```

## Annexe 3 : Courbe des taux



(US Treasury Yield Curve)

## Annexe 4 : Code RStudio : Corrélation/R carré entre le taux sans risque et S&P 500 et corrélation roulante

```
library(quantmod)
library(PerformanceAnalytics)

##1. Importation-----
#####

PeriodeTotale <- c("1988-12-31", "2016-12-31")
Recession1990 <- c("1988-12-31", "1991-03-31")
Recession2001 <- c("2000-02-28", "2001-11-30")
GreatRecession <- c("2006-11-30", "2009-06-30")
Expansion1 <- c("1990-03-31", "2001-02-28")
Expansion2 <- c("2000-11-30", "2007-11-30")
Expansion3 <- c("2008-06-30", "2016-12-31")

## 1.1 GSPC : return
#-----

getsymbols("^GSPC", from =PeriodeTotale[1], to = PeriodeTotale[2])
GSPC<-C1(GSPC)
GSPC_ret<-diff(log(GSPC))
GSPC_ret<-GSPC_ret[-1,]
colnames(GSPC_ret)<-c("Snp500.rdt")

## 1.3 risk free rates : in the sample, out of the sample
#-----

## Download & Clean U.S. Treasury Securities at 1-Year Constant Maturity
riskfree<-getSymbols("DGS1", src = "FRED", auto.assign = FALSE )
colnames(riskfree)<- "riskfree"
riskfree<- na.approx(riskfree)
riskfree<- na.locf(riskfree)

##2. Computation rolling returns-
GSPC_ret_252 <- rollapply(GSPC_ret, width = 252,
                        FUN = function(x) (prod(1 + x) - 1),
                        by.column = TRUE, align = 'right')
GSPC_ret_252 <-GSPC_ret_252[-c(1:252),]

Asset<-merge(riskfree, GSPC_ret_252, all=FALSE)

cor(Asset)
cor.test(Asset$riskfree, Asset$Snp500.rdt, use = "complete.obs")

#chart.RollingCorrelation(riskfree, GSPC_ret_252, width=252,colorset=rich12equal,legend.loc="bottomright")
#charts.RollingRegression(Asset$riskfree, Asset$Snp500.rdt, width=80)
x_temp<- summary(lm(Asset$Snp500.rdt~Asset$riskfree))
x_temp$r.squared
```

## Annexe 5 : Code RStudio : Calcul de la performance pour les actions

```
library(quantmod)
library(xts)

rm(list = ls())
cat("\f")

tickers_actions <- c("XLK", "XLV", "XLF", "XLE", "XLY", "ASP500-50", "XLI", "XLB", "ASP500-60", "XLU")
tickers_obligations <- c("SHV", "IEF", "TLT", "LQD", "HYG", "TIP")

periods <- list(
  Expansion1 <- c("1999-01-01", "2001-02-28"),
  Recession2001 <- c("2001-03-01", "2001-11-30"),
  Expansion2 <- c("2001-12-01", "2007-11-30"),
  GreatRecession <- c("2007-12-01", "2009-06-30"),
  Expansion3.1 <- c("2008-06-30", "2015-10-31"),
  Expansion3.2 <- c("2015-11-01", "2019-12-31")
)

for (i in c(1:6)){
  price_data <- getSymbols("XLU", from = periods[[i]][1], to = periods[[i]][2], auto.assign = FALSE)

  price_data <- as.numeric(price_data[,6])

  rendement <- (last(price_data) - first(price_data)) / first(price_data)
  print(rendement)
}

#Pour les obligations
periods <- list(
  Expansion1 <- c("1999-01-01", "2001-02-28"),
  Recession2001 <- c("2001-03-01", "2001-11-30"),
  Expansion2 <- c("2001-12-01", "2007-11-30"),
  GreatRecession <- c("2007-12-01", "2009-06-30"),
  Expansion3.1 <- c("2008-06-30", "2015-10-31"),
  Expansion3.2 <- c("2015-11-01", "2019-12-31")
)

for (i in c(1:6)){
  price_data <- getSymbols("LQD", from = periods[[i]][1], to = periods[[i]][2], auto.assign = FALSE)

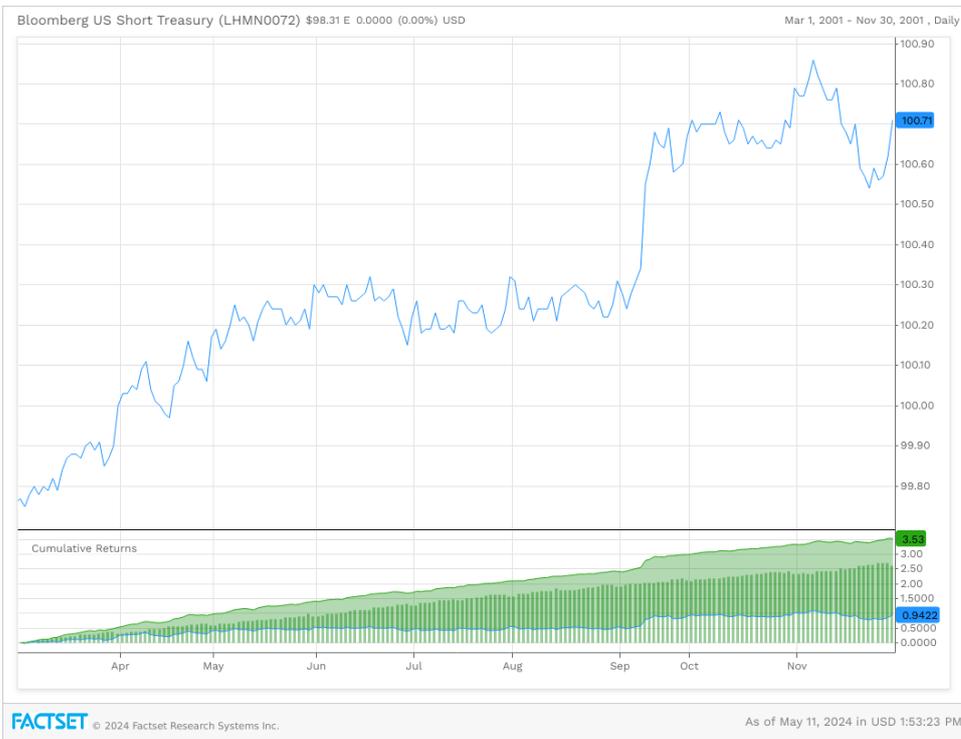
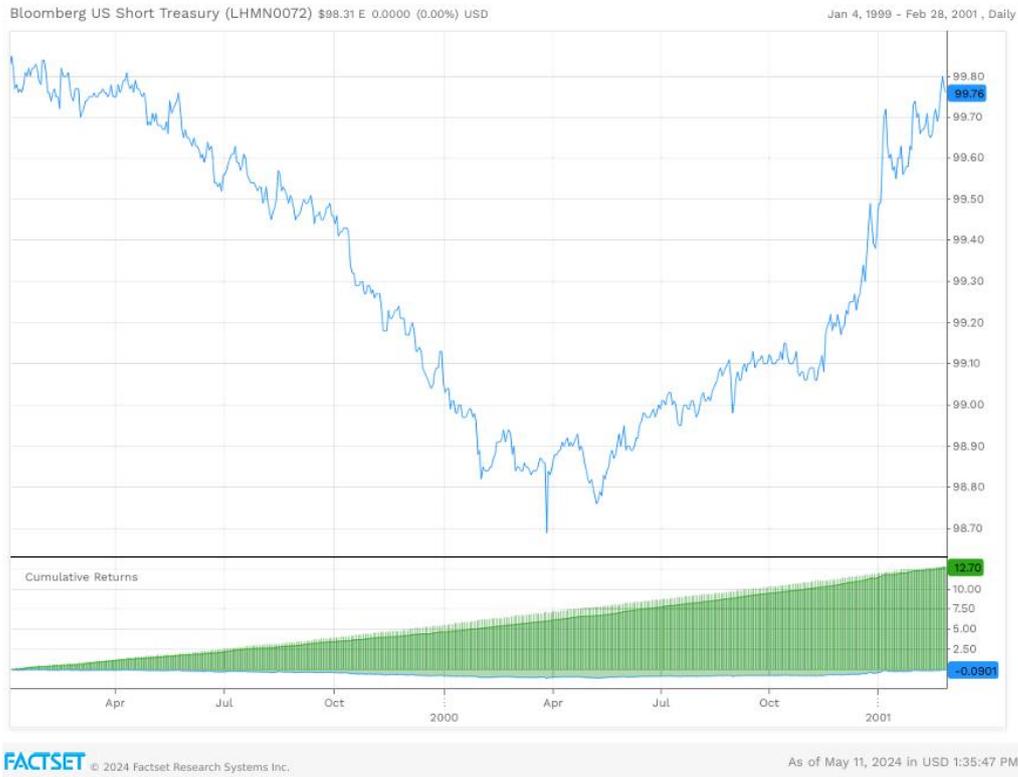
  price_data <- as.numeric(price_data[,4])

