

Haute Ecole  
Groupe ICHEC - ECAM - ISFSC  
Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire



# Élaboration de portefeuilles diversifiés dans le secteur de l'aviation civile

Analyse de leur performance selon les critères  
financiers et extra-financiers

Mémoire présenté par :  
**Pierre STEVENS**

Pour l'obtention du diplôme de :  
**Master en gestion de l'entreprise**  
Année académique 2023-2024

Promoteur :  
**Bruno DU BUS DE WARNAFFE**

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles



Haute Ecole  
Groupe ICHEC - ECAM - ISFSC  
Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire



# Élaboration de portefeuilles diversifiés dans le secteur de l'aviation civile

Analyse de leur performance selon les critères  
financiers et extra-financiers

Mémoire présenté par :  
**Pierre STEVENS**

Pour l'obtention du diplôme de :  
**Master en gestion de l'entreprise**  
Année académique 2023-2024

Promoteur :  
**Bruno DU BUS DE WARNAFFE**

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

# Remerciements

En préambule de mon mémoire, j'aimerais remercier l'ensemble des personnes ayant, de près ou de loin, aidé à son élaboration.

La rédaction de ce mémoire représentait un défi d'envergure pour moi. Depuis le commencement de mes études, je vois cette échéance comme l'ultime étape de mon parcours académique, une expérience à la fois stressante et incroyablement enrichissante.

Je tiens tout d'abord à remercier mon promoteur de mémoire, Monsieur Bruno du Bus de Warnaffe. Son soutien inébranlable et ses conseils avisés ont été d'une aide précieuse tout au long de la rédaction de ce travail. Sa vaste expérience, son expertise pointue et les défis stimulants qu'il m'a lancés ont grandement contribué à enrichir ce mémoire. Il a constamment encouragé l'approfondissement de ma réflexion, ce qui a permis d'élever la qualité de mon travail. De plus, je tiens à le remercier pour son écoute attentive et le temps généreux qu'il m'a consacré, me permettant ainsi de prendre du recul et d'avoir une perspective plus large sur mon travail. Sa contribution a été inestimable et je lui en suis grandement reconnaissant.

Ensuite, je tiens à remercier mon maître de stage, Monsieur Michael Jungers, ainsi que FIDE CAPITAL SA et tous ses actionnaires, Monsieur Pierre le Hardÿ de Beaulieu, Monsieur Bruno du Bus de Warnaffe ainsi que Monsieur Pierre-Alexis Hocke, pour leur accueil chaleureux lors de mon stage. Je tiens également à remercier leurs employés, Thomas Stacquez et Isabelle de Fierlant pour leurs conseils réguliers, de même que pour les nombreuses discussions enrichissantes que j'ai pu avoir avec eux.

Je tiens également à remercier tous mes professeurs à l'ICHEC, et en particulier les professeurs de l'option finance, Madame Brigitte Chanoine, Monsieur Christophe Desagre, Madame Christel Dumas, Monsieur Bruno du Bus de Warnaffe ainsi que ma personne relais, Madame Mathilde Fox.

Pour terminer, je tiens à remercier ma famille proche et mes amis pour leur soutien moral au long de toutes mes années d'études, notamment tout au long de ce mémoire. Un merci tout particulier à ma maman Gisèle, ma compagne Madeleine et mon ami Guillaume pour leur précieuse relecture.



# Résumé du mémoire

Ce mémoire examine la possibilité de concilier performance financière, stabilité du risque, et responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance (ESG) dans le secteur de l'aviation civile. Les résultats de cette recherche peuvent transformer la manière dont les investisseurs perçoivent et abordent l'investissement dans ce secteur, traditionnellement considéré comme délicat.

L'étude révèle que la seule solution actuelle d'investissement dans le secteur, à savoir l'*ETF* JETS, manque de pertinence et présente une forte concentration autour des compagnies aériennes nord-américaines, entraînant une volatilité élevée et des rendements négatifs. Dans cette recherche, cinq portefeuilles diversifiés ont été constitués, prenant en compte des critères de pondération tels que la capitalisation boursière ajustée au flottant, mais aussi la durabilité, avec les notations ESG.

Les résultats montrent qu'une diversification géographique et sous-sectorielle est essentielle pour réduire les risques de concentration et améliorer la performance financière et la stabilité du risque. Bien que les portefeuilles axés sur les critères ESG spécifiques obtiennent de meilleures notations pour leur pilier respectif, ils restent globalement moins performants que l'*ETF* JETS d'un point de vue extra-financier. Malgré les contraintes liées à l'accès aux données, cette recherche propose une approche d'investissement équilibrée, intégrant à la fois les risques financiers et extra-financiers, offrant une vision plus large et équilibrée du marché de l'aviation civile.

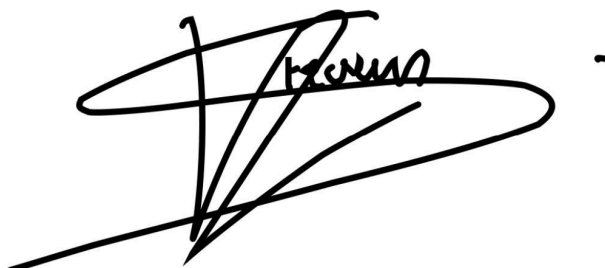
# Déclaration anti-plagiat

1. Je reconnais que le plagiat consiste à prendre et à utiliser les idées, les écrits, les travaux ou les inventions d'une autre personne comme s'il s'agissait des siens. Je reconnais que le plagiat ne consiste pas seulement à copier mot pour mot, mais aussi à utiliser largement les idées d'une autre personne sans en faire mention (ce qui inclut l'utilisation correcte des guillemets). Je reconnais que le plagiat couvre ce type d'utilisation de matériel trouvé dans des sources textuelles et sur Internet.
2. Je reconnais et je comprends que le plagiat est un acte répréhensible.
3. Je comprends que mes recherches doivent être référencées avec précision. J'ai respecté les règles et les conventions en matière de référencement, de citation et d'utilisation des citations.
4. Ce mémoire est mon propre travail. Je reconnais que copier le travail de quelqu'un d'autre, ou une partie de celui-ci, est une erreur, et que soumettre un travail identique à d'autres personnes constitue une forme de plagiat.
5. Les instructions et consignes concernant le référencement dans le texte respectent la norme APA, la bibliographie respectant la norme APA.
6. Je n'ai pas permis, et je ne permettrai pas à l'avenir, à quiconque de copier mon travail dans l'intention de le faire passer pour son propre travail.
7. J'ai remis sur la page suivante ma déclaration sur l'honneur sur l'usage des IA génératives dans le cadre du mémoire.

Nom : STEVENS Pierre

N° étudiant : 211172

Date : 27 juin 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stevens', with a large, stylized flourish underneath.

# Déclaration usage IA

Je soussigné(e), STEVENS Pierre (211172), déclare sur l'honneur les éléments suivants concernant l'utilisation des intelligences artificielles (IA) dans mon mémoire :

| Type d'assistance                             |   | Case à cocher |
|---|---|---------------|
| <i>Aucune assistance</i>                      | J'ai rédigé l'intégralité de mon mémoire sans avoir eu recours à un outil d'IA générative.  | NON           |
| <i>Assistance avant la rédaction</i>          | J'ai utilisé l'IA comme un outil (ou moteur) de recherche afin d'explorer une thématique et de repérer des sources et contenus pertinents.  | NON           |
| <i>Assistance à l'élaboration d'un texte</i>  | J'ai créé un contenu que j'ai ensuite soumis à une IA, qui m'a aidé à formuler et à développer mon texte en me fournissant des suggestions. | NON           |
|   | J'ai généré du contenu à l'aide d'une IA, que j'ai ensuite retravaillé et intégré à mon travail.  |               |
|   | Certains parties ou passages de mon mémoire ont été entièrement été générés par une IA, sans contribution originale de ma part.             |               |
| <i>Assistance pour la révision du texte</i>   | J'ai utilisé un outil d'IA générative pour corriger l'orthographe, la grammaire et la syntaxe de mon texte.                                 | OUI           |
|   | J'ai utilisé l'IA pour reformuler ou réécrire des parties de mon texte.   |               |
| <i>Assistance à la traduction</i>             | J'ai utilisé l'IA à des fins de traduction pour un texte que je n'ai pas inclus dans mon travail.   | NON           |
|   | J'ai également sollicité l'IA pour traduire un texte que j'ai intégré dans mon mémoire.   |               |
| <i>Assistance à la réalisation de visuels</i> | J'ai utilisé une IA afin d'élaborer des visuel, graphiques ou images.   | NON           |
| <i>Autres usages</i>                          |   | NON           |

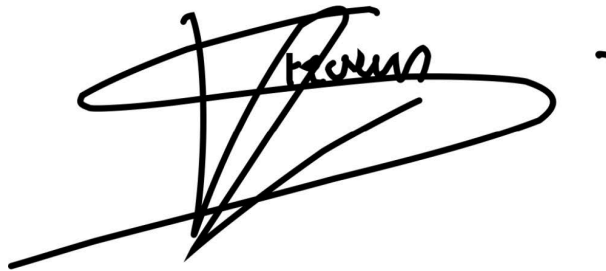
(suite)

Je m'engage à respecter ces déclarations et à fournir toute information supplémentaire requise concernant l'utilisation des IA dans mon mémoire, à savoir :

1. Je n'ai malheureusement pas pu annexer les questions posées à l'IA (*Copilot* de Microsoft Bing), car je n'en ai plus la trace. Le mail concernant les "Balises sur l'usage de l'IA" nous est parvenu le 26 avril 2024, date à laquelle mon mémoire était déjà bien avancé. Cependant, mon utilisation de l'IA s'est principalement limitée à la PARTIE 2 - Contextualisation. Je l'ai notamment utilisée pour rechercher des synonymes, restructurer certaines phrases, vérifier certaines règles de conjugaison et m'aider dans le codage en LaTeX ou en Python.
2. Je peux également expliquer quel le type d'assistance j'ai utilisé et dans quel but.