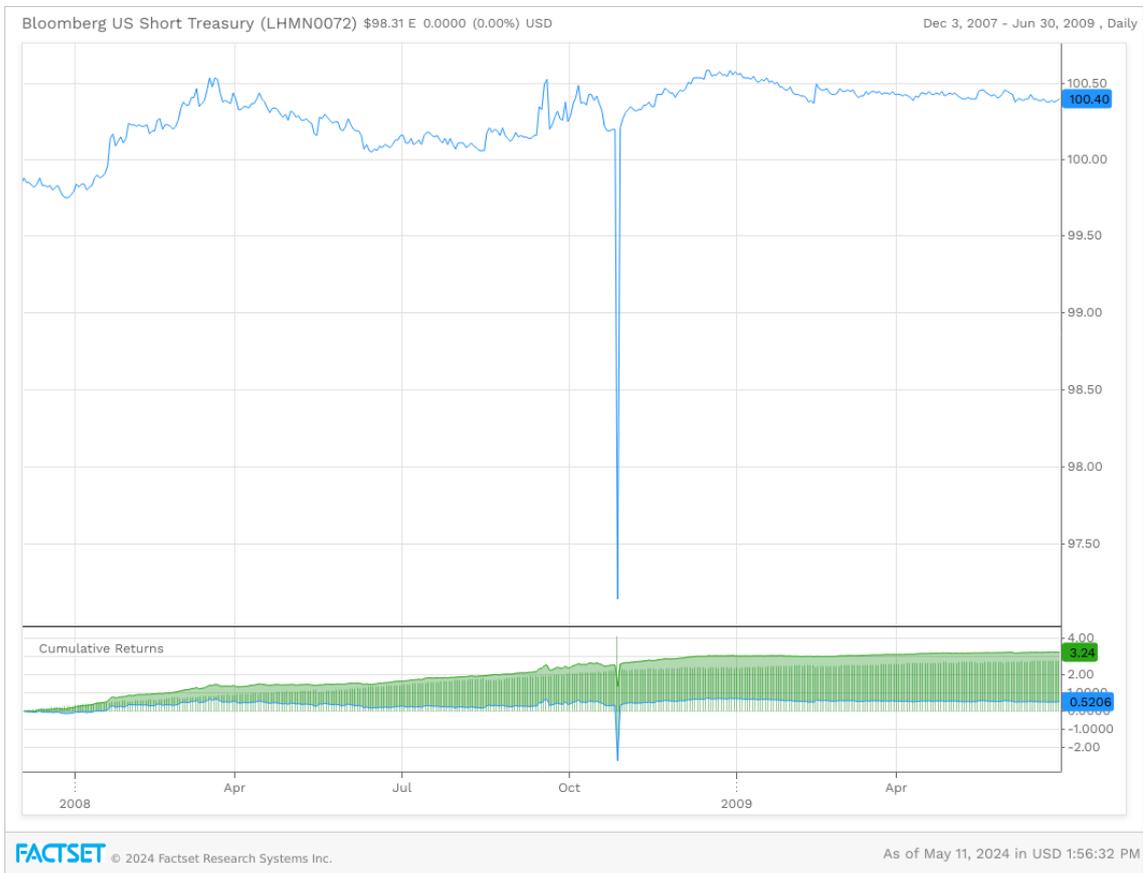
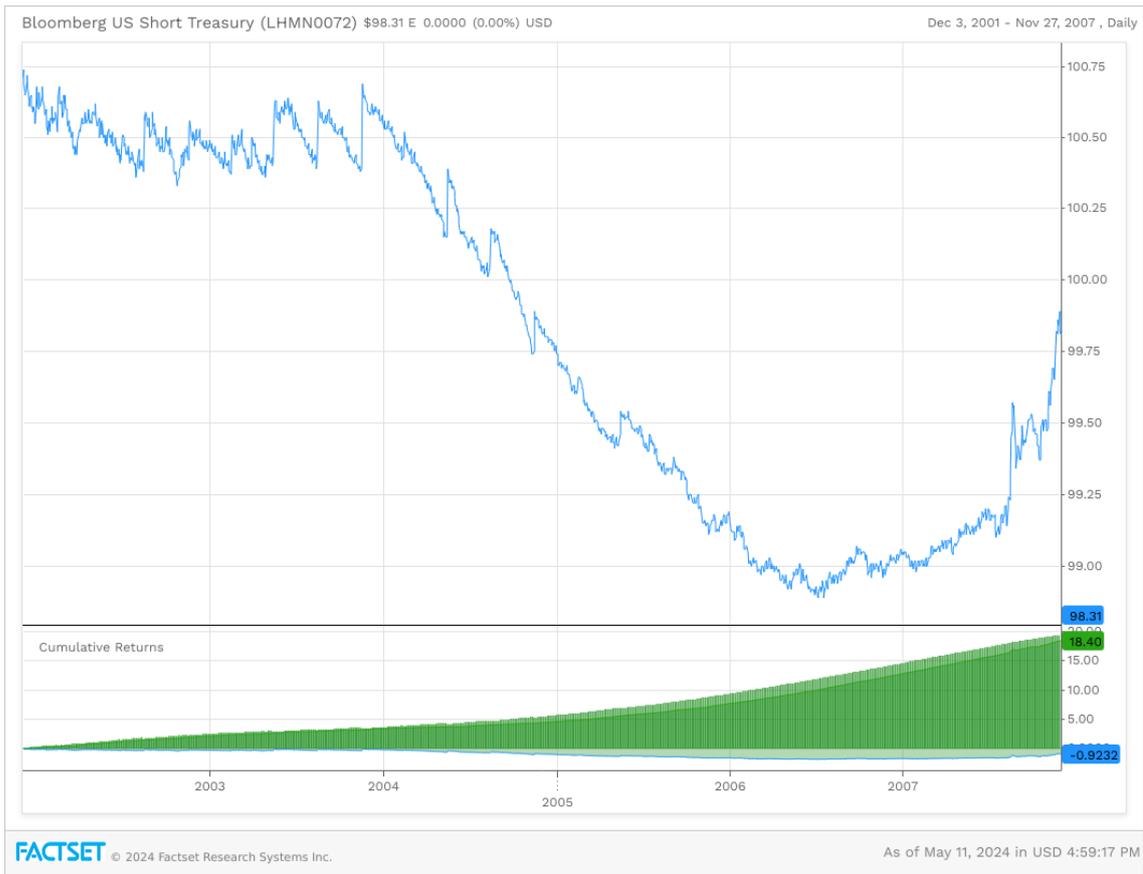
  rendement <- (last(price_data) - first(price_data)) / first(price_data)
  print(rendement)
}
```

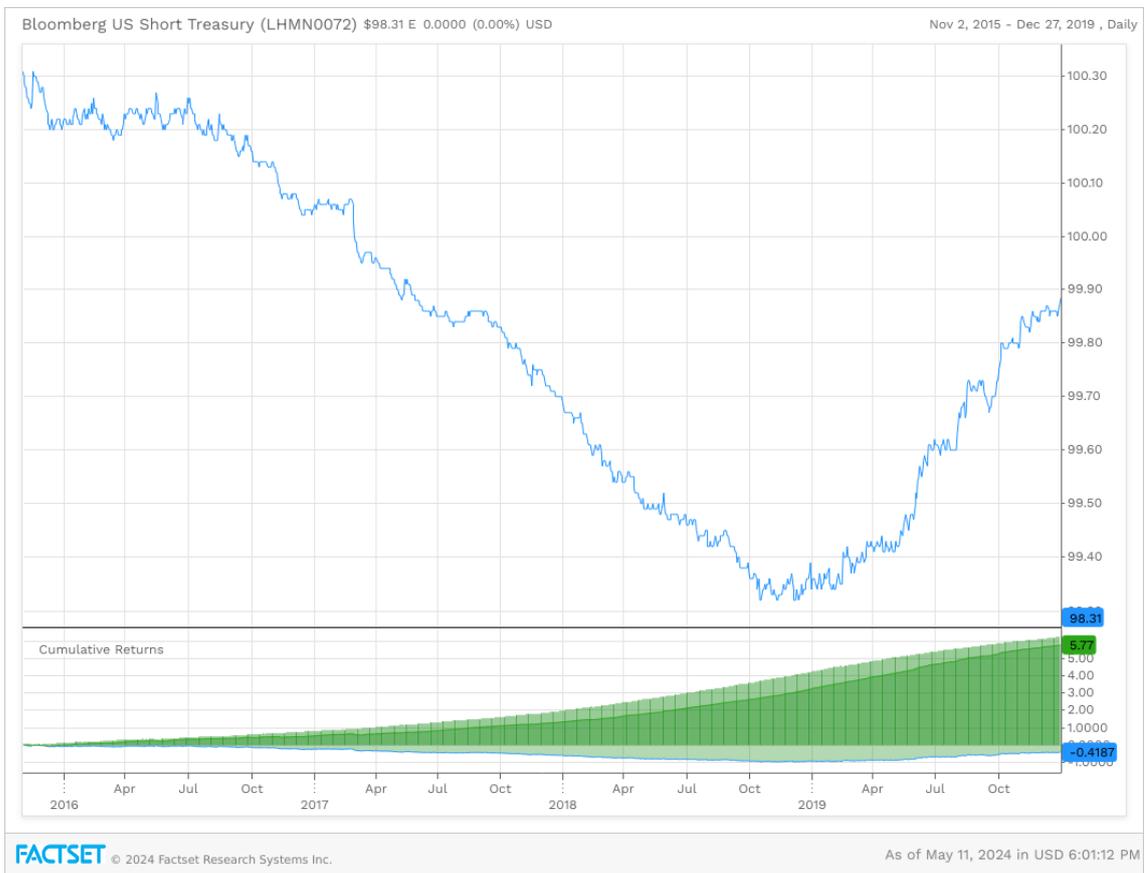
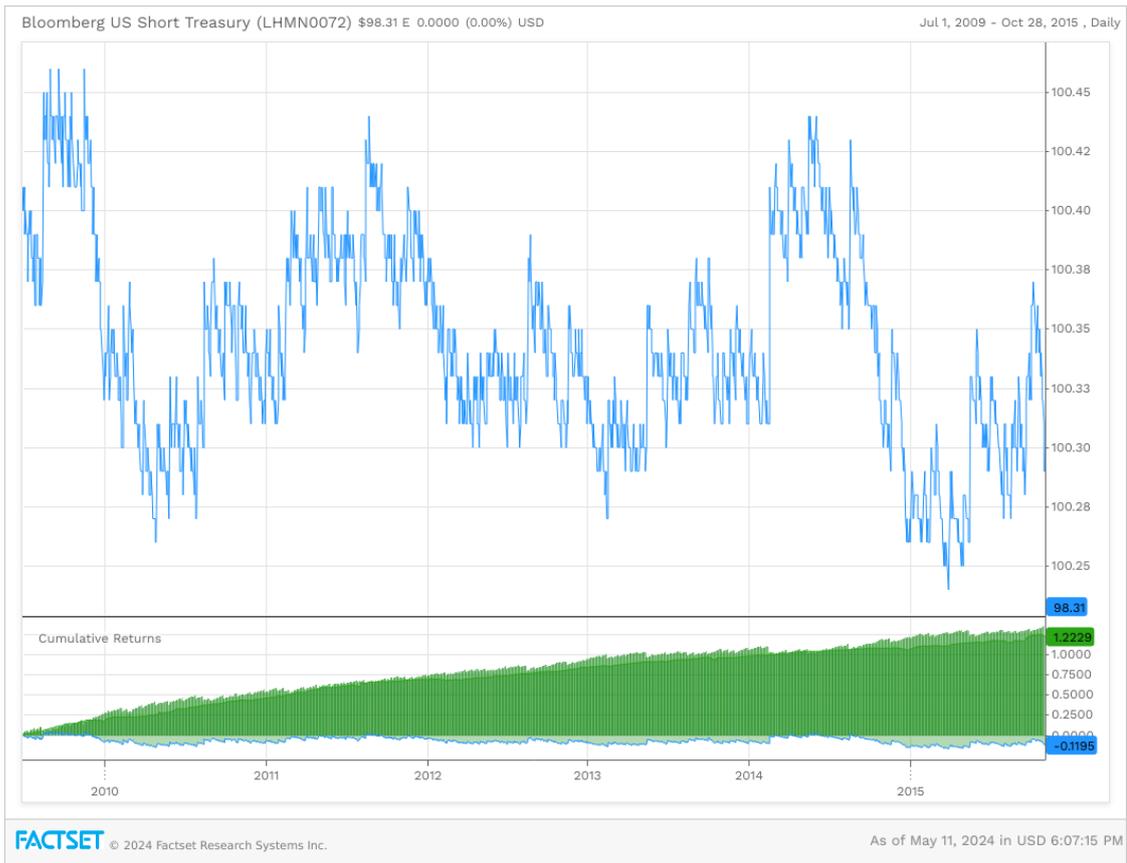
# Annexe 6 : Rendement total des différentes obligations

(FactSet Research Systems Inc.)

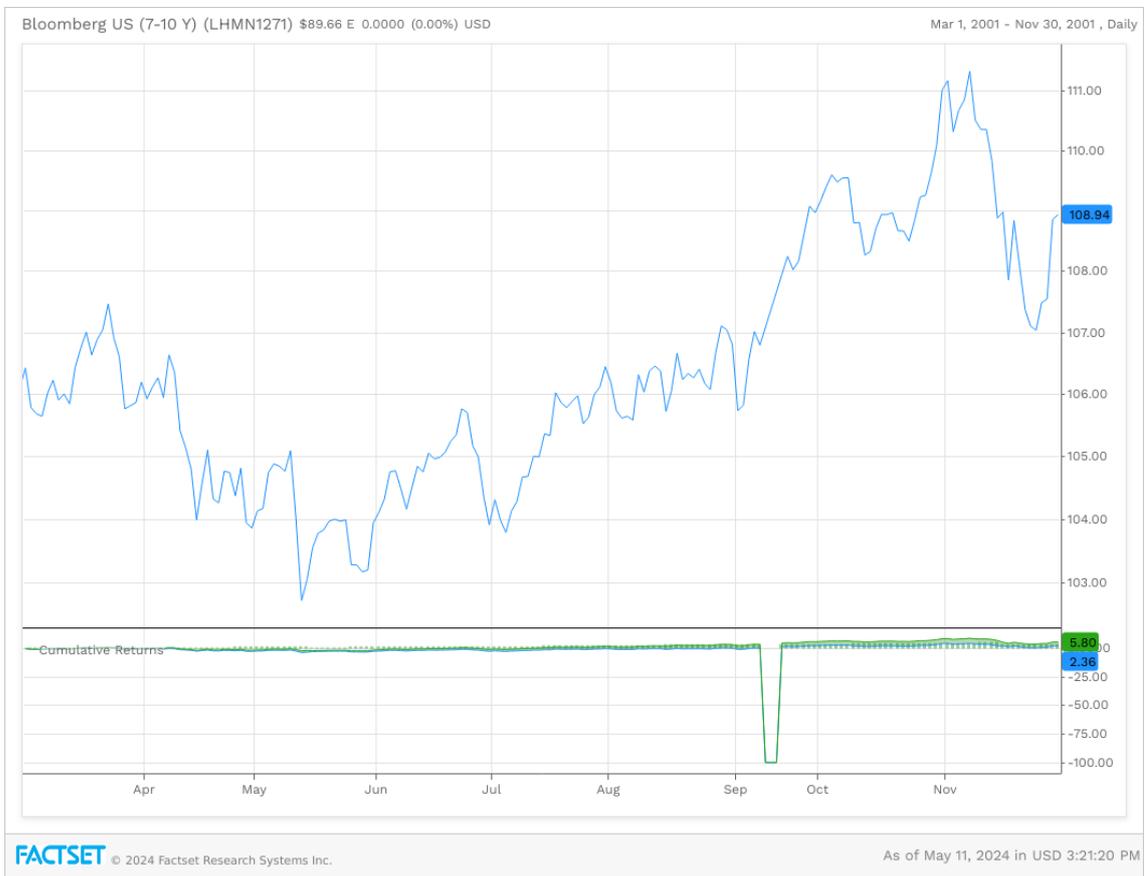
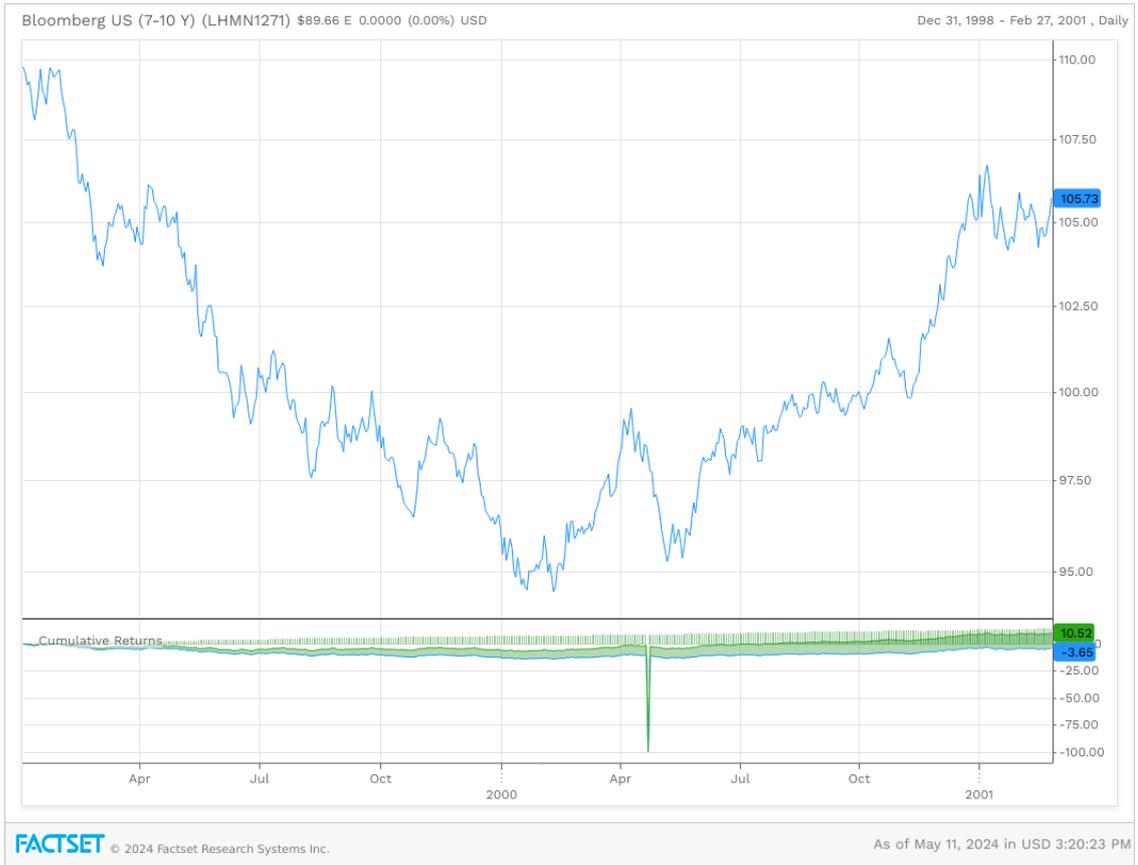
## Bloomberg US Short Treasury

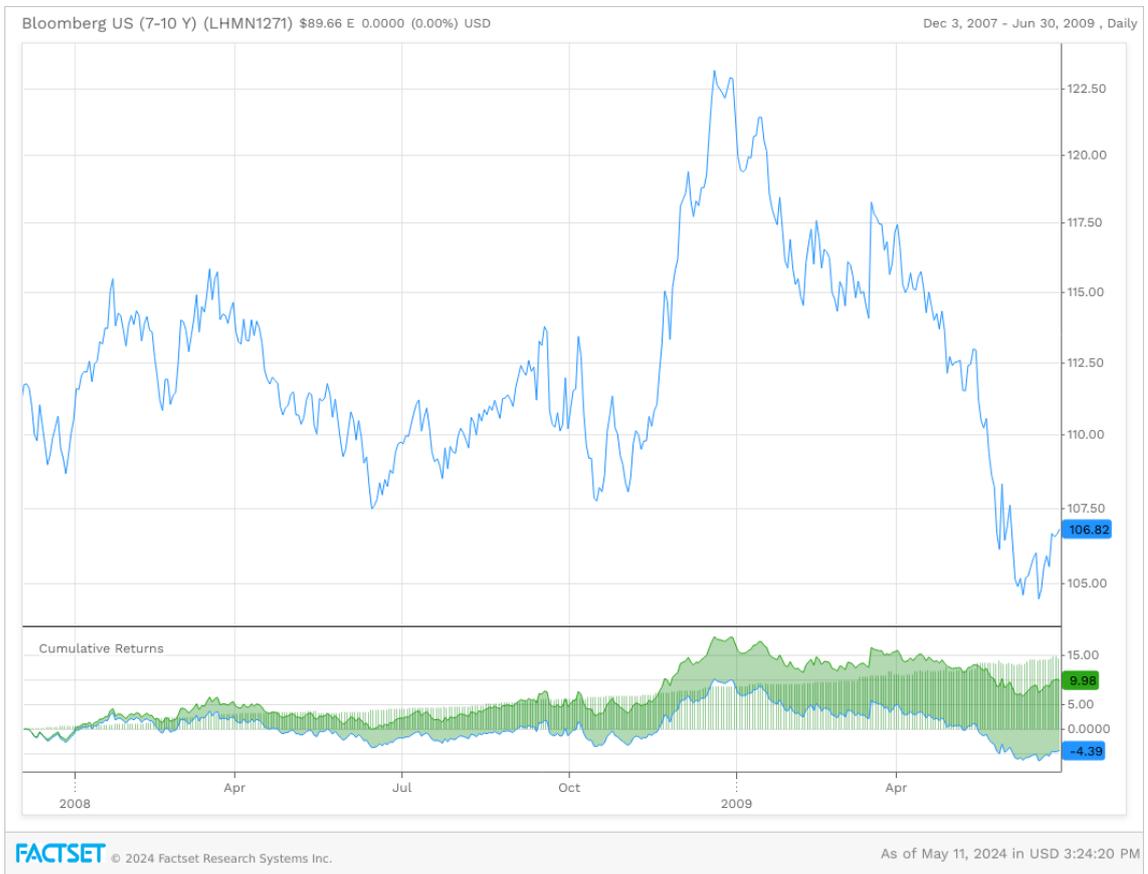
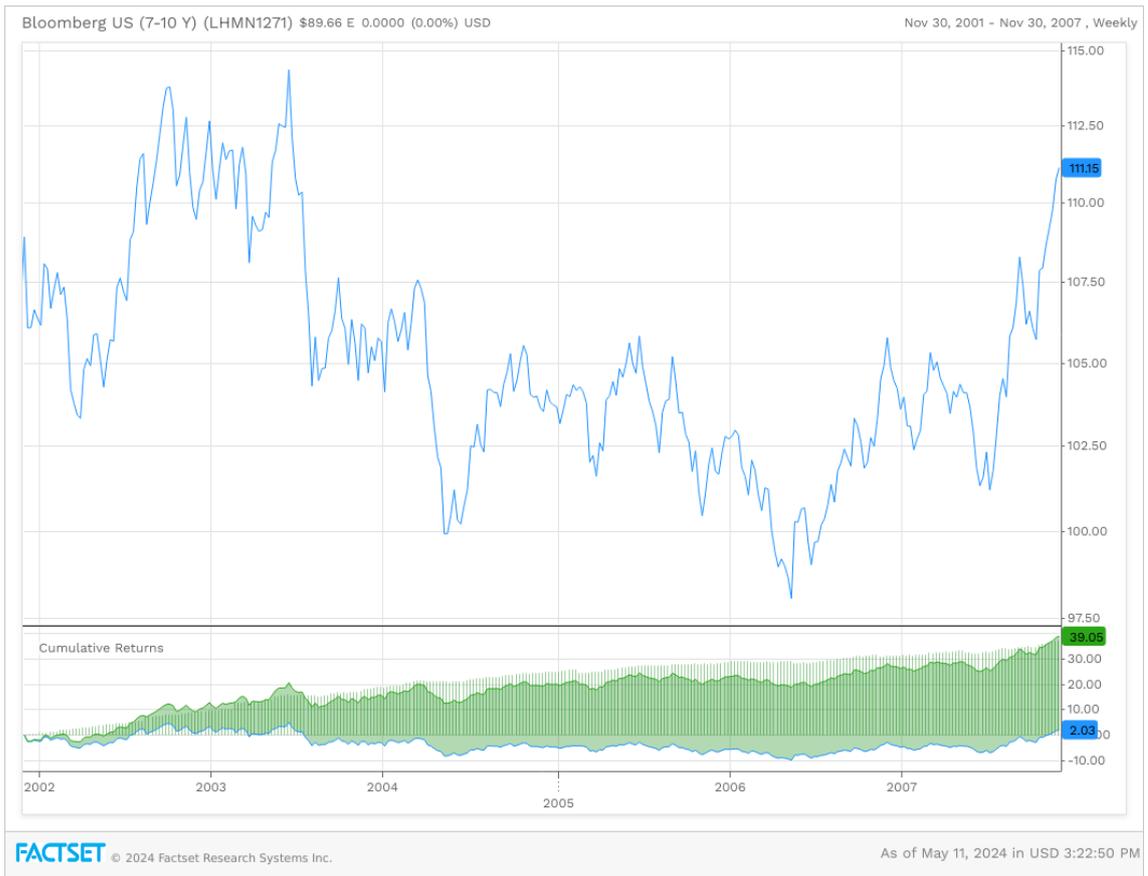


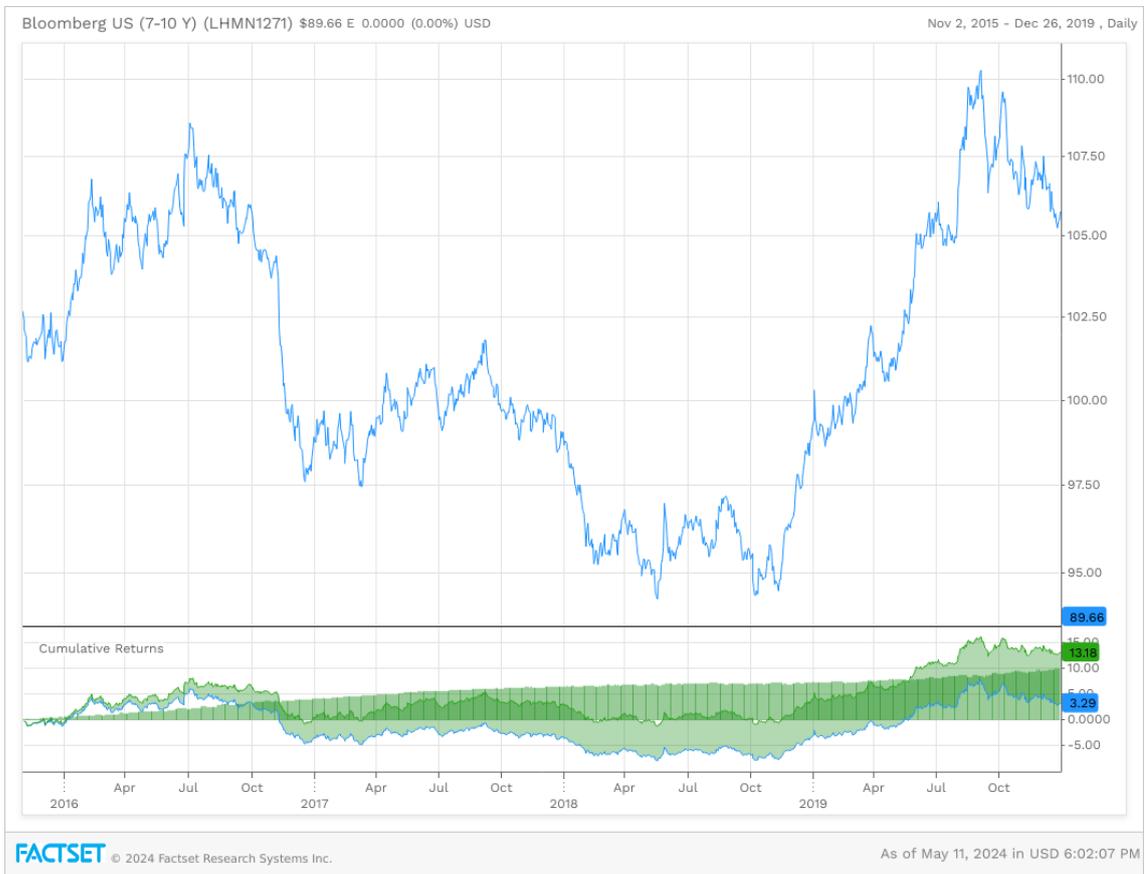
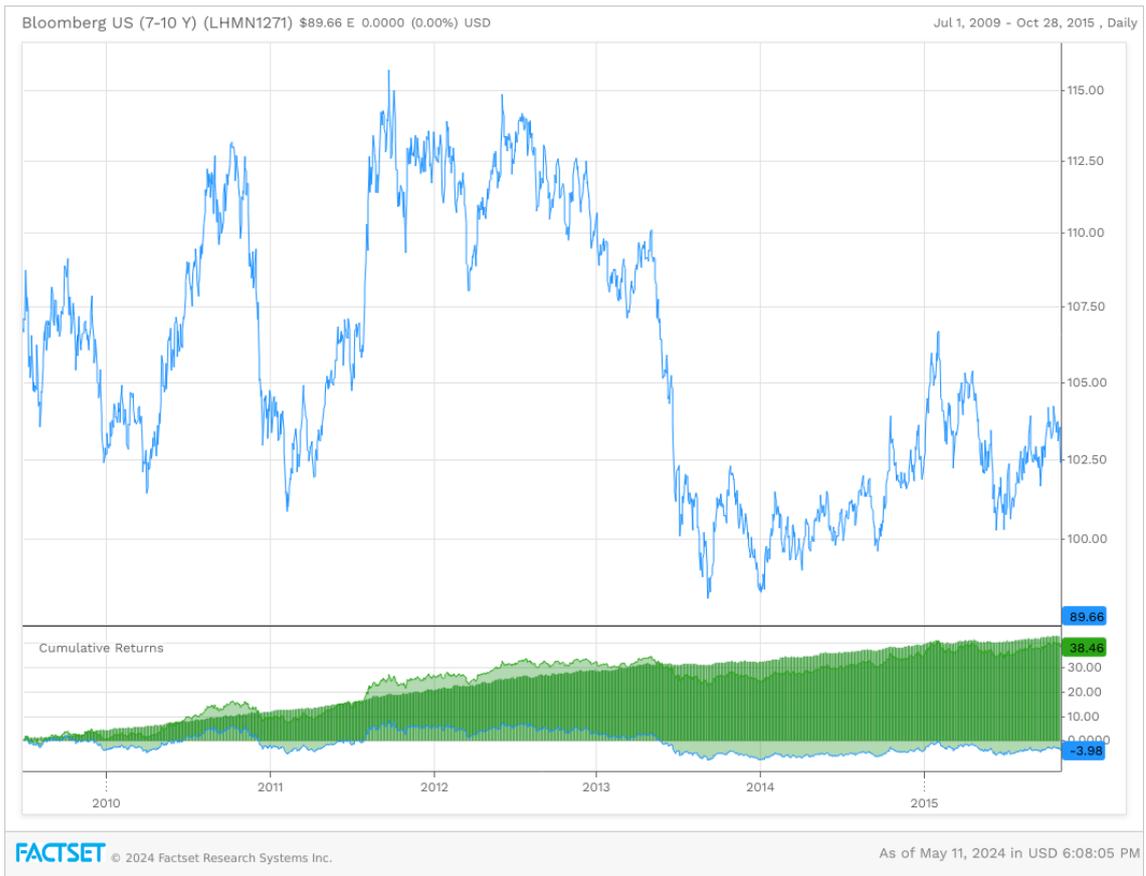




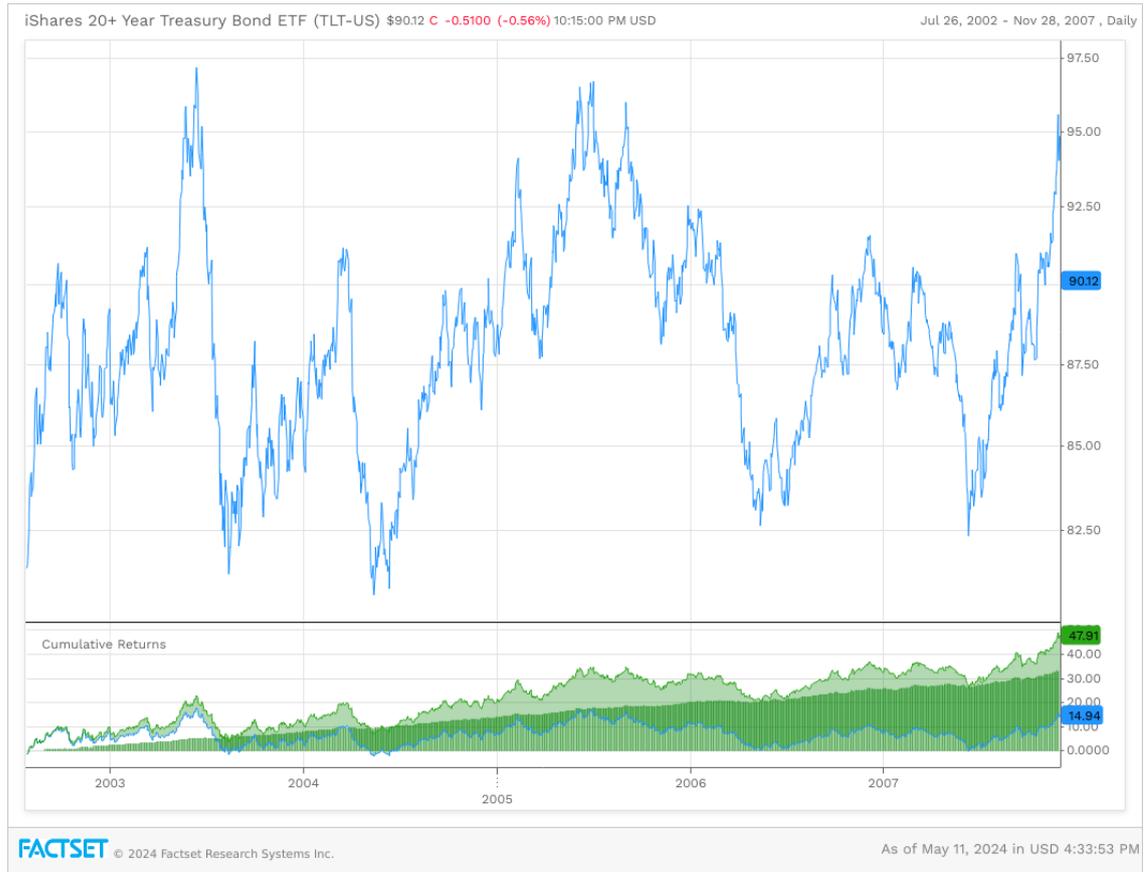
## Bloomberg US Short Treasury (7-10 Y)







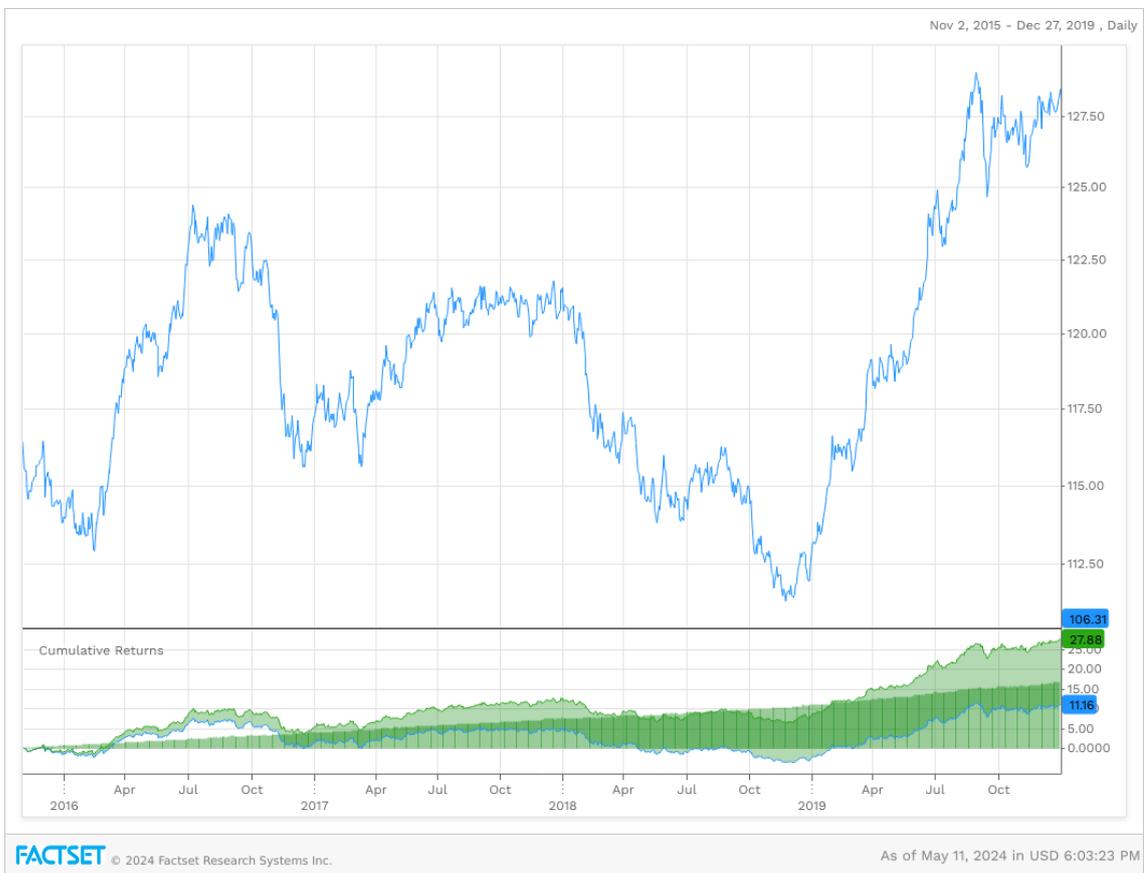
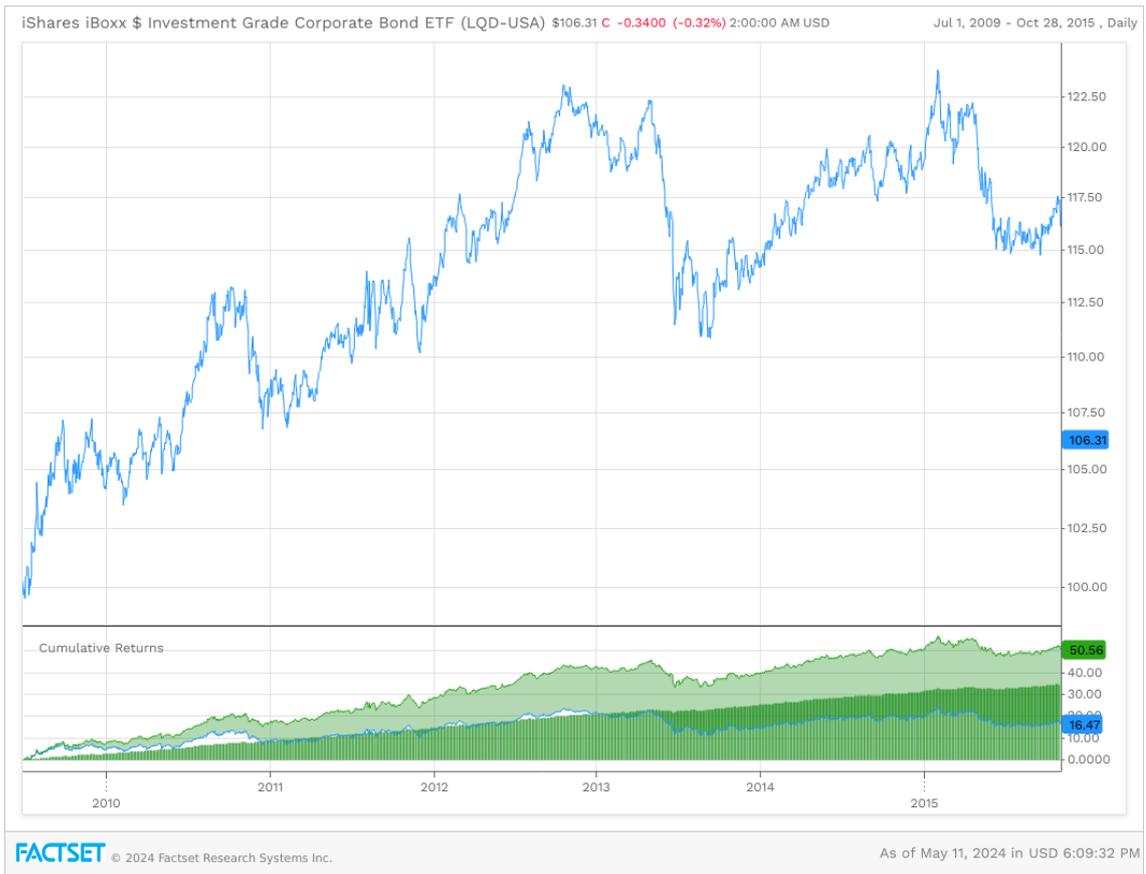
# TLT



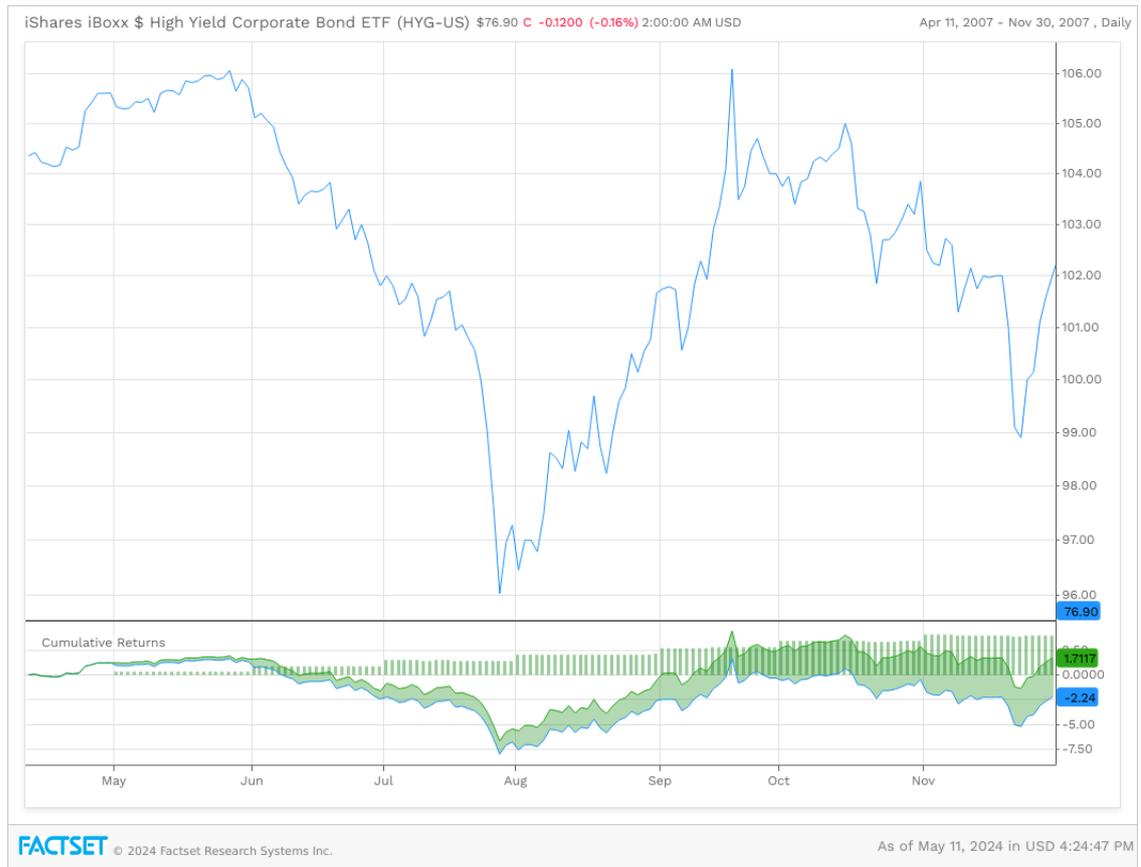


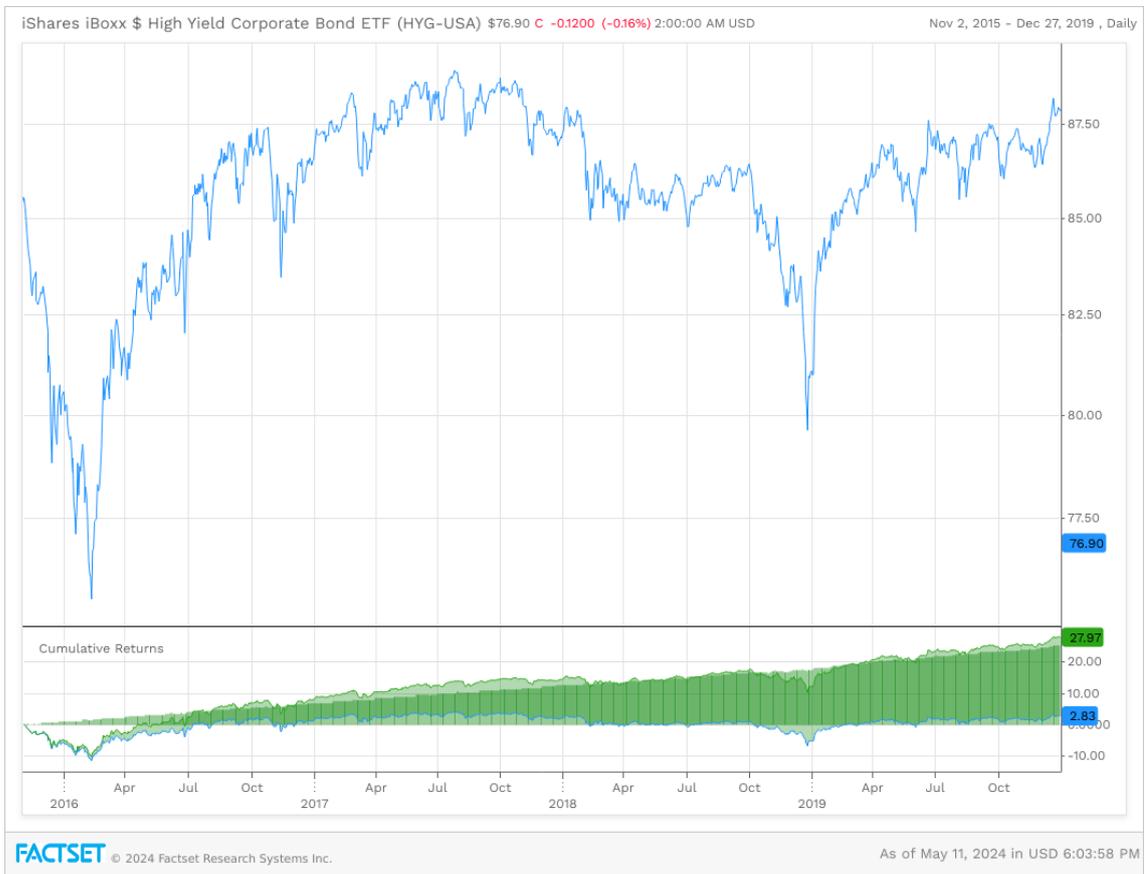
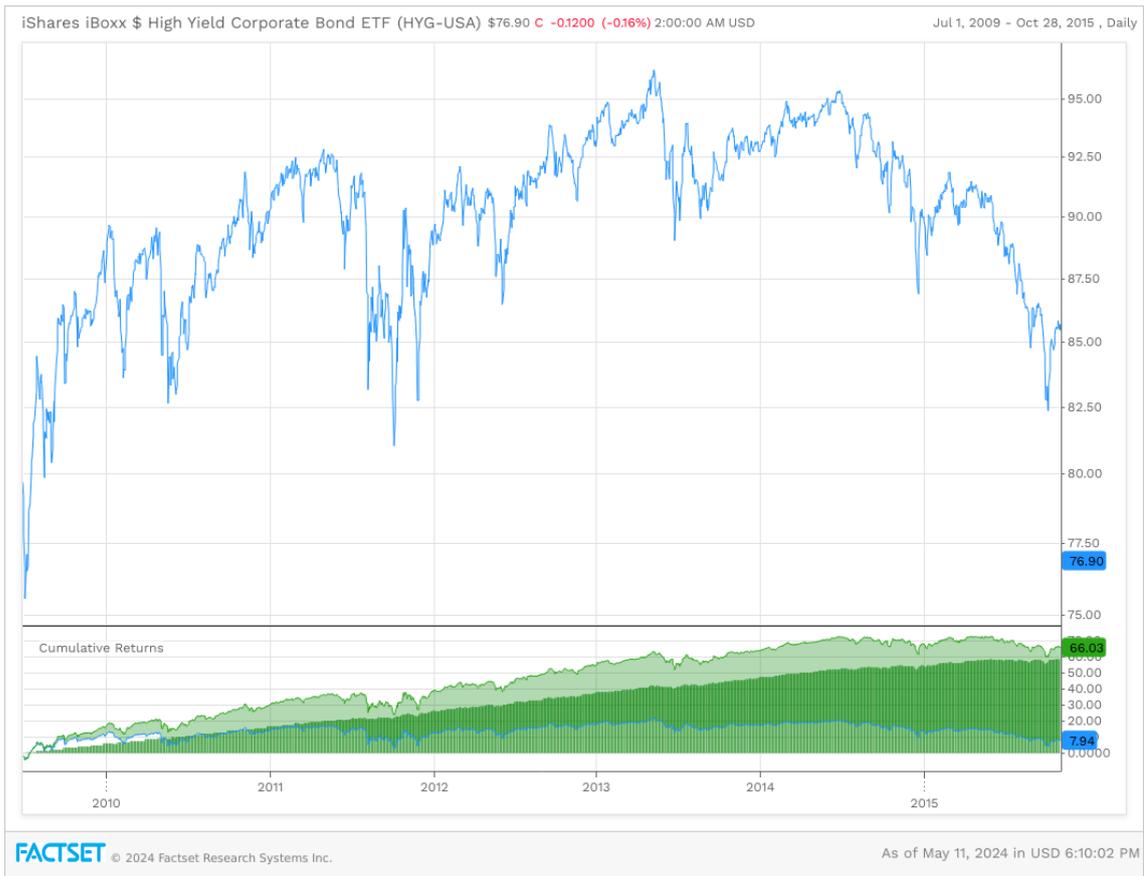
# LQD



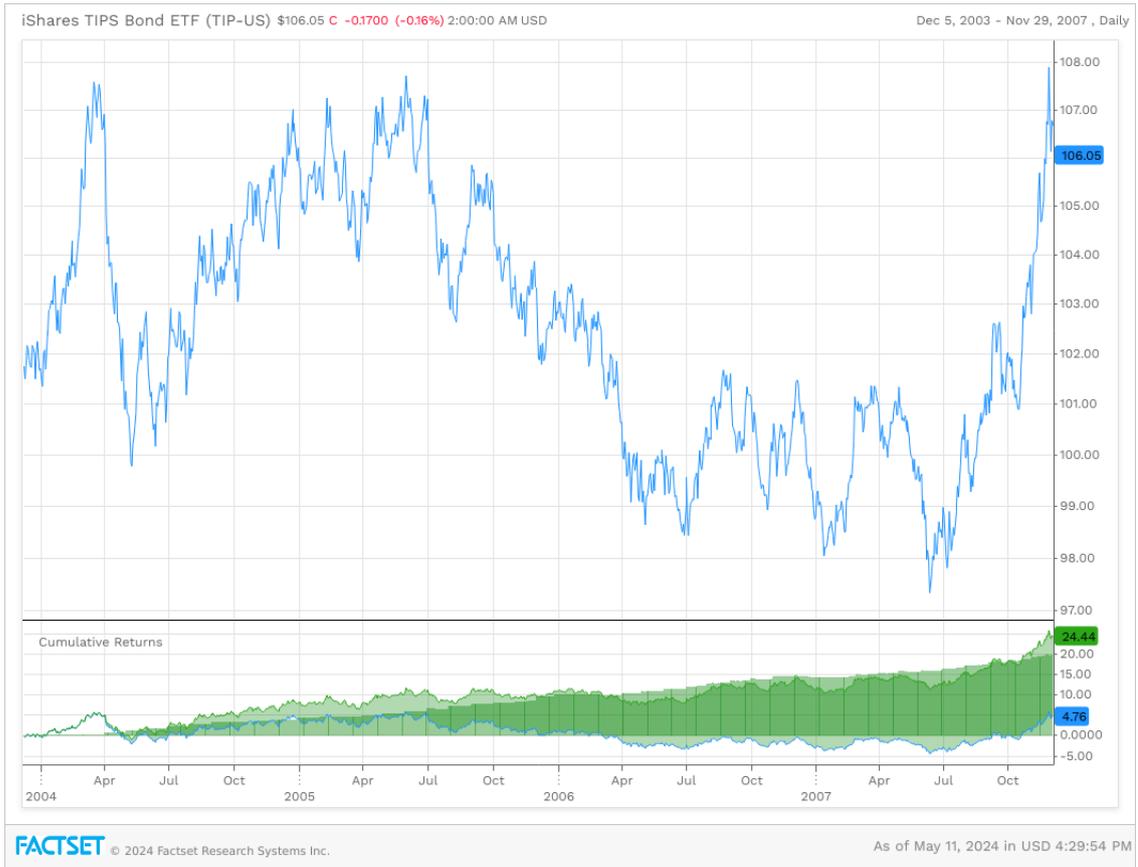


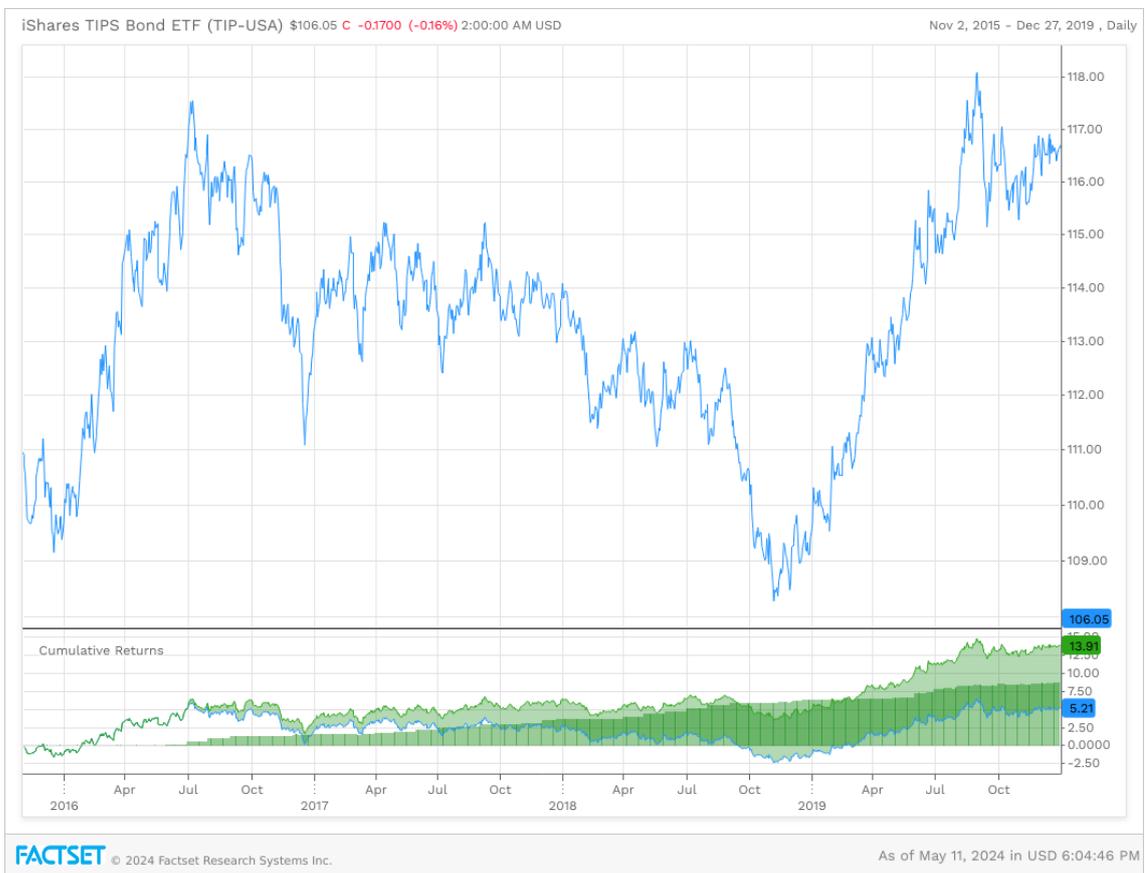
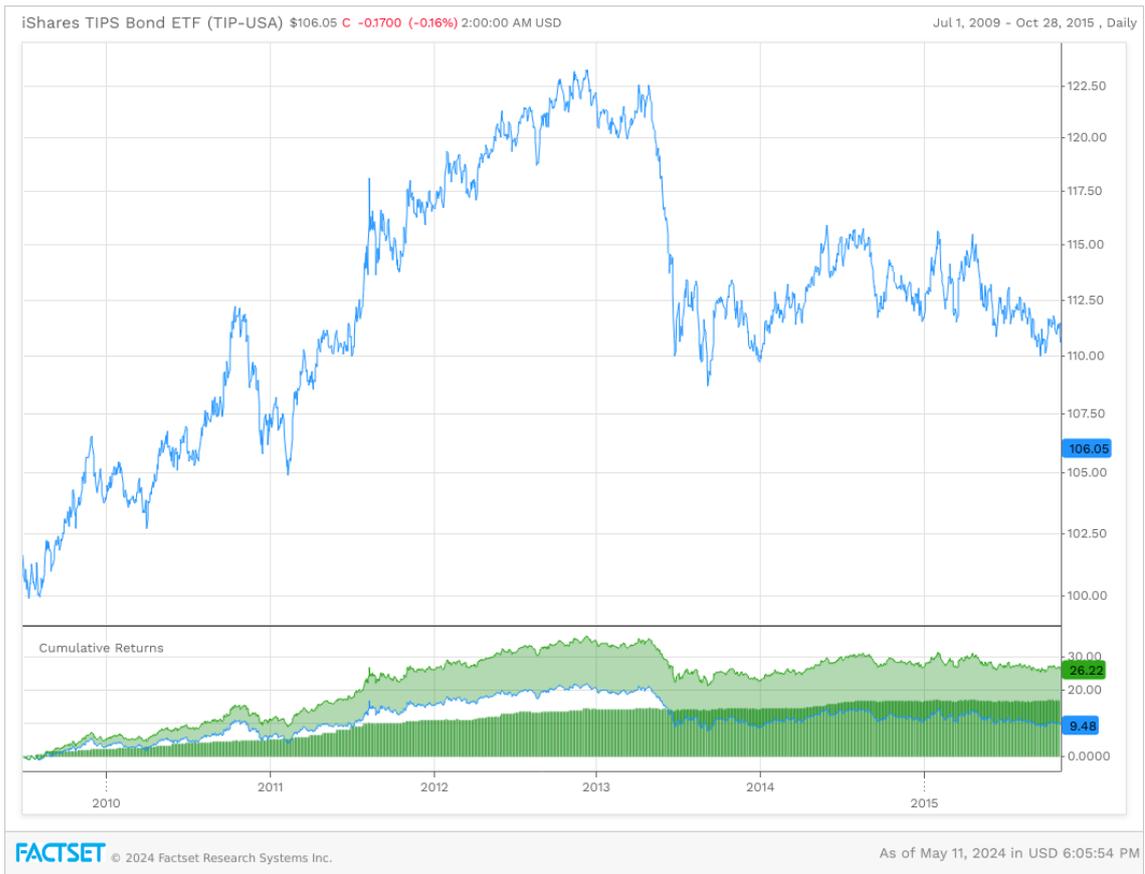
# HYG





# TIPS





## Annexe 7 : Rapport du portefeuille

### Report Parameters

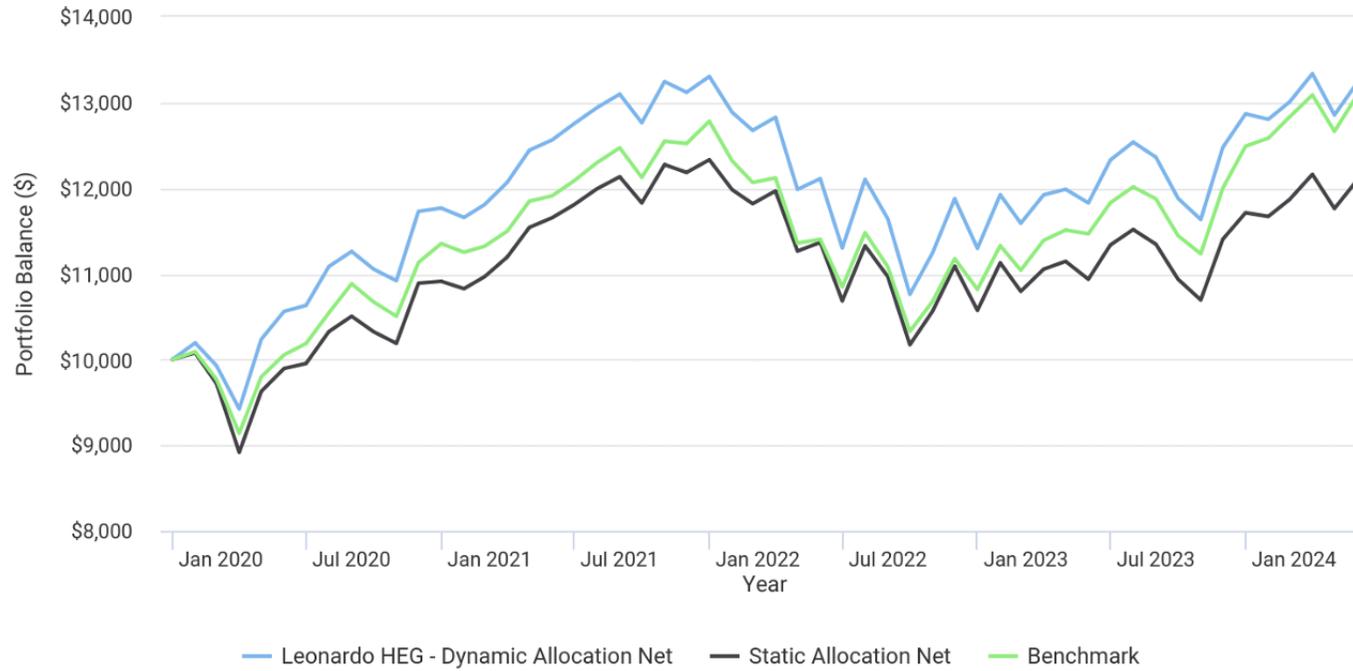
Start Date	01/01/2020
End Date	05/31/2024
Initial Balance	\$10,000
Rebalance Between Trades	Rebalance monthly
External Cashflows	None
Benchmark Portfolio Rebalancing	Rebalance monthly
Benchmark	Benchmark
Fee Structure	FEES1.5%

**Portfolio Performance (Jan 2020 - May 2024)**

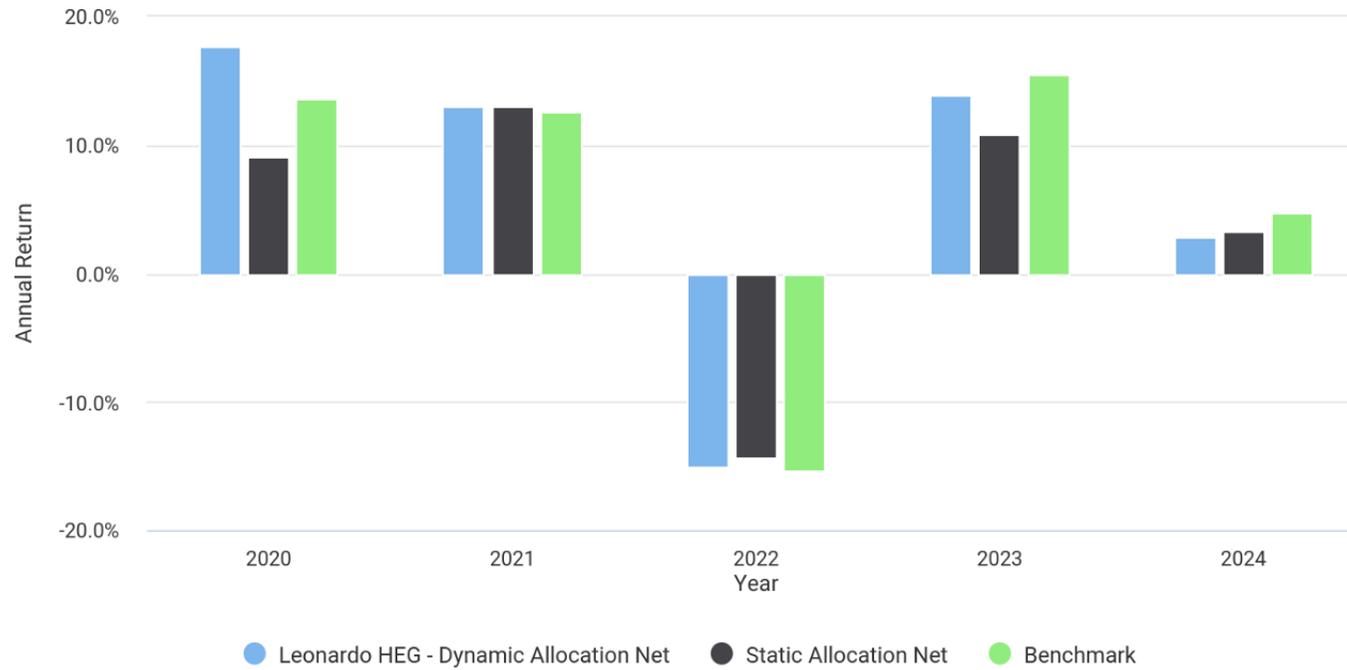
Metric	Leonardo HEG - Dynamic Allocation	Static Allocation	Benchmark
Start Balance	\$10,000	\$10,000	\$10,000
End Balance	\$13,231	\$12,093	\$13,085
End Balance (inflation adjusted)	\$10,825	\$9,895	\$10,706
Annualized Return (CAGR)	6.54%	4.40%	6.28%
Annualized Return (CAGR, inflation adjusted)	1.81%	-0.24%	1.56%
Standard Deviation	12.87%	12.39%	11.67%
Best Year	17.67%	13.01%	15.45%
Worst Year	-15.08%	-14.26%	-15.36%
Maximum Drawdown	-19.11%	-17.51%	-19.19%
Max. Drawdown (excluding cashflows)	-19.11%	-17.51%	-19.19%
Sharpe Ratio	0.50	0.35	0.40
Sortino Ratio	0.78	0.51	0.59
Benchmark Correlation	0.98	0.99	1.00

Portfolio balances and returns shown net of fees.

### Portfolio Growth



### Annual Returns



Trailing Gross Returns

Name	Total Return			Annualized Return		Annualized Standard Deviation
	3 Month	Year To Date	1 year	3 year	Full	
	3 year					
Leonardo HEG - Dynamic Allocation	1.73%	2.83%	13.57%	3.29%	8.01%	13.31%
Static Allocation	1.90%	3.25%	12.25%	2.78%	5.84%	12.21%
Benchmark	1.97%	4.77%	14.11%	3.19%	6.28%	11.83%

Trailing return and volatility are as of last calendar month ending May 2024 excluding management fees

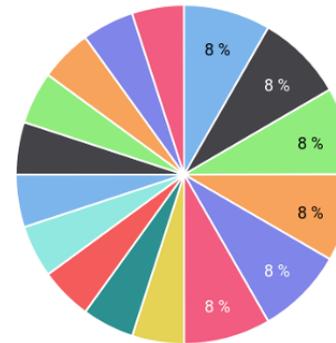
Trailing Net Returns

Name	Total Return			Annualized Return		Annualized Standard Deviation
	3 Month	Year To Date	1 year	3 year	Full	
	3 year					
Leonardo HEG - Dynamic Allocation	1.73%	2.83%	11.87%	1.74%	6.54%	13.25%
Static Allocation	1.90%	3.25%	10.57%	1.24%	4.40%	12.16%

Trailing net return and net return volatility are as of last calendar month ending May 2024

Static Allocation

Ticker	Name	Allocation
SHV	iShares Short Treasury Bond ETF	8.33%
IEF	iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF	8.33%
TLT	iShares 20+ Year Treasury Bond ETF	8.33%
LQD	iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF	8.33%
HYG	iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF	8.34%
TIP	iShares TIPS Bond ETF	8.34%
XLK	The Technology Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLV	The Health Care Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLF	The Financial Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLE	The Energy Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLY	The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF	5.00%
XLC	The CommunicationServicesSelSectSPDRETF	5.00%
XLI	The Industrial Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLB	The Materials Select Sector SPDR ETF	5.00%
XLRE	The Real Estate Select Sector SPDR	5.00%
XLU	The Utilities Select Sector SPDR ETF	5.00%



- iShares Short Treasury Bond ETF
- iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF
- iShares 20+ Year Treasury Bond ETF
- iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF
- iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF
- iShares TIPS Bond ETF
- The Technology Select Sector SPDR ETF
- The Health Care Select Sector SPDR ETF
- The Financial Select Sector SPDR ETF
- The Energy Select Sector SPDR ETF
- The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF
- The CommunicationServicesSelSectSPDRETF
- The Industrial Select Sector SPDR ETF
- The Materials Select Sector SPDR ETF
- The Real Estate Select Sector SPDR
- The Utilities Select Sector SPDR ETF

## Portfolio Components

Ticker	Name	CAGR	Stdev	Best Year	Worst Year	Max Drawdown	Sharpe Ratio	Sortino Ratio
SHV	iShares Short Treasury Bond ETF	1.96%	0.70%	5.04%	-0.10%	-0.30%	-0.79	-1.06