Fait à Bruxelles, le 27 juin 2024.

STEVENS Pierre (211172)

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Stevens', with a large, stylized flourish extending from the bottom left.

# Tables des matières

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Introduction</b>   | <b>1</b>  |
|          | Introduction  | 1         |
| <b>2</b> | <b>Contextualisation</b>                                      | <b>3</b>  |
| 2.1      | Histoire de l'aéronautique . . . . .                          | 3         |
| 2.1.1    | Du 19ème siècle à aujourd'hui . . . . .                       | 3         |
| 2.1.2    | Impacts de la pandémie de la COVID-19 . . . . .               | 7         |
| 2.1.3    | Tendances actuelles . . . . .                                 | 10        |
| 2.2      | Importance dans l'économie mondiale . . . . .                 | 17        |
| 2.2.1    | Facteurs de développement . . . . .                           | 17        |
| 2.2.2    | Principaux canaux d'interaction . . . . .                     | 21        |
| 2.2.3    | Défaillances de marché . . . . .                              | 24        |
| 2.3      | Impacts sur l'environnement et perspectives futures . . . . . | 24        |
| 2.3.1    | Impacts sur le changement climatique . . . . .                | 25        |
| 2.3.2    | Responsabilités inégales dans les émissions . . . . .         | 27        |
| 2.3.3    | Perspectives futures . . . . .                                | 28        |
| 2.4      | Vue d'ensemble du secteur de l'aviation civile . . . . .      | 31        |
| <b>3</b> | <b>Question de recherche</b>                                  | <b>34</b> |
| 3.1      | Élaboration de la question de recherche . . . . .             | 34        |
| 3.2      | Objectifs . . . . .   | 34        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>4</b> | <b>Méthodologie et données</b>  | <b>35</b> |
| 4.1      | Sélection de l'indice de référence . . . . .                                      | 35        |
| 4.1.1    | Critique de la méthodologie utilisée par U.S. Global Investors . . . . .          | 38        |
| 4.1.2    | Composition de l' <i>ETF</i> . . . . .  | 39        |
| 4.1.3    | Volatilité de l' <i>ETF</i> . . . . .   | 42        |
| 4.1.4    | Performance financière de l' <i>ETF</i> . . . . .                                 | 45        |
| 4.1.5    | Performance ESG de l' <i>ETF</i> . . . . .  | 50        |
| 4.1.6    | Simulations de Monte Carlo de l' <i>ETF</i> . . . . .                             | 53        |
| 4.2      | Critères de construction des portefeuilles . . . . .                              | 54        |
| 4.2.1    | Types d'acteurs . . . . .   | 54        |
| 4.2.2    | Limite du chiffre d'affaires dans les activités de défense . . . . .              | 54        |
| 4.2.3    | Capitalisation boursière ajustée au flottant minimum . . . . .                    | 56        |
| 4.2.4    | Tableau récapitulatif des critères d'inclusion . . . . .                          | 57        |
| 4.3      | Sélection des valeurs éligibles . . . . .   | 57        |
| 4.4      | Méthode de pondération des valeurs éligibles . . . . .                            | 57        |
| 4.4.1    | Pondération par la capitalisation boursière ajustée au flottant . . . . .         | 58        |
| 4.4.2    | Pondération par la notation ESG . . . . .   | 60        |
| 4.5      | Constitution des portefeuilles . . . . .  | 61        |
| <b>5</b> | <b>Élaboration et analyse</b>   | <b>63</b> |
| 5.1      | Liste des portefeuilles constitués . . . . .                                      | 63        |
| 5.2      | Composition des portefeuilles . . . . .   | 64        |
| 5.2.1    | Composition du Portefeuille équipondéré . . . . .                                 | 64        |
| 5.2.2    | Composition du Portefeuille 1 . . . . .   | 66        |
| 5.2.3    | Composition du Portefeuille 2 (E) . . . . .                                       | 69        |
| 5.2.4    | Composition du Portefeuille 3 (S) . . . . .                                       | 73        |
| 5.2.5    | Composition du Portefeuille 4 (G) . . . . .                                       | 76        |
| 5.2.6    | Composition du Portefeuille 5 (ESG) . . . . .                                     | 80        |
| 5.3      | Tableaux récapitulatifs de la composition des portefeuilles au 28 mars 2024 . . . | 84        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.3.1    | Compositions géographiques et commentaires . . . . .                               | 84         |
| 5.3.2    | Compositions sous-sectorielles et commentaires . . . . .                           | 85         |
| 5.3.3    | Compositions par capitalisation boursière et commentaires . . . . .                | 85         |
| 5.4      | Mesure du risque financier des portefeuilles . . . . .                             | 86         |
| 5.4.1    | Volatilité annualisée . . . . .  | 86         |
| 5.4.2    | Loi normale . . . . .  | 87         |
| 5.4.3    | Principales observations concernant le risque financier . . . . .                  | 89         |
| 5.5      | Mesure de la performance financière des portefeuilles . . . . .                    | 93         |
| 5.5.1    | Rendement annualisé . . . . .  | 93         |
| 5.5.2    | Forward Price-to-Earnings . . . . .  | 95         |
| 5.5.3    | Ratio de Sharpe . . . . .  | 96         |
| 5.5.4    | Principales observations concernant la performance financière . . . . .            | 97         |
| 5.6      | Mesure de la performance ESG des portefeuilles . . . . .                           | 102        |
| 5.6.1    | Bloomberg (ESG) . . . . .  | 102        |
| 5.6.2    | Principales observations concernant la performance ESG . . . . .                   | 102        |
| 5.7      | Simulations de Monte Carlo sur les portefeuilles . . . . .                         | 103        |
| <b>6</b> | <b>Discussions et limites</b>  | <b>105</b> |
| 6.1      | Limites du travail . . . . .   | 105        |
| 6.1.1    | Amélioration de la notation ESG globale, signe de la performance financière ?      | 106        |
| <b>7</b> | <b>Conclusion</b>  | <b>108</b> |
| 7.1      | Tableaux récapitulatifs des résultats obtenus . . . . .                            | 108        |
| 7.1.1    | Volatilités annualisées des portefeuilles par rapport à l' <i>ETF</i> JETS . . . . | 108        |
| 7.1.2    | Rendements annualisés des portefeuilles par rapport à l' <i>ETF</i> JETS . . .     | 108        |
| 7.1.3    | Bloomberg ESG Scores des portefeuilles par rapport à l' <i>ETF</i> JETS . . .      | 109        |
| 7.2      | Conclusion générale . . . . .  | 109        |
|          | <b>Bibliographie</b>   | <b>111</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Annexes</b>   | <b>119</b> |
| <b>A</b>   | <b>119</b> |
| A.1 Composition de l' <i>ETF</i> U.S. Global Jets (JETS) après la clôture du 28 mars 2024  | 120        |
| A.2 Acteurs de l'industrie aéronautique . . . . .  | 121        |
| A.3 Composition de l'échantillon initial avant l'application de la méthodologie qui<br>conduira à la constitution de l'échantillon final . . . . . | 122        |
| A.4 Composition de l'échantillon final après application de la méthodologie . . . . .  | 124        |
| A.5 Composition du Portefeuille 1 après la clôture du 28 mars 2024 . . . . .   | 125        |
| A.6 Composition du Portefeuille 2 (E) après la clôture du 28 mars 2024 . . . . .   | 126        |
| A.7 Composition du Portefeuille 3 (S) après la clôture du 28 mars 2024 . . . . .   | 127        |
| A.8 Composition du Portefeuille 4 (G) après la clôture du 28 mars 2024 . . . . .   | 128        |
| A.9 Composition du Portefeuille 5 (ESG) après la clôture du 28 mars 2024 . . . . .   | 129        |