IEF	iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF	-2.12%	7.94%	10.01%	-15.19%	-23.18%	-0.50	-0.65
TLT	iShares 20+ Year Treasury Bond ETF	-6.64%	16.13%	18.15%	-31.24%	-47.61%	-0.48	-0.64
LQD	iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF	-0.95%	11.01%	10.97%	-17.93%	-23.27%	-0.23	-0.31
HYG	iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF	2.08%	10.07%	11.53%	-10.99%	-15.25%	0.04	0.06
TIP	iShares TIPS Bond ETF	1.47%	6.59%	10.84%	-12.24%	-13.90%	-0.07	-0.09
XLK	The Technology Select Sector SPDR ETF	21.76%	23.33%	56.02%	-27.73%	-31.22%	0.87	1.46
XLV	The Health Care Select Sector SPDR ETF	9.77%	15.48%	26.04%	-2.09%	-13.07%	0.54	0.91
XLF	The Financial Select Sector SPDR ETF	9.21%	23.57%	34.82%	-10.60%	-31.75%	0.40	0.59
XLE	The Energy Select Sector SPDR ETF	15.52%	38.84%	64.17%	-32.51%	-50.44%	0.51	0.83
XLY	The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF	8.87%	25.63%	39.64%	-36.27%	-36.27%	0.37	0.61
XLC	The CommunicationServicesSelSectSPDRETF	11.41%	22.03%	52.81%	-37.63%	-43.46%	0.51	0.76
XLI	The Industrial Select Sector SPDR ETF	11.68%	22.44%	21.09%	-5.58%	-26.98%	0.51	0.81
XLB	The Materials Select Sector SPDR ETF	11.65%	23.05%	27.45%	-12.31%	-26.15%	0.50	0.78
XLRE	The Real Estate Select Sector SPDR	2.87%	21.56%	46.08%	-26.25%	-32.24%	0.14	0.20
XLU	The Utilities Select Sector SPDR ETF	5.94%	18.45%	17.69%	-7.17%	-18.82%	0.29	0.43

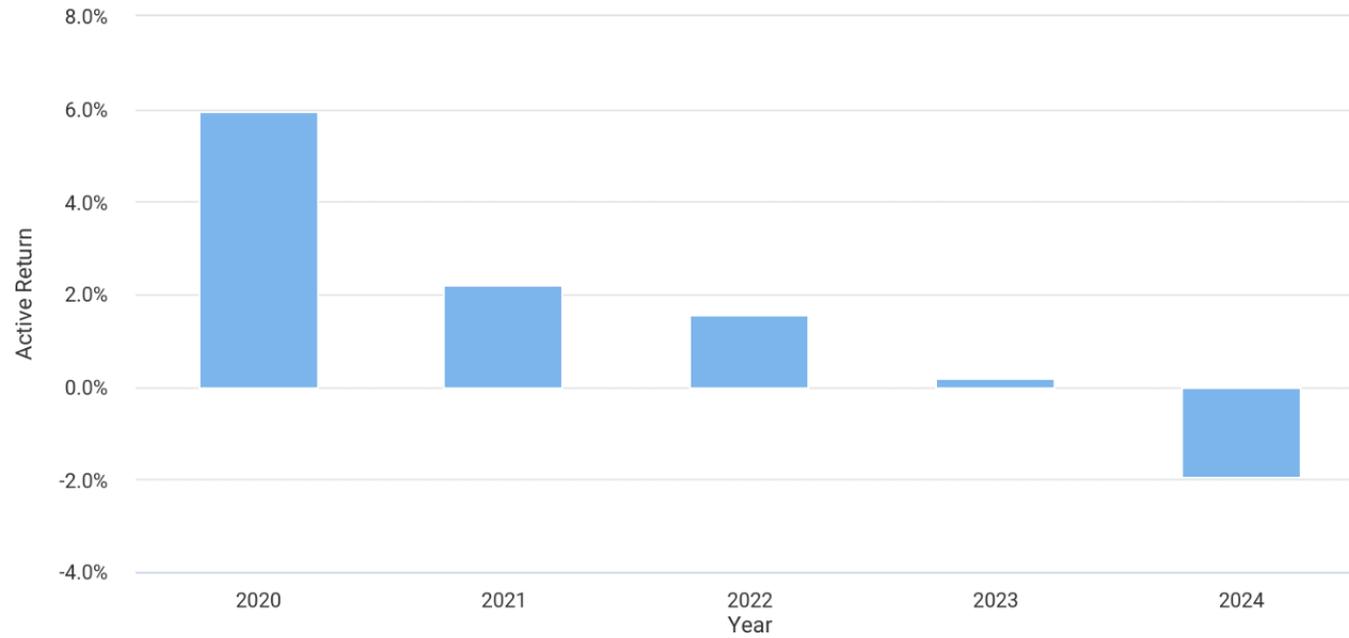
**Risk and Return Metrics (Jan 2020 - May 2024)**

Metric	Leonardo HEG - Dynamic Allocation	Static Allocation	Benchmark
Arithmetic Mean (monthly)	0.71%	0.54%	0.56%
Arithmetic Mean (annualized)	8.88%	6.63%	6.99%
Geometric Mean (monthly)	0.64%	0.47%	0.51%
Geometric Mean (annualized)	8.01%	5.84%	6.28%
Standard Deviation (monthly)	3.71%	3.58%	3.37%
Standard Deviation (annualized)	12.87%	12.39%	11.67%
Downside Deviation (monthly)	2.27%	2.34%	2.17%
Maximum Drawdown	-19.11%	-17.51%	-19.19%
Benchmark Correlation	0.98	0.99	1.00
Beta (*)	1.08	1.05	1.00
Alpha (annualized)	1.20%	-0.65%	0.00%
R Squared	96.64%	97.25%	100.00%
Sharpe Ratio	0.50	0.35	0.40
Sortino Ratio	0.78	0.51	0.59
Treynor Ratio (%)	5.91	4.11	4.63
Calmar Ratio	0.17	0.16	0.17
Modigliani–Modigliani Measure	7.93%	6.18%	6.77%
Active Return	1.73%	-0.44%	N/A
Tracking Error	2.56%	2.13%	N/A
Information Ratio	0.68	-0.21	N/A
Skewness	-0.11	-0.29	-0.27
Excess Kurtosis	-0.29	-0.08	-0.39
Historical Value-at-Risk (5%)	5.68%	5.92%	5.44%
Analytical Value-at-Risk (5%)	5.40%	5.29%	4.98%
Conditional Value-at-Risk (5%)	6.94%	7.17%	6.50%
Upside Capture Ratio (%)	112.95	102.81	100.00
Downside Capture Ratio (%)	104.68	106.17	100.00
Positive Periods	32 out of 53 (60.38%)	32 out of 53 (60.38%)	33 out of 53 (62.26%)
Gain/Loss Ratio	1.05	0.95	0.91

(\*) Benchmark is used as the benchmark for calculations. Value-at-risk metrics are monthly values.

### Annualized Active Return

Leonardo HEG - Dynamic Allocation vs. Benchmark

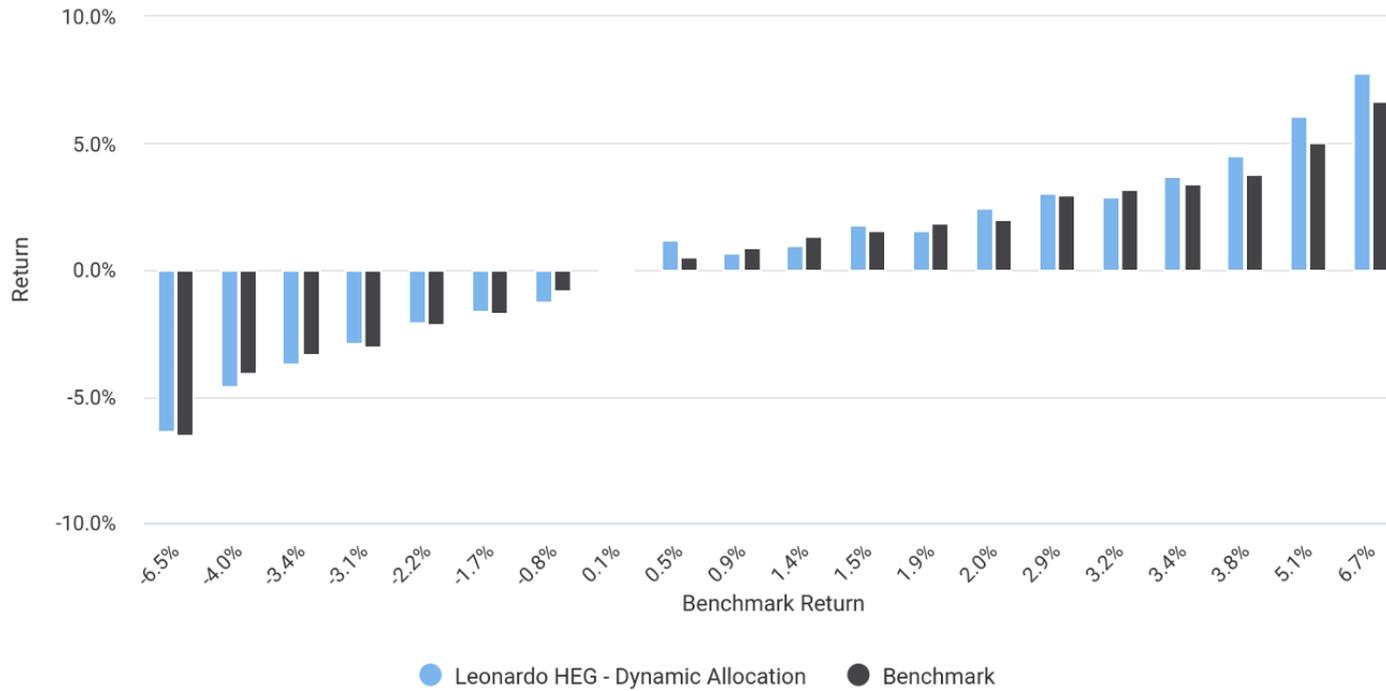


Up vs. Down Market Performance - Leonardo HEG - Dynamic Allocation vs. Benchmark

Market Type	Occurrences				Average Active Return		
	Above Benchmark	Below Benchmark	Total	% Above Benchmark	Above Benchmark	Below Benchmark	Total
Up Market	23	10	33	70%	0.72%	-0.57%	0.33%
Down Market	7	13	20	35%	0.50%	-0.50%	-0.15%
Total	30	23	53	57%	0.67%	-0.53%	0.15%

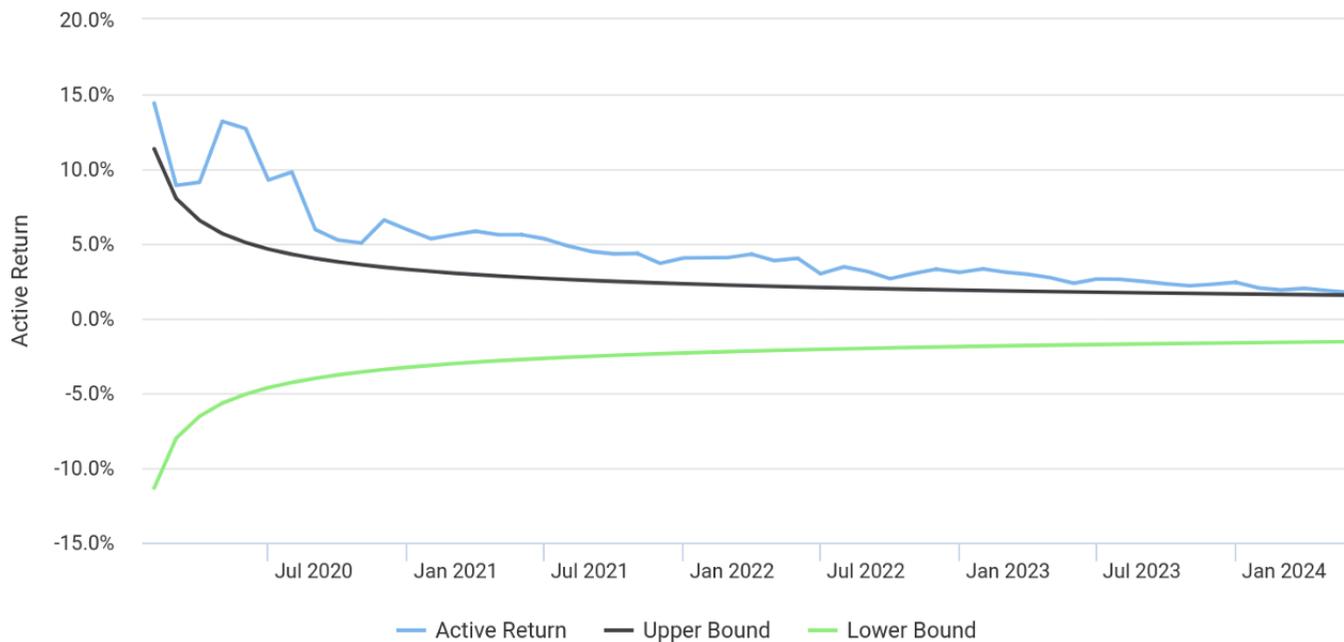
### Return vs. Benchmark

Leonardo HEG - Dynamic Allocation vs. Benchmark



### Active Return Confidence (80% confidence)

Leonardo HEG - Dynamic Allocation vs. Benchmark



Leonardo HEG - Dynamic Allocation Returns

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	Net	Inflation	Balance
2020	1.94%	-2.60%	-5.09%	8.63%	3.18%	0.66%	4.26%	1.59%	-1.84%	-1.22%	7.41%	1.85%	19.46%	17.67%	1.36%	\$11,767
2021	-0.93%	1.28%	2.22%	3.10%	0.96%	1.52%	1.46%	1.22%	-2.55%	3.76%	-0.95%	2.96%	14.77%	13.05%	7.04%	\$13,303
2022	-3.14%	-1.64%	1.21%	-6.56%	1.04%	-6.68%	7.10%	-3.82%	-7.56%	4.52%	5.60%	-3.43%	-13.79%	-15.08%	6.45%	\$11,297
2023	5.54%	-2.80%	2.86%	0.56%	-1.34%	4.24%	1.69%	-1.40%	-3.88%	-2.09%	7.23%	4.71%	15.63%	13.90%	3.35%	\$12,867
2024	-0.49%	1.58%	2.54%	-3.61%	2.93%								2.83%	2.83%	2.39%	\$13,231

Annual return for 2024 is from 01/01/2024 to 05/31/2024

Static Allocation Returns

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	Net	Inflation	Balance
2020	0.77%	-3.54%	-8.27%	7.98%	2.77%	0.59%	3.74%	1.74%	-1.72%	-1.31%	6.89%	1.72%	10.78%	9.12%	1.36%	\$10,912
2021	-0.79%	1.29%	2.11%	3.08%	0.98%	1.31%	1.57%	1.17%	-2.51%	3.77%	-0.74%	2.76%	14.73%	13.01%	7.04%	\$12,332
2022	-2.84%	-1.37%	1.26%	-5.86%	0.89%	-6.00%	6.02%	-3.18%	-7.24%	3.86%	4.96%	-3.20%	-12.95%	-14.26%	6.45%	\$10,573
2023	5.25%	-2.99%	2.39%	0.83%	-1.87%	3.66%	1.59%	-1.49%	-3.59%	-2.22%	6.62%	4.28%	12.46%	10.78%	3.35%	\$11,712
2024	-0.37%	1.70%	2.47%	-3.29%	2.82%								3.25%	3.25%	2.39%	\$12,093

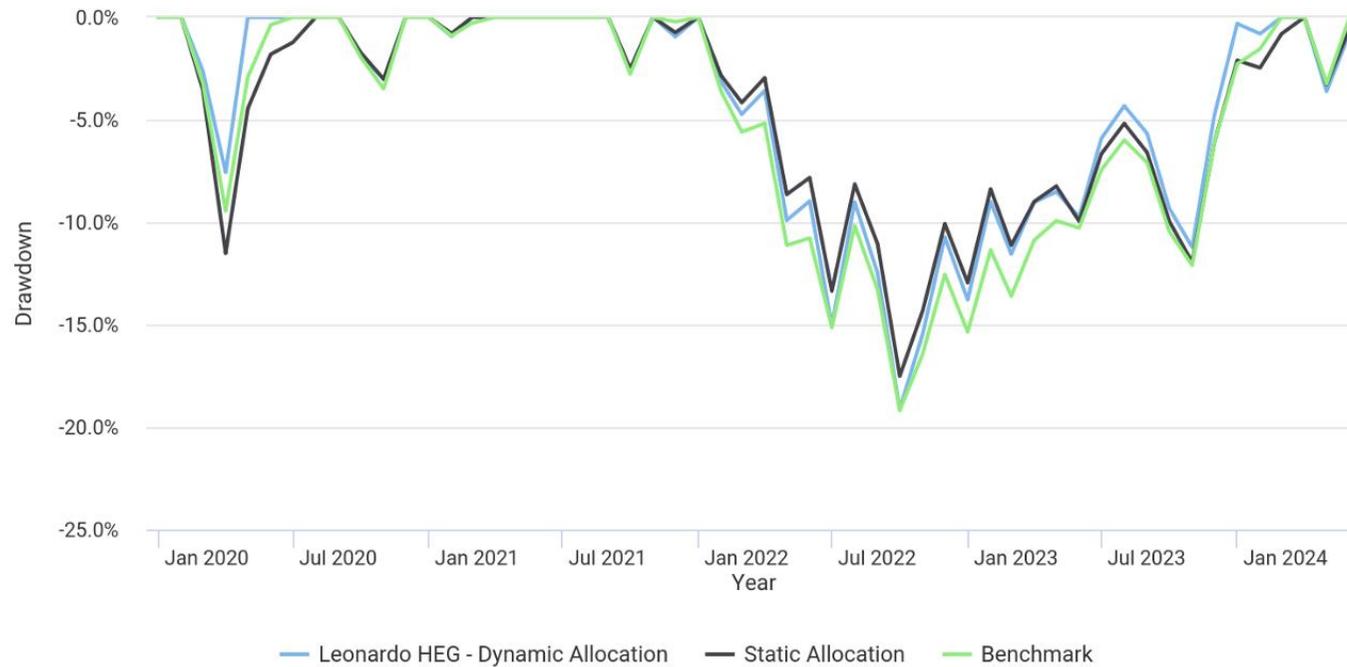
Annual return for 2024 is from 01/01/2024 to 05/31/2024

Benchmark Returns