# Liste des tableaux

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 2.1 | Part du marché du transport aérien de passagers et taux de remplissage (PLF) par région du monde. (IATA, 2023b) . . . . .                              | 13 |
| 2.2 | Part du marché du transport aérien de fret et facteur de charge (CLF) par région du monde. (IATA, 2023a) . . . . .                                     | 16 |
| 2.3 | Effets de la chaîne d’approvisionnement du transport aérien (en millions d’emplois - échelle mondiale). (ATAG, 2005, 2008, 2016, 2018, 2020) . . . . . | 23 |
| 4.1 | Exposition au risque de devise de l’ <i>ETF</i> U.S. Global Jets (JETS) le 28 mars 2024. . . . .   | 37 |
| 4.2 | Dividendes de l’ <i>ETF</i> JETS depuis sa création en avril 2015. (Nasdaq, 2024) . . . . .  | 38 |
| 4.3 | Volatilités annualisées de l’ <i>ETF</i> JETS et de l’indice (JETX) depuis la création de l’ <i>ETF</i> , sur 5 ans, 3 ans et 1 an. . . . .            | 43 |
| 4.4 | Rendements annualisés de l’ <i>ETF</i> JETS et de l’indice JETX depuis la création de l’ <i>ETF</i> , sur 5 ans, 3 ans et 1 an. . . . .                | 46 |
| 4.5 | Catégories de risques de l’agence Sustainalytics. (Sustainalytics, 2021) . . . . .   | 52 |
| 4.6 | Entreprises de l’échantillon initial exclues sur base du critère 4.2.2. . . . .  | 56 |
| 4.7 | Entreprises de l’échantillon initial exclues sur base du critère 4.2.3. . . . .  | 57 |
| 4.8 | Volatilités annualisées devise étrangère/USD entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .  | 59 |
| 5.1 | Volatilités annualisées des portefeuilles et de l’ <i>ETF</i> JETS depuis la création de l’ <i>ETF</i> , sur 5 ans, 3 ans et 1 an. . . . .             | 86 |
| 5.2 | Résultats du test de Jarque-Bera sur les portefeuilles et sur l’ <i>ETF</i> JETS. . . . .  | 89 |
| 5.3 | Rendements annualisés des portefeuilles et de l’ <i>ETF</i> JETS depuis la création de l’ <i>ETF</i> , sur 5 ans, 3 ans et 1 an. . . . .               | 94 |
| 5.4 | <i>forward P/E</i> pondérés des portefeuilles et de l’ <i>ETF</i> JETS. . . . .  | 95 |
| 5.5 | Ratio de Sharpe des portefeuilles et de l’ <i>ETF</i> JETS. . . . .  | 96 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 5.6 | Bloomberg ESG Scores pondérés des portefeuilles et de l' <i>ETF</i> JETS. . . . .                    | 102 |
| 5.7 | Résultats moyens des simulations de Monte Carlo sur les portefeuilles et l' <i>ETF</i> JETS. . . . . | 104 |

# Liste des figures

|      |   |    |
|------|---|----|
| 2.1  | Prix unitaire réel d'un billet d'avion depuis la libéralisation du transport aérien. (Chiambaretto and Combe, 2023) . . . . .                               | 5  |
| 2.2  | Principes de base du modèle <i>low-cost</i> . (Chiambaretto and Combe, 2023) . . . . .  | 6  |
| 2.3  | Croissance du nombre de passagers dans le monde et événements externes (depuis 1990). (Thepchalerm and Ho, 2021) . . . . .                                  | 8  |
| 2.4  | Réseau aérien international avant et pendant la pandémie de COVID-19. (Sun et al., 2020) . . . . .  | 8  |
| 2.5  | Nombre de passagers-kilomètres payants (RPK) dans le monde. (IATA, 2023b) .   | 12 |
| 2.6  | Nombre de sièges-kilomètres disponibles (ASK) dans le monde. (IATA, 2023b) .  | 12 |
| 2.7  | Évolution du nombre de passagers-kilomètres payants (RPK) dans le monde par route (en fenêtres roulantes d'un an). (IATA, 2023b) . . . . .                  | 12 |
| 2.8  | Nombre de tonnes-kilomètres de fret (CTK) dans le monde. (IATA, 2023a) . . .  | 14 |
| 2.9  | Nombre de tonnes-kilomètres de fret disponibles (ACTK) dans le monde. (IATA, 2023a) . . . . .   | 15 |
| 2.10 | Croissance internationale de CTK (en glissement annuel) par routes. (IATA, 2023a)   | 15 |
| 2.11 | Nombre de tonnes-kilomètres de fret disponibles (ACTK) dans le monde par type de transport. (IATA, 2023a) . . . . .   | 16 |
| 2.12 | Proportion du trafic de passagers et du trafic de marchandises dans les revenus totaux des compagnies aériennes. (IATA, 2015, 2016, 2021a, 2023e) . . . . . | 17 |
| 2.13 | Corrélation entre la croissance des passagers et la croissance du PIB dans 139 pays entre 1975 et 2005. (Hansman and Ishutkina, 2009) . . . . .             | 18 |
| 2.14 | Relation entre le nombre de sièges disponibles par habitant et le PIB par habitant. (CAPA, 2014) . . . . .  | 19 |
| 2.15 | Développement de l'aviation par région dans le monde. (CAPA, 2014) . . . . .  | 20 |

|      |  |    |
|------|--|----|
| 2.16 | Principaux canaux d'interaction entre le transport aérien et l'économie. (Zhang and Graham, 2020) . . . . .  | 22 |
| 2.17 | Impact de l'aviation sur les émissions de CO <sub>2</sub> et non-CO <sub>2</sub> . (Lee et al., 2021) . . .  | 26 |
| 2.18 | Amélioration de l'efficacité énergétique et prix du kérosène. (IATA, 2023c) . . . .  | 27 |
| 2.19 | Émissions de CO <sub>2</sub> liées au transport aérien et population totale en 2018, par pays et par tranche de revenus. (Graver et al., 2019) . . . . . | 28 |
| 4.1  | Composition géographique de l' <i>ETF</i> JETS au 28 mars 2024. . . . .  | 40 |
| 4.2  | Composition sous-sectorielle de l' <i>ETF</i> JETS au 28 mars 2024. . . . .  | 40 |
| 4.3  | Composition par capitalisation boursière de l' <i>ETF</i> JETS au 28 mars 2024. . . .  | 41 |
| 4.4  | Volatilité mobile de l'indice JETSEX, de l' <i>ETF</i> JETS et de l' <i>ETF</i> ACWI sur 30 jours. . . . .   | 42 |
| 4.5  | Volatilité mobile de l' <i>ETF</i> JETS sur 252 jours. . . . .   | 43 |
| 4.6  | Volatilité mobile de l' <i>ETF</i> JETS sur 30 jours. . . . .  | 44 |
| 4.7  | Rendements journaliers de l' <i>ETF</i> JETS et loi normale. . . . .   | 44 |
| 4.8  | Cours de l'indice JETSEX, de l' <i>ETF</i> JETS et de l' <i>ETF</i> ACWI en base 100 (I = 100). . . . .  | 46 |
| 4.9  | Corrélation entre l' <i>ETF</i> JETS et l'indice JETSEX depuis la création de l' <i>ETF</i> JETS. .  | 47 |
| 4.10 | Spread de la performance en base 100 entre l' <i>ETF</i> JETS et l'indice JETSEX depuis la création de l' <i>ETF</i> JETS. . . . .                       | 48 |
| 4.11 | Taux des obligations d'État américaines sur 10 ans depuis la création de l' <i>ETF</i> JETS. (FRED, 2024) . . . . .                                      | 49 |
| 4.12 | Illustration des simulations de Monte Carlo sur l' <i>ETF</i> JETS (I = 86,86). . . . .  | 53 |
| 4.13 | Cours de Turk Hava Yollari AO en TRY et ajusté en USD depuis avril 2015 (échelle logarithmique). . . . .   | 59 |
| 5.1  | Composition géographique du Pe au 28 mars 2024. . . . .  | 65 |
| 5.2  | Composition sous-sectorielle du Pe au 28 mars 2024. . . . .  | 65 |
| 5.3  | Composition par capitalisation boursière du Pe au 28 mars 2024. . . . .  | 66 |
| 5.4  | Composition géographique du P1 au 28 mars 2024. . . . .  | 67 |
| 5.5  | Évolution de la composition géographique du P1 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .  | 67 |

|      |   |    |
|------|---|----|
| 5.6  | Composition sous-sectorielle du P1 au 28 mars 2024. . . . .   | 68 |
| 5.7  | Évolution de la composition sous-sectorielle du P1 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . . | 68 |
| 5.8  | Composition par capitalisation boursière du P1 au 28 mars 2024. . . . .                               | 69 |
| 5.9  | Composition géographique du P2 au 28 mars 2024. . . . .   | 70 |
| 5.10 | Évolution de la composition géographique du P2 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .     | 70 |
| 5.11 | Composition sous-sectorielle du P2 au 28 mars 2024. . . . .   | 71 |
| 5.12 | Évolution de la composition sous-sectorielle du P2 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . . | 71 |
| 5.13 | Composition par capitalisation boursière du P2 au 28 mars 2024. . . . .                               | 72 |
| 5.14 | Composition géographique du P3 au 28 mars 2024. . . . .   | 73 |
| 5.15 | Évolution de la composition géographique du P3 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .     | 74 |
| 5.16 | Composition sous-sectorielle du P3 au 28 mars 2024. . . . .   | 74 |
| 5.17 | Évolution de la composition sous-sectorielle du P3 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . . | 75 |
| 5.18 | Composition par capitalisation boursière du P3 au 28 mars 2024. . . . .                               | 76 |
| 5.19 | Composition géographique du P4 au 28 mars 2024. . . . .   | 77 |
| 5.20 | Évolution de la composition géographique du P4 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .     | 77 |
| 5.21 | Composition sous-sectorielle du P4 au 28 mars 2024. . . . .   | 78 |
| 5.22 | Évolution de la composition sous-sectorielle du P4 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . . | 79 |
| 5.23 | Composition par capitalisation boursière du P4 au 28 mars 2024. . . . .                               | 80 |
| 5.24 | Composition géographique du P5 au 28 mars 2024. . . . .   | 81 |
| 5.25 | Évolution de la composition géographique du P5 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . .     | 81 |
| 5.26 | Composition sous-sectorielle du P5 au 28 mars 2024. . . . .   | 82 |
| 5.27 | Évolution de la composition sous-sectorielle du P5 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. . . . . | 83 |

|      |  |     |
|------|--|-----|
| 5.28 | Composition par capitalisation boursière du P5 au 28 mars 2024. . . . .  | 83  |
| 5.29 | Volatilité mobile des portefeuilles et de l' <i>ETF</i> JETS sur 252 jours. . . . .  | 87  |
| 5.30 | Volatilité mobile des portefeuilles et de l' <i>ETF</i> JETS sur 30 jours. . . . .   | 87  |
| 5.31 | Volatilité mobile sur 252 jours en fonction de la situation géographique. . . . .  | 90  |
| 5.32 | Volatilité mobile sur 252 jours en fonction du sous-secteur. . . . .   | 90  |
| 5.33 | Volatilité mobile sur 252 jours en fonction de la capitalisation boursière. . . . .  | 91  |
| 5.34 | Volatilité mobile sur 252 jours de l' <i>ETF</i> JETS, des compagnies aériennes nord-américaines, européennes et asiatiques. . . . . | 93  |
| 5.35 | Cours des portefeuilles et de l' <i>ETF</i> JETS en base 100 ( $I = 100$ ). . . . .  | 95  |
| 5.36 | Comparaison du rendement et de la volatilité des portefeuilles et de l' <i>ETF</i> JETS. . . . .                                     | 96  |
| 5.37 | Cours moyen en fonction de la situation géographique en base 100 ( $I = 100$ ). . . . .  | 97  |
| 5.38 | Cours moyen en fonction du sous-secteur en base 100 ( $I = 100$ ). . . . .   | 98  |
| 5.39 | Cours moyen en fonction de la capitalisation boursière en base 100 ( $I = 100$ ). . . . .  | 98  |
| 5.40 | Cours de l' <i>ETF</i> JETS et des compagnies aériennes nord-américaines MCW/EW en base 100 ( $I = 100$ ). . . . .                   | 101 |
| 5.41 | Corrélation entre l' <i>ETF</i> JETS et les compagnies aériennes nord-américaines depuis la création de l' <i>ETF</i> JETS. . . . .  | 101 |
| 6.1  | Cours moyen par quartile en fonction de l'évolution de la notation ESG globale sur 5 ans ( $I = 100$ ). . . . .                      | 107 |

# Abréviations

|        |   |
|--------|---|
| ACI    | Airport Council International   |
| ACTK   | Available Cargo Tonne-Kilometers  |
| ASK    | Available Seat-Kilometers   |
| BECS   | Bloomberg Environmental, Social and Governance Industry Classification System |
| BICS   | Bloomberg Industry Classification System                                      |
| CFROIC | Cash Flow Return On Invested Capital  |
| CLF    | Cargo Load Factor   |
| CORSIA | Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation             |
| CSA    | Corporate Sustainability Assessment (par S&P Global                           |
| CTK    | Cargo Tonne-Kilometers  |
| EBIT   | Earnings Before Interest and Taxes  |
| EPS    | Earnings-Per-Share  |
| ESG    | Environnement - Social - Gouvernance  |
| ETF    | Exchange-Traded Fund  |
| EW     | Equally-Weighted  |
| FMI    | Fonds Monétaire International   |
| GES    | Gaz à Effet de Serre  |
| HHI    | Herfindahl-Hirschman Index  |

|      |  |
|------|--|
| HPR  | Holding Period Return                                  |
| HUD  | Head Up Display  |
| IA   | Intelligence Artificielle                              |
| IATA | International Air Transport Association                |
| ICAO | International Civil Aviation Organization              |
| M\$  | Milliard(s) de dollars américains (USD)                |
| MCW  | Market-Cap Weighted                                    |
| NEO  | New Engine Option (par Airbus)                         |
| OECD | Organisation for Economic Co-operation and Development |
| OMS  | Organisation Mondiale de la Santé                      |
| P/E  | Price-to-Earnings                                      |
| PIB  | Produit Intérieur Brut                                 |
| PLF  | Passenger Load Factor                                  |
| PMI  | Purchasing Managers' Index                             |
| PNC  | Personnel Navigant Commercial                          |
| RPK  | Revenue Passenger-Kilometers                           |
| SAF  | Sustainable Aviation Fuel                              |
| UN   | United Nations   |



# PARTIE 1

## Introduction

Inspiré par la nature et les oiseaux, l'Homme a toujours rêvé de voler. Les témoignages consacrés à ce fervent désir sont nombreux dans les diverses mythologies, tels qu'Icare dans la mythologie grecque ou encore Lu Ban dans la mythologie chinoise. Depuis lors, de nombreux inventeurs et pionniers ont tenté de parvenir à ce rêve. Cependant, c'est à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle que tout s'est accéléré, après quelques expériences parfois tragiques. C'est dans ce contexte, fascinés par les nombreux travaux peu fructueux de Lilienthal et Ader, que les frères Wright ont élaboré leur propre avion, le *Flyer*, à bord duquel ils effectuèrent le premier vol motorisé et contrôlé de l'Histoire, ouvrant la voie à l'aviation moderne.

Depuis lors, les nombreuses avancées technologiques et la libéralisation du transport aérien ont poussé l'aviation à connaître une expansion fulgurante, notamment grâce à l'essor des compagnies aériennes *low-cost*. Ces dernières, avec leur modèle économique, ont poussé les coûts vers le bas, leur permettant de proposer des prix très bas. Cela a rendu le transport aérien accessible à tous, et prendre l'avion n'est plus considéré comme un luxe, ni dans la sphère professionnelle, ni dans la sphère privée. Mais à quel prix cette accessibilité accrue se fait-elle ?

Le développement rapide du transport aérien se retrouve souvent au cœur de l'actualité pour des raisons éthiques. En effet, la pollution produite par l'aviation mondiale suscite de nombreuses inquiétudes. Bien que son impact environnemental soit indéniable, l'aviation civile joue un rôle économique et social très important en générant des millions d'emplois, non seulement au sein même du secteur, mais également dans d'autres, agissant ainsi comme un catalyseur pour l'économie. Deux aspects de la durabilité s'opposent alors : l'environnemental (E) et le social (S).

À l'heure actuelle, très peu de solutions d'investissement dans le secteur existent, et encore moins se penchant sur la durabilité. C'est dans ce contexte que ce mémoire aura pour objectif d'explorer la possibilité de concilier performance financière, stabilité du risque, ainsi que responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance dans le secteur de l'aviation civile. Pour réaliser cette étude, nous bénéficions de l'opportunité de pouvoir nous appuyer sur des données incluant celles de la crise du coronavirus SARS-CoV-2, ayant eu des répercussions historiques sur le secteur de l'aviation.

Nous commencerons par contextualiser en détails le secteur de l'aviation civile, pour pouvoir

être en mesure d'élaborer une question de recherche claire et pertinente. Ensuite, nous établirons une méthodologie précise, incluant la sélection d'un indice de référence permettant de mesurer l'efficacité de notre étude. Nous poursuivrons par l'élaboration de portefeuilles et l'analyse de leur performance financière et extra-financière. Nous terminerons par une discussion sur les limites inévitables présentes dans notre étude.