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Total	Inflation	Balance
2020	0.91%	-3.20%	-6.45%	7.22%	2.62%	1.32%	3.51%	3.22%	-1.95%	-1.56%	5.98%	1.98%	13.53%	1.36%	\$11,353
2021	-0.89%	0.62%	1.56%	3.04%	0.53%	1.48%	1.75%	1.41%	-2.77%	3.49%	-0.22%	2.08%	12.58%	7.04%	\$12,781
2022	-3.61%	-2.05%	0.44%	-6.27%	0.39%	-4.89%	5.85%	-3.48%	-6.79%	3.40%	4.65%	-3.21%	-15.36%	6.45%	\$10,818
2023	4.73%	-2.54%	3.16%	1.06%	-0.38%	3.16%	1.56%	-1.17%	-3.61%	-1.85%	6.81%	4.09%	15.45%	3.35%	\$12,489
2024	0.76%	1.98%	1.99%	-3.25%	3.34%								4.77%	2.39%	\$13,085

Annual return for 2024 is from 01/01/2024 to 05/31/2024

### Drawdowns



Drawdowns for Historical Market Stress Periods						
Stress Period	Start	End	Leonardo HEG - Dynamic Allocation	Static Allocation	Benchmark	
COVID-19 Start	Jan 2020	Mar 2020	-7.56%	-11.52%	-9.45%	

Drawdowns for Leonardo HEG - Dynamic Allocation

Rank	Start	End	Length	Recovery By	Recovery Time	Underwater Period	Drawdown
1	Jan 2022	Sep 2022	9 months	Feb 2024	1 year 5 months	2 years 2 months	-19.11%
2	Feb 2020	Mar 2020	2 months	Apr 2020	1 month	3 months	-7.56%
3	Apr 2024	Apr 2024	1 month				-3.61%
4	Sep 2020	Oct 2020	2 months	Nov 2020	1 month	3 months	-3.03%
5	Sep 2021	Sep 2021	1 month	Oct 2021	1 month	2 months	-2.55%
6	Nov 2021	Nov 2021	1 month	Dec 2021	1 month	2 months	-0.95%
7	Jan 2021	Jan 2021	1 month	Feb 2021	1 month	2 months	-0.93%

Drawdowns for Static Allocation

Rank	Start	End	Length	Recovery By	Recovery Time	Underwater Period	Drawdown
1	Jan 2022	Sep 2022	9 months	Mar 2024	1 year 6 months	2 years 3 months	-17.51%
2	Feb 2020	Mar 2020	2 months	Jul 2020	4 months	6 months	-11.52%
3	Apr 2024	Apr 2024	1 month				-3.29%
4	Sep 2020	Oct 2020	2 months	Nov 2020	1 month	3 months	-3.01%
5	Sep 2021	Sep 2021	1 month	Oct 2021	1 month	2 months	-2.51%
6	Jan 2021	Jan 2021	1 month	Feb 2021	1 month	2 months	-0.79%
7	Nov 2021	Nov 2021	1 month	Dec 2021	1 month	2 months	-0.74%

Drawdowns for Benchmark

Rank	Start	End	Length	Recovery By	Recovery Time	Underwater Period	Drawdown
1	Jan 2022	Sep 2022	9 months	Feb 2024	1 year 5 months	2 years 2 months	-19.19%
2	Feb 2020	Mar 2020	2 months	Jun 2020	3 months	5 months	-9.45%
3	Sep 2020	Oct 2020	2 months	Nov 2020	1 month	3 months	-3.49%
4	Apr 2024	Apr 2024	1 month				-3.25%
5	Sep 2021	Sep 2021	1 month	Oct 2021	1 month	2 months	-2.77%
6	Jan 2021	Jan 2021	1 month	Mar 2021	2 months	3 months	-0.89%
7	Nov 2021	Nov 2021	1 month	Dec 2021	1 month	2 months	-0.22%

Allocation History

Start Date	Assets
01/01/2020	10.00% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 16.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 16.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 1.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 1.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 3.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 9.75% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 3.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 9.50% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 3.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 3.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 3.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 9.75% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
02/01/2020	10.00% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 16.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 16.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 1.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 1.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 3.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 9.75% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 3.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 9.50% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 3.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 3.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 3.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 9.75% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
03/01/2020	10.00% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 16.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 16.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 1.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 1.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 3.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 9.75% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 3.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 9.50% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 3.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

16 of 36

Start Date	Assets
04/01/2020	3.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB)
	3.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE)
	9.75% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV)
	3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF)
	8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT)
	16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD)
	16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG)
	3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP)
	5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK)
	5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV)
	5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF)
	5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE)
05/01/2020	5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY)
	5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC)
	5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI)
	5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB)
	5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE)
	5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV)
	3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF)
	8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT)
	16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD)
	16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG)
	3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP)
	5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK)
5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV)	
5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF)	
5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE)	
5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY)	
5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC)	
5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI)	
5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB)	
5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE)	
5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)	
06/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV)
	3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF)
	8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT)
	16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD)
	16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG)
	3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP)
	5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK)
	5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV)
	5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF)
	5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE)
	5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY)
	5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC)
	5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI)
5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB)	
5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE)	
5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)	
06/16/2024	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV)
	3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF)
	8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT)
	16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD)
	16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG)
	3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP)
	5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK)
	5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV)
	5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF)
	5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE)
	5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY)
	5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC)
	5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI)
5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB)	
5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE)	
5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)	

Start Date	Assets
	5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
07/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
08/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
09/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY)

Start Date	Assets
10/01/2020	5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU) 1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
11/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
12/01/2020	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

19 of 36

Start Date	Assets
	5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
01/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
02/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
03/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

20 of 36

Start Date	Assets
04/01/2021	5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU) 1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
05/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
06/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

21 of 36

Start Date	Assets
	5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
07/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
08/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
09/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK)

Start Date	Assets
10/01/2021	5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
11/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
12/01/2021	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

23 of 36