Au final, les résultats de cette recherche pourraient transformer la manière dont les investisseurs perçoivent et abordent l'investissement dans ce secteur, traditionnellement considéré comme délicat.

# PARTIE 2

## Contextualisation

### 2.1 Histoire de l'aéronautique

#### 2.1.1 Du 19ème siècle à aujourd'hui

##### Des mythes aux pionniers de l'aviation

L'envie de voler a longtemps été un rêve dans de nombreuses mythologies et légendes à travers les âges, de la mythologie grecque avec Icare et son père Dédale, qui ont créé leurs ailes à partir de plumes et de cire, à la mythologie chinoise avec Lu Ban, capable de voler pendant trois jours sans s'arrêter.

Ces mythes reflètent parfaitement le désir de l'humanité de conquérir le ciel. Ils ont sans aucun doute inspiré les pionniers de l'aviation à poursuivre leurs rêves de vol.

C'est finalement devenu réalité. En effet, l'aviation a, comme de nombreuses autres industries, vu son développement s'accélérer à la fin du XIXème siècle. Ce développement a vu le jour grâce aux nombreuses avancées technologiques de la révolution industrielle.

Après de nombreuses expériences peu fructueuses (comme Lilienthal ou Ader), c'est au début du XXème siècle que les américains Orville et Wilbur Wright ont élaboré leur avion, le *Flyer*, avec lequel ils ont réalisé le premier vol motorisé et contrôlé de l'Histoire, le 17 décembre 1903 à Kitty-Hawk (Caroline du Sud). Ce premier vol marque le début de l'ère de l'aviation. Par la suite, les frères Wright ont tenté de battre différents records en altitude, en vitesse et en durée (Petrescu et al., 2017).

Avant la Première Guerre mondiale, les ailes étaient construites avec des matériaux naturels comme le sapin et le balsa, réputés pour leur légèreté et leur solidité. De leur côté, les hélices étaient principalement composées de différents bois lourds tels que le noyer ou le hêtre.

En 1909, Louis Blériot, un autre pionnier, a profité des avancées technologiques pour réaliser l'exploit de traverser la Manche avec son avion, le Blériot XI. Cet exploit retentissant pour l'époque démontre au monde entier le potentiel de l'aviation en matière de transport, permettant

ainsi d’imaginer le rêve de relier les pays et les continents (Petrescu et al., 2017).

Les deux grandes guerres ont joué un rôle essentiel dans l’évolution des techniques structurales et mécaniques des avions. C’est d’ailleurs durant la Première Guerre mondiale que les premières structures métalliques ont vu le jour.

Pendant la guerre de 14-18, les avions sont peu nombreux et servent surtout à des tâches d’observation et de renseignement. C’est grâce à cela que Louis Breguet a pu observer les mouvements de l’armée allemande vers Paris en 1914.

Le développement des techniques apportées par cette période sombre de l’Histoire a permis l’émergence des compagnies aériennes. La première compagnie aérienne de l’Histoire fut KLM (*Koninklijke Luchtvaart Maatschappij*), aux Pays-Bas en 1919 (Chiambaretto and Combe, 2023). Cette compagnie aérienne est par ailleurs toujours en activité aujourd’hui.

À cette époque, le transport aérien se base principalement sur le transport de fret. La loi Kelly de 1925 (aux États-Unis) autorise le courrier postal à être transporté par des compagnies aériennes privées, et stimule ainsi le développement de l’industrie aux États-Unis, mais aussi rapidement en Europe. Voyager en avion est encore considéré comme étant un produit de luxe (Chiambaretto and Combe, 2023).

## **Expansion du transport aérien**

Il faut attendre la fin de la Seconde Guerre mondiale pour voir le transport aérien se développer de manière globale. En effet, durant la Seconde Guerre mondiale, certains pays, comme l’Allemagne (*Luftwaffe*) ou le Royaume-Uni (*Royal Air Force*), ont bien compris que l’aviation pourrait devenir une clé pour remporter la guerre.

Comme lors de la Première Guerre mondiale, l’aviation s’est développée de manière conséquente, avec l’utilisation d’avions de repérages et de combats sur le champ de bataille. Cela a poussé à la formation de nombreux pilotes et à la production d’avions de plus en plus performants, plus maniables, rapides et sûrs. Alors qu’au début de la guerre les avions à pistons étaient les plus courants, l’avancée technologique permet l’arrivée des moteurs à réaction. Ce type de moteur est encore majoritairement utilisé dans les avions de combat actuels tels que le Lockheed Martin F-35 Lightning II ou le Dassault Rafale (Petrescu et al., 2017).

Ces nouvelles technologies de pointe ont également permis au transport aérien civil de se développer considérablement, le rendant bien plus accessible dans les pays développés, notamment avec l’arrivée d’avions de ligne tels que le Caravelle (du constructeur Sud-Aviation en 1957) ou le Boeing 707 (du constructeur Boeing en 1957) (Chiambaretto and Combe, 2023).

Tout comme aujourd’hui, le transport aérien dépendait grandement du cadre juridique entre les différents espaces aériens, notion inexistante avant la Seconde Guerre mondiale. Le problème d’utilisation de l’espace aérien a été résolu par la Convention de Chicago, en 1944 (Weber, 2016), qui a permis une harmonisation du développement du transport aérien et la création, en 1947, de l’Organisation de l’Aviation Civile Internationale (ICAO) (Chiambaretto and Combe, 2023).

Le rôle de l'ICAO est de superviser les principes et les mécanismes de l'aviation internationale. Elle vise l'évolution du secteur sur le plan international pour garantir une expansion sécurisée et structurée. Cette organisation est contrôlée par les Nations Unies (UN) (Agustini et al., 2021).

## Démocratisation du transport aérien et naissance du *low-cost*

La démocratisation du transport aérien a commencé aux États-Unis avec l'*Airline Deregulation Act* en 1978. En effet, cet acte signé par Jimmy Carter (39<sup>ème</sup> président des États-Unis) a ouvert toutes les routes domestiques aux compagnies aériennes américaines. Ces compagnies étaient dès lors en concurrence et libres d'offrir des billets d'avion aux prix souhaités. Cela a inspiré l'Europe, qui a ouvert, à son tour, le marché aérien à la concurrence des compagnies aériennes européennes (Morrison and Winston, 2010).

La libéralisation du transport aérien, ayant stimulé la concurrence, ainsi que les avancées technologiques ont toutes deux permis de faire diminuer drastiquement le prix du billet d'avion jusqu'à aujourd'hui, comme le montre la Figure 2.1. Ceci a rendu le transport en avion abordable pour de nombreuses populations (Chiambaretto and Combe, 2023).

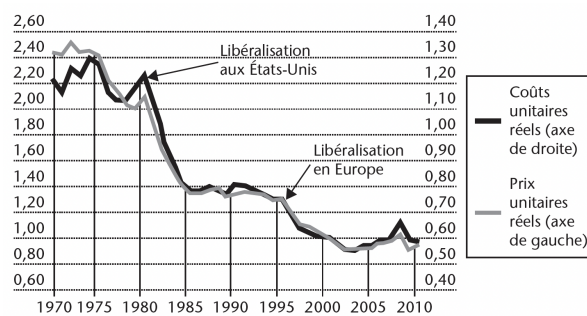


FIGURE 2.1 – Prix unitaire réel d'un billet d'avion depuis la libéralisation du transport aérien. (Chiambaretto and Combe, 2023)

L'arrivée de nouveaux types d'acteurs sur le marché, telles les compagnies *low-cost* et *ultra low-cost*, a accéléré cette diminution. C'est Southwest Airlines (en 1971) qui fut l'initiateur du concept avec le développement de vols court-courriers entre différentes villes au Texas (Malighetti et al., 2009; Chiambaretto and Combe, 2023).

L'arrivée de ces nouveaux acteurs a cependant posé de nombreux problèmes aux compagnies historiques, installées sur le marché depuis l'essor du transport aérien. Beaucoup se sont retrouvées dans une situation financière complexe et ont fini par faire faillite comme la Pan American World Airways aux États-Unis en 1991 ou la Sabena en Belgique en 2001.

Comme le montre la Figure 2.2, le principe du *low-cost* se base sur cinq piliers. La rédefinition des besoins de consommateurs permet une simplification de l'offre, qui a pour effet une baisse du coût unitaire. Cette baisse permet aux compagnies aériennes *low-cost* d'être agressives sur le marché, avec une baisse du prix des billets faisant augmenter les volumes. La rentabilité du modèle *low-cost* se base sur des volumes importants et sur les nombreuses options payantes (Malighetti et al., 2009).

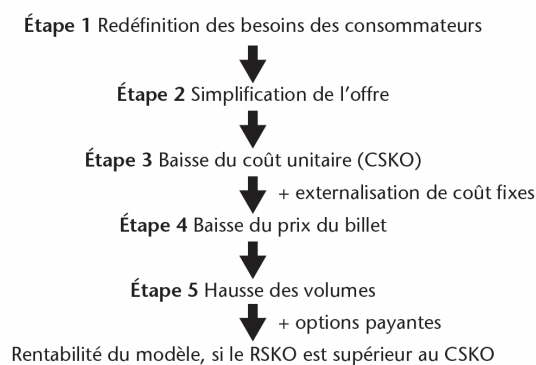


FIGURE 2.2 – Principes de base du modèle *low-cost*. (Chiambaretto and Combe, 2023)

Ce modèle est d'application dans la plupart des zones géographiques, et est très développé dans les espaces aériens concurrentiels, qui aspirent une grande partie du trafic de passagers. Désormais, prendre l'avion n'est plus considéré comme un luxe. Il est devenu facilement accessible financièrement. Il est désormais courant de voir certaines compagnies aériennes proposer des prix bradés, parfois même en dessous de 10 €, pour des vols court-courriers. Selon Chiambaretto and Combe (2023), après le prix du billet, la deuxième explication de cette démocratisation s'explique par le fait que les classes moyennes ont considérablement augmenté dans les pays émergents, notamment dans certains pays asiatiques, ce qui a un effet direct sur le volume de passagers dans le monde. Le secteur aérien dans les pays émergents a été fortement frappé par la pandémie de coronavirus SARS-CoV-2, comme de nombreuses autres zones (notamment aux États-Unis). Nous y reviendrons plus en détails dans la Sous-section 2.1.2.

### Caractéristiques actuelles du marché de l'aérien

D'après Ravix and Mouchnino (2009), le marché de l'aérien présente deux caractéristiques principales : c'est un marché mondial et très complexe.

En effet, le marché est mondialement développé bien que certaines régions soient plus consommatrices que d'autres. Le nombre de passagers et la santé financière des compagnies aériennes déterminent de manière directe la prise de commande chez les avionneurs. Le marché est aussi très complexe car il dépend de nombreux facteurs ; il est composé de différents segments et de nombreux acteurs y oppèrent (Ravix and Mouchnino, 2009).

Selon l'ACI (2023), le trafic mondial de passagers devait atteindre 8,6 milliards en 2023 et 9,4 milliards d'ici la fin de l'année 2024, passant ainsi au-dessus du volume pré-Covid. D'abord considéré comme un produit de luxe, les avancées technologiques, la libéralisation du trafic aérien et l'arrivée des compagnies aériennes *low-cost*, ont permis au secteur de rapidement se transformer, pour devenir largement répandu dans de nombreuses régions.

### 2.1.2 Impacts de la pandémie de la COVID-19

D'après de nombreux spécialistes (Kalić et al., 2022; Nhamo et al., 2020; Zhang et al., 2022), la pandémie de COVID-19 représente une crise sans précédent en termes d'ampleur et de longévité de ses impacts. La crise sanitaire a affecté toute la chaîne de valeur (*value chain*), des fournisseurs de pièces aux agents de *check-in*, et a ainsi mis sous pression financière tout le secteur.

Selon Kalić et al. (2022), malgré les divers ralentissements occasionnés par les instabilités économiques, y compris les récessions et les variations de prix du kérosène, le secteur aéronautique a constamment démontré une résilience impressionnante. Cela s'est confirmé dans le cas de la crise sanitaire liée à la COVID-19.

Comme nous l'avons vu plus tôt dans la Sous-section 2.1.1, le trafic aérien mondial a connu une croissance soutenue ces dernières décennies. L'année 2019, précédant la pandémie, était d'ailleurs une année record au niveau mondial en termes de nombre de passagers. Mais le 11 mars 2020, l'OMS (2020) déclarait la pandémie due au coronavirus SARS-CoV-2 comme étant mondiale.

Dans le but de freiner la propagation rapide du virus, les gouvernements ont mis en place des restrictions de voyage strictes (quarantaines et tests), variables d'un pays à l'autre, rendant la situation des voyageurs très difficile. Par exemple, certains pays imposaient un simple test, voire une quarantaine obligatoire à l'arrivée, alors que d'autres fermaient totalement leurs frontières, ou les fermaient aux voyageurs venant de certaines destinations. Ces mesures, bien que nécessaires, ont constitué un obstacle majeur pour le transport aérien et il n'est donc pas surprenant qu'il ait été très durement touché par cette pandémie.

Certaines périodes ont même vu une suspension complète du trafic aérien de passagers dans certaines régions. L'IATA (2022) mentionne qu'en avril 2020, 66% de la flotte d'avion mondiale était clouée au sol (*grounded*). Selon Nhamo et al. (2020), l'immobilisation des flottes aériennes a engendré un revenu passif pour les aéroports, provenant des frais de stationnement des avions cloués au sol. Cette source de revenus a permis d'atténuer, bien que partiellement, les pertes financières subies par les aéroports durant cette dure période.

En plus d'avoir un impact financier sans précédent, l'arrêt soudain du trafic aérien a eu des conséquences sociales considérables. En effet, de nombreuses entreprises du secteur, pour survivre financièrement, ont été contraintes de prendre des mesures drastiques comme la réduction de leur personnel (Nhamo et al., 2020).

Selon l'IATA (2023c), l'assouplissement de certaines restrictions a été accélérée par deux facteurs majeurs, qui ont contribué à réduire le risque de propagation du virus. D'une part, la vaccination, d'autre part, les analyses concernant les restrictions et leur efficacité, qui ont incité les gouvernements à les adapter. La réouverture progressive du transport aérien international de passagers a ainsi été encouragée.

#### Impacts sur le trafic de passagers et de marchandises

Selon Dev et al. (2023), l'industrie aéronautique est particulièrement sensible par rapport à d'autres industries. La Figure 2.3, reprend le volume de passagers dans le monde au cours des

trois dernières décennies. Nous y voyons clairement l'impact des événements tels que l'instabilité politique, les catastrophes naturelles, les crises énergétiques et les menaces majeures pour la santé publique. La cassure nette de la courbe en 2020 montre que la crise sanitaire liée au coronavirus SARS-CoV-2 a eu un impact sans précédent sur le volume de passagers dans le monde.

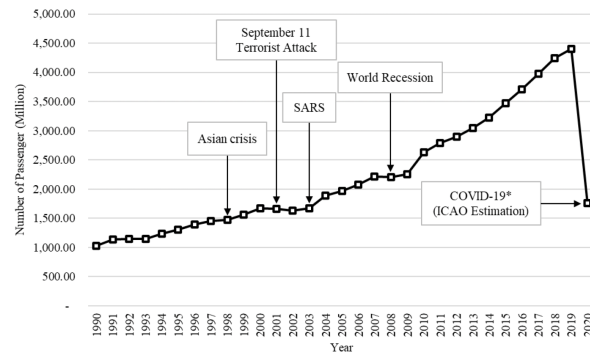


FIGURE 2.3 – Croissance du nombre de passagers dans le monde et événements externes (depuis 1990). (Thepchalerm and Ho, 2021)

Selon une étude menée par Dev et al. (2023), le secteur du transport aérien de passagers a connu des années 2020 et 2021 particulièrement difficiles, avec une chute du trafic aérien de 66% en 2020 et de 58% en 2021, par rapport aux niveaux records atteints en 2019. L'IATA (2023c) et Sun et al. (2020) ont souligné que les liaisons internationales ont été très fortement touchées (cf. Figure 2.4).

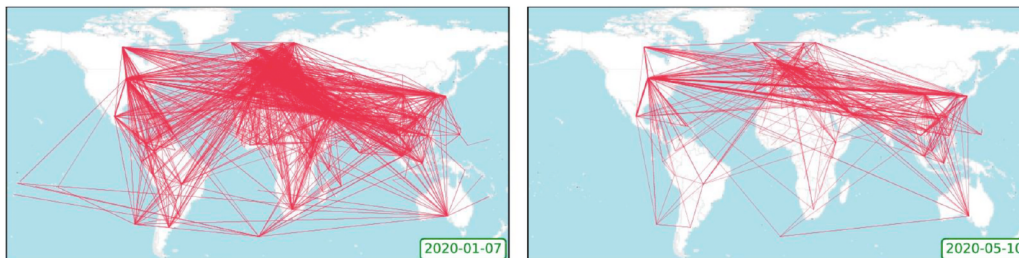


FIGURE 2.4 – Réseau aérien international avant et pendant la pandémie de COVID-19. (Sun et al., 2020)

Selon Kalić et al. (2022), les compagnies aériennes disposant d'un vaste réseau national, comme les États-Unis, la Chine et l'Inde, étaient mieux placées, car elles pouvaient s'appuyer sur leurs vols domestiques, impactés uniquement par la politique de restriction interne. Cela leur a permis de maintenir une certaine activité en dépit des perturbations mondiales affectant les vols internationaux.