Start Date	Assets
	5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
01/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
02/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
03/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 8.33% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 16.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG)

Start Date	Assets
	3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
04/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 18.33% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 9.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 4.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 4.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 9.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
05/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 18.33% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 9.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 4.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 4.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETf (XLC) 9.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
06/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 3.33% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD)

Start Date	Assets
	18.33% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 9.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 4.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 4.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 9.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
07/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
08/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
09/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT)
06/16/2024	www.portfoliovisualizer.com
	26 of 36

Start Date	Assets
	16.67% iShares iBoxx \$ Invm Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
10/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invm Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
11/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invm Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
12/01/2022	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF)
06/16/2024	

Start Date	Assets
	6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
01/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
02/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
03/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV)
06/16/2024	<a href="http://www.portfoliovisualizer.com">www.portfoliovisualizer.com</a>

Start Date	Assets
	1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
04/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
05/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 6.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 20.00% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

29 of 36

Start Date	Assets
06/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 5.00% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 21.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
07/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 5.00% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 21.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
08/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 5.00% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 21.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

30 of 36

Start Date	Assets
09/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 5.00% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 21.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
10/01/2023	1.67% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 1.67% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 5.00% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 16.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 21.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 3.33% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 10.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 4.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 4.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 3.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 4.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 3.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 10.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 4.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 4.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 4.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
11/01/2023	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)

Start Date	Assets
12/01/2023	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRET (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
01/01/2024	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRET (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
02/01/2024	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRET (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
06/16/2024	<a href="http://www.portfoliovisualizer.com">www.portfoliovisualizer.com</a>

Start Date	Assets
03/01/2024	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
04/01/2024	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)
05/01/2024	3.33% iShares Short Treasury Bond ETF (SHV) 10.00% iShares 7-10 Year Treasury Bond ETF (IEF) 11.67% iShares 20+ Year Treasury Bond ETF (TLT) 11.67% iShares iBoxx \$ Invmt Grade Corp Bd ETF (LQD) 11.67% iShares iBoxx \$ High Yield Corp Bd ETF (HYG) 1.67% iShares TIPS Bond ETF (TIP) 5.00% The Technology Select Sector SPDR ETF (XLK) 5.00% The Health Care Select Sector SPDR ETF (XLV) 5.00% The Financial Select Sector SPDR ETF (XLF) 5.00% The Energy Select Sector SPDR ETF (XLE) 5.00% The Consumer Discret Sel SectSPDR ETF (XLY) 5.00% The CommunicationServicesSelSectSPDRETF (XLC) 5.00% The Industrial Select Sector SPDR ETF (XLI) 5.00% The Materials Select Sector SPDR ETF (XLB) 5.00% The Real Estate Select Sector SPDR (XLRE) 5.00% The Utilities Select Sector SPDR ETF (XLU)

06/16/2024

www.portfoliovisualizer.com

33 of 36

**Management Fees**

Date	Leonardo HEG - Dynamic Allocation Fees	Static Allocation Fees
Dec 2020	\$179	\$166
Dec 2021	\$203	\$188
Dec 2022	\$172	\$161
Dec 2023	\$196	\$178
<b>Total</b>	<b>\$750</b>	<b>\$693</b>

**Notes:**

- **IMPORTANT:** The projections or other information generated by Portfolio Visualizer regarding the likelihood of various investment outcomes are hypothetical in nature, do not reflect actual investment results and are not guarantees of future results. Results may vary with each use and over time.
- The results do not constitute investment advice or recommendation, are provided solely for informational purposes, and are not an offer to buy or sell any securities. All use is subject to terms of service.
- Investing involves risk, including possible loss of principal. Past performance is not a guarantee of future results.
- Asset allocation and diversification strategies do not guarantee a profit or protect against a loss.
- Hypothetical returns do not reflect trading costs, transaction fees, commissions, or actual taxes due on investment returns.
- The results are based on information from a variety of sources we consider reliable, but we do not represent that the information is accurate or complete.
- Refer to the related documentation sections for more details on terms and definitions, methodology, and data sources.
- Portfolio model information represents a blended portfolio consisting of the model's underlying positions and assigned weights provided by the user and rebalanced at the specified schedule. The results were constructed using net of fee mutual fund performance. Portfolio Visualizer does not provide preferential treatment to any specific security or investment.
- The results are based on the total return of assets and assume that all received dividends and distributions are reinvested.
- Compound annualized growth rate (CAGR) is the annualized geometric mean return of the portfolio. It is calculated from the portfolio start and end balance and is thus impacted by any cashflows.
- The time-weighted rate of return (TWRR) is a measure of the compound rate of growth in a portfolio. This is calculated from the holding period returns (e.g. monthly returns), and TWRR will thus not be impacted by cashflows. If there are no external cashflows, TWRR will equal CAGR.
- The money-weighted rate of return (MWRR) is the internal rate of return (IRR) taking into account cashflows. This is the discount rate at which the present value of cash inflows equals the present value of cash outflows.
- Standard deviation (Stdev) is used to measure the dispersion of returns around the mean and is often used as a measure of risk. A higher standard deviation implies greater the dispersion of data points around the mean.
- Sharpe Ratio is a measure of risk-adjusted performance of the portfolio, and it is calculated by dividing the mean monthly excess return of the portfolio over the risk-free rate by the standard deviation of excess return, and the displayed value is annualized.
- Sortino Ratio is a measure of risk-adjusted return which is a modification of the Sharpe Ratio. While the latter is the ratio of average returns in excess of a risk-free rate divided by the standard deviation of those excess returns, the Sortino Ratio has the same denominator divided by the standard deviation of returns below the risk-free rate.
- Treynor Ratio is a measure of risk-adjusted performance of the portfolio. It is similar to the Sharpe Ratio, but it uses portfolio beta (systematic risk) as the risk metric in the denominator.
- Calmar Ratio is a measure of risk-adjusted performance of the portfolio. It is calculated as the annualized return over the past 36 months divided by the maximum drawdown over the past 36 months based on monthly returns.