L'aviation privée a également subi les effets des restrictions. Toutefois, comme le notent Powley and Bushey (2020), l'annulation de nombreux vols commerciaux a incité certains voyageurs à se diriger vers l'aviation privée. Par conséquent, les opérateurs de ce secteur ont observé une augmentation du nombre de nouveaux utilisateurs.

Enfin, le transport de marchandises a joué un rôle crucial dans l'acheminement d'équipements



médicaux durant la crise sanitaire, ce qui a fait rebondir de manière impressionnante la demande de fret. Nous y reviendrons plus en détails dans la Sous-section 2.1.3.

## Impacts sociaux et financiers

La crise de la COVID-19 a eu des impacts majeurs sur le secteur aéronautique, tant au niveau social que financier. L’effondrement de la demande a entraîné des pertes d’emplois conséquentes partout dans le monde, pour essayer d’atténuer un naufrage financier important des acteurs du secteur aérien.

Dès le début de la crise, l’organisme ATAG (2020) annonçait que 4,8 millions emplois directs étaient à risque au vu des impacts de la COVID-19, soit 43% du niveau de 2019. En janvier 2021, Cahill et al. (2021) ont réalisé une étude psychologique sur les travailleurs du secteur aérien. Cette étude a révélé qu’ils ont subi une situation de stress intense, avec un nombre élevé de dépressions et un sentiment d’anxiété important durant la pandémie, en particulier pour le personnel navigant (PNC et pilotes).

L’ATAG (2021) a montré que, finalement, l’impact de la COVID-19 a été moins important que prévu, avec ”seulement” 2,3 millions d’emplois directs perdus dans ce secteur, soit une diminution de 21% par rapport à 2019.

Lors de la reprise de l’activité, beaucoup d’acteurs ont rencontré des difficultés importantes pour récupérer le personnel dont ils s’étaient séparés. En effet, ces licenciements, touchant notamment des employés hautement qualifiés, ont entraîné une fuite importante de main-d’œuvre vers d’autres secteurs (Kalić et al., 2022).

D’un point de vue financier, la pandémie a entraîné les pires résultats de l’histoire de l’aviation civile, avec, selon l’IATA (2023c), une perte consolidée s’élevant à 390 milliards de dollars américains (USD). Logiquement, les sous-secteurs les plus fortement impactés étaient ceux qui se reposaient sur une part importante de coûts fixes, coûts qu’ils ont dû assumer alors que le secteur était presque complètement à l’arrêt.

D’après Doganis (2005), l’aviation civile est très cyclique, caractérisée par des rotations de fonds de roulement extrêmement élevées, et des marges EBIT très faibles. Au début de la crise, les réserves de trésorerie des acteurs du secteur étaient très faibles, ce qui n’était pas favorable pour leur capacité de résilience en cas de crise (Brown and Kline, 2020; Thepchalerm and Ho, 2021; Kalić et al., 2022). Kalić et al. (2022) précisent même que la plupart des compagnies aériennes ne disposaient que de deux mois de trésorerie, voire moins dans certains cas. Seules les entreprises présentes dans le transport de marchandises ont pu profiter de la recrudescence de la demande d’acheminement de marchandises médicales et de l’explosion du *e-commerce* pour soigner leurs finances (Nhamo et al., 2020; IATA, 2023c).

Les difficultés financières et structurelles provoquées par la pandémie se sont immédiatement reflétées sur le cours de bourse des acteurs aéronautiques. Une étude menée fin 2020 par Manee-nop and Kotcharin (2020) révèle une baisse importante des cours, surpassant celle du marché, surtout en Europe et aux États-Unis, alors que l’impact a été moindre dans les pays asiatiques.

## Rôle des gouvernements

Les conséquences financières colossales de la pandémie ont suscité une vive inquiétude auprès des gouvernements et des autorités publiques. En effet, l’aviation joue un rôle crucial dans l’économie mondiale, tant sur le plan social que financier (Nhamo et al., 2020). Nous en discuterons plus largement dans la Section 2.2

C’est dans cette optique que les gouvernements ont réagi rapidement, apportant un soutien financier, presque vital pour de nombreux acteurs du secteur. Selon l’OCDE (2021), diverses formes d’aide ont été mises en place, notamment des prêts, des garanties de prêts et des investissements en capital.

Sans ces interventions, de nombreuses entreprises du secteur auraient dû cesser définitivement leurs activités (Kalić et al., 2022). Certaines faillites importantes ont tout de même été enregistrées, comme en témoignent les cas de FlyBe (Grande-Bretagne), Miami Air International (États-Unis) ou encore Compass Airlines (États-Unis).

### 2.1.3 Tendances actuelles

D’après Dev et al. (2023), l’aviation civile moderne est à l’aube d’une ère de croissance et d’innovation continue. Ils ont identifié différents axes sur lesquels l’aviation moderne pourra se baser pour continuer à jouer son rôle.

- Les avancées technologiques ont permis de concevoir des avions plus efficaces dans leur consommation en carburant, permettant aux compagnies aériennes de réduire leurs coûts d’exploitation et leurs émissions nuisibles. Ce progrès est rendu possible grâce à l’amélioration de l’aérodynamique, comme avec l’arrivée de *winglets* sur la plupart des appareils, à l’utilisation de matériaux plus légers, comme pour l’A350 d’Airbus, composé à plus de 50% de carbone, mais aussi grâce à l’introduction de technologies de moteurs plus propres, comme c’est le cas sur le nouvel A320neo d’Airbus. À noter que les progrès réalisés en matière d’efficacité énergétique ont été accompagnés d’une réduction considérable de la pollution sonore des appareils. En effet, l’IATA (2023d) estime que les moteurs des avions de nouvelle génération, comme l’A320neo, sont moins bruyants qu’il y a trente ans (-75%).
- L’intelligence artificielle (IA) et l’automatisation sont aussi de plus en plus utilisées dans l’aviation. Par exemple, elle en tire profit pour offrir aux passagers une expérience personnalisée, pour prédire avec précision les cycles de maintenance des appareils, ou encore, pour optimiser la planification et la création des routes. L’IA permet d’analyser de grandes quantités de données en même temps, ce qui est crucial dans un secteur dépendant de nombreux facteurs. Ces procédés permettent d’améliorer l’efficacité des acteurs du secteur et d’améliorer la satisfaction des clients, tout en assurant la sécurité.
- La libéralisation du transport aérien a également eu un impact sur l’aviation moderne. Comme vu précédemment, les accords d’*open-skies* ont libéralisé les droits en matière de trafic aérien entre les pays, favorisant la concurrence et augmentant la connectivité. De plus, l’essor des compagnies *low-cost* a rendu le voyage aérien accessible à un plus grand nombre de personnes. Cela a démocratisé le voyage et stimulé le tourisme dans de nombreuses

régions. Parallèlement, la croissance de la classe moyenne mondiale et l'augmentation des revenus disponibles ont conduit à une hausse des voyages de loisirs, alimentant la demande pour de nouvelles destinations. De plus, les passagers sont davantage en quête d'expériences de voyage personnalisées. Cette tendance stimule le développement de nouvelles technologies et de services tels que les systèmes de divertissement en vol et les voyages sur-mesure.

- Aujourd'hui encore, la pollution produite par les avions suscite de nombreuses inquiétudes. L'aviation nécessite une transformation en profondeur pour limiter ses impacts environnementaux et assurer sa survie à long terme. D'ailleurs, de nombreux acteurs mettent d'ores et déjà l'accent sur la durabilité pour assainir le transport aérien. Comme énoncé plus tôt, les préoccupations environnementales stimulent davantage le développement de technologies plus propres et plus durables comme les biocarburants, les expérimentations d'avions équipés de moteurs électriques ou encore les programmes de compensation du carbone. Nous discuterons dans la Section 2.3 de l'impact de l'aviation sur l'environnement et des perspectives futures.

Après avoir examiné les tendances actuelles, il est essentiel de distinguer le transport de passagers du transport de marchandises, afin de mieux appréhender l'état actuel du secteur de l'aviation civile.

## **Transport de passagers**

La statistique de passagers-kilomètres payants (RPK) est souvent utilisée dans l'industrie aéronautique pour évaluer la demande de transport aérien de passagers. Les RPKs sont calculés en multipliant le nombre de passagers payants par la distance totale parcourue et permettent d'analyser la demande réelle. Une augmentation des RPKs est positive pour une compagnie aérienne, car elle signifie que plus de passagers empruntent ses lignes.

L'offre réelle de transport aérien de passagers est, quant à elle, quantifiée par le nombre de sièges-kilomètres disponibles (ASK). Les ASKs sont calculés en multipliant le nombre de sièges disponibles par la distance totale parcourue.

Une fois réunis, ces indicateurs permettent de comparer l'offre et la demande (ASKs vs RPKs). De nombreuses compagnies aériennes se servent de ces mesures statistiques pour ajuster au mieux leur offre (ASK) au volume de demande (RPK), afin d'optimiser leur rentabilité.

Le transport de passagers a connu une grande perturbation début 2020 avec la pandémie de la COVID-19. Le rapport de l'IATA (2023c), montre une nette chute des nombres de passagers et de sièges disponibles durant la pandémie, comme l'illustrent la Figure 2.5 et la Figure 2.6. D'autre part, il montre des signes nets de reprise de la demande, grâce à l'assouplissement dans les restrictions de voyages en 2022, même si, pour certaines routes, le transport international est resté partiellement entravé par des politiques non coordonnées entre les pays. Ceci se reflète sur la Figure 2.5 ainsi que sur la Figure 2.7. L'IATA (2023c) précise que la demande s'est accélérée début 2023 avec la réouverture de l'espace aérien chinois, entraînant la reprise des vols domestiques, mais surtout internationaux depuis et vers la Chine. Les RPKs totaux ont récupéré, en mars 2023, 88% de leur niveau de 2019. Ce rattrapage est, en grande partie, attribuable au

déploiement des vols domestiques. Fin 2023, la demande, corrigée des variations saisonnières, est revenue à un niveau quasiment équivalent à celui précédant la pandémie de la COVID-19.

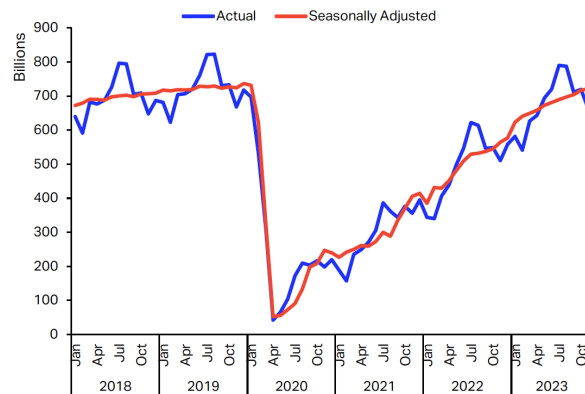


FIGURE 2.5 – Nombre de passagers-kilomètres payants (RPK) dans le monde. (IATA, 2023b)

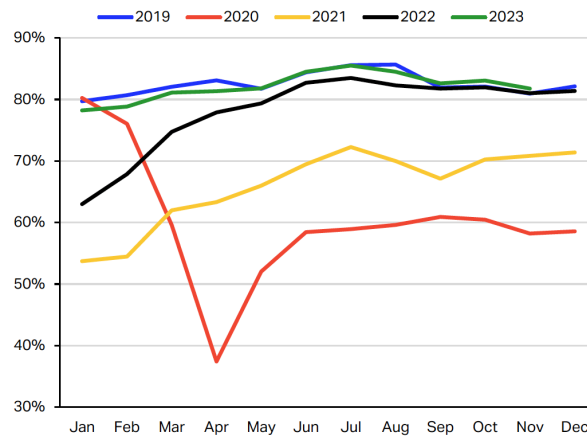


FIGURE 2.6 – Nombre de sièges-kilomètres disponibles (ASK) dans le monde. (IATA, 2023b)

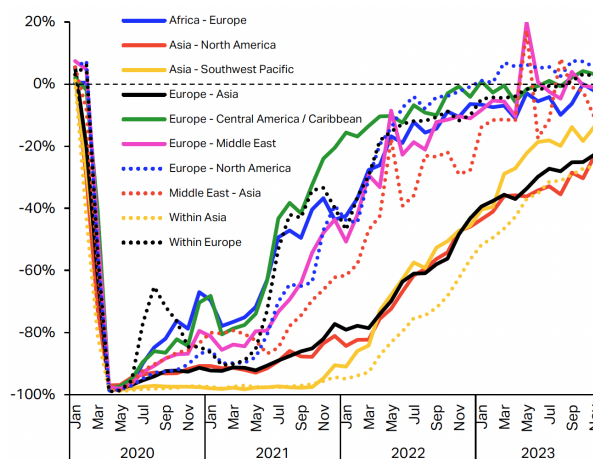


FIGURE 2.7 – Évolution du nombre de passagers-kilomètres payants (RPK) dans le monde par route (en fenêtres roulantes d'un an). (IATA, 2023b)

Le transport international est, par ailleurs, impacté par la guerre entre la Russie et l'Ukraine.

En effet, comme le montre l'étude de Wang et al. (2023), la fédération de Russie a interdit le survol de son espace aérien à près de quarante pays, perturbant ainsi fortement le fonctionnement d'une grande partie des vols internationaux. Non seulement, les effets se font sentir sur le prix des billets d'avion, mais aussi, sur l'environnement. De plus, l'IATA (2023c) indique que la fermeture de l'espace aérien russe a eu un impact direct sur les passagers-kilomètres payants (RPK), car certaines compagnies aériennes ont dû supprimer des lignes, faute de rentabilité suffisante. À titre d'exemple, prenons la compagnie aérienne Finnair (Finlande) qui, vu sa situation géographique, est spécialisée dans les vols entre l'Europe et l'Asie. Elle est connue pour être l'une des compagnies aériennes occidentales les plus touchées par les sanctions russes. Avant les restrictions, un vol entre Helsinki (Finlande) et Tokyo (Japon) durait en moyenne 9,5 heures. Actuellement, avec la déviation des routes aériennes, il faut compter en moyenne 13 heures de vol.

Comme nous pouvons le voir dans la Table 2.1, fin 2023, l'Europe détenait la plus grande part sur le marché du transport de passagers (30,80%), suivie de près par l'Amérique du Nord (28,80%) et l'Asie-Pacifique (22,10%). Bien que le continent africain soit, en superficie, imposant, il ne compte que pour 2,10% du marché mondial du transport de passagers. Le taux de remplissage quantifie la proportion de sièges occupés par rapport au nombre total de sièges disponibles pour un vol donné. Selon l'IATA (2023b), le taux de remplissage (PLF) moyen dans le transport de passagers est de 81,80%.

| (déc. 2023)   | <b>Part</b> | <b>PLF</b> |
|---------------|-------------|------------|
| Europe        | 30,80%      | 85,10%     |
| North America | 28,80%      | 82,90%     |
| Asia Pacific  | 22,10%      | 81,20%     |
| Middle East   | 9,80%       | 78,20%     |
| Latin America | 6,40%       | 82,70%     |
| Africa        | 2,10%       | 73,20%     |

TABLE 2.1 – Part du marché du transport aérien de passagers et taux de remplissage (PLF) par région du monde. (IATA, 2023b)

## Transport de marchandises

La statistique de tonnes-kilomètres de fret (CTK) est l'équivalent des passagers-kilomètres payants (RPK) dans le transport de marchandises. Elle est souvent utilisée dans l'industrie aéronautique pour évaluer la demande en transport aérien de marchandises. Les CTKs sont calculés en multipliant le nombre de tonnes de fret transportées par la distance totale parcourue et permettent d'analyser la demande réelle. Une augmentation des CTKs est positive pour une compagnie aérienne spécialisée dans le cargo, car elle signifie que plus de fret est transporté sur son réseau.

Même chose pour l'offre, quantifiée par le nombre de tonnes-kilomètres de fret disponibles (ACTK) qui mesure l'offre réelle en transport aérien de fret. Les ACTKs sont calculés en multipliant le nombre de tonnes de fret disponibles par la distance totale parcourue.

Une fois réunis, ces indicateurs permettent de comparer l'offre et la demande (ACTKs vs CTKs). De nombreuses compagnies aériennes se servent de ces mesures statistiques pour ajuster au mieux leur offre (ACTK) au volume de demande (CTK), afin d'optimiser leur rentabilité.

Il convient de noter que l'utilisation de ces mesures statistiques pourraient être biaisées dans le transport aérien de marchandises, car elles prennent en compte le poids et non le volume. Par exemple, une compagnie aérienne pourrait transporter des marchandises légères mais volumineuses, ce qui ne serait pas reflété de manière adéquate par les ACTKs et les CTKs. Ce biais ne concerne pas le transport aérien de passagers, car le nombre de sièges est fixe et la capacité de transport n'est pas dépendante du poids ou du volume des passagers.

Contrairement au transport de passagers, le transport de marchandises a eu le vent en poupe lors de la pandémie de la COVID-19. Comme nous pouvons voir sur la Figure 2.8 et sur la Figure 2.9, la demande de fret aérien a chuté avant de rebondir très rapidement lors de la pandémie. L'agilité du transport aérien de fret, permettant de transporter très rapidement des marchandises, en particulier médicales, d'un bout à l'autre de la planète, est principalement à l'origine de cette situation. Le transport maritime, bien que plus lent, répond habituellement aux besoins. Cependant, les impératifs liés à la crise sanitaire ont