- Downside deviation measures the downside volatility of the portfolio returns unlike standard deviation, which includes both upside and downside deviations. Downside deviation is calculated based on negative returns that hurt the portfolio performance.
- Risk-free returns are calculated based on U.S. 3-Month Treasury Bill Rate.
- Inflation is calculated based on U.S. Consumer Price Index.
- Correlation measures to what degree the returns of the two assets move in relation to each other. Correlation coefficient is a numerical value between -1 and +1. If one variable goes up by a certain amount, the correlation coefficient indicates which way the other variable moves and by how much. Asset correlations are calculated based on monthly returns.
- Skewness is a measure of the asymmetry of the probability distribution or returns from a normal Gaussian distribution shape about its mean. Negative skewness is associated with the left (typically negative returns) tail of the distribution extending further than the right tail; and positive skewness is associated with the right (typically positive returns) tail of the distribution extending further than the left tail.
- Excess kurtosis is a measure of whether a data distribution is peaked or flat relative to a normal distribution. Distributions with high kurtosis tend to have a distinct peak near the mean, decline rather rapidly, and have heavy or fat tails.
- A drawdown refers to the decline in value of a single investment or an investment portfolio from a relative peak value to a relative trough. A maximum drawdown (Max Drawdown) is the maximum observed loss from a peak to a trough of a portfolio before a new peak is attained. Drawdown values are calculated based on monthly returns.
- Value at Risk (VaR) measures the scale of loss at a given confidence level. For example, if the 95% confidence one-month VaR is 3%, there is 95% confidence that over the next month the portfolio will not lose more than 3%. Value at Risk can be calculated directly based on historical returns based on a given percentile or analytically based on the mean and standard deviation of the returns.
- Conditional Value at Risk (CVaR) measures the scale of the expected loss once the specific Value at Risk (VaR) breakpoint has been breached, i.e., it calculates the average tail loss by taking a weighted average between the value at risk and losses exceeding the value at risk.
- Beta is a measure of systematic risk and measures the volatility of a particular investment relative to the market or its benchmark. Alpha measures the active return of the investment compared to the market benchmark return. R-squared is the percentage of a portfolio's movements that can be explained by movements in the selected benchmark index.
- Active return is the investment return minus the return of its benchmark. For periods longer than 12 months this is displayed as annualized value, i.e., annualized investment return minus annualized benchmark return.
- Tracking error, also known as active risk, is the standard deviation of active return. This is displayed as annualized value based on the standard deviation of monthly active returns.
- Information ratio is the active return divided by the tracking error. It measures whether the investment outperformed its benchmark consistently.
- Gain/Loss ratio is a measure of downside risk, and it is calculated as the average positive return in up periods divided by the average negative return in down periods.
- Upside Capture Ratio measures how well the fund performed relative to the benchmark when the market was up, and Downside Capture Ratio measures how well the fund performed relative to the benchmark when the market was down. An upside capture ratio greater than 100 would indicate that the fund outperformed its benchmark when the market was up, and a downside capture ratio below 100 would indicate that the fund lost less than its benchmark when the market was down. To calculate upside capture ratio a new series from the portfolio returns is constructed by dropping all time periods where the benchmark return is less than equal to zero. The up capture is then the quotient of the annualized return of the resulting manager series, divided by the annualized return of the resulting benchmark series. The downside capture ratio is calculated analogously.
- All risk measures for the portfolio and portfolio assets are calculated based on monthly returns.
- The annual results for 2024 are based on monthly returns from January to May.

- Drawdown analysis is calculated based on monthly returns excluding cashflows and management fees.
- The imported allocation history uses calendar based rebalancing with monthly rebalancing frequency to match the targeted allocation.
- The results for the benchmark portfolio assume monthly rebalancing of portfolio assets to match the specified allocation.
- The selected fee structure 'FEES1.5%' is applied to the configured portfolios but not the benchmark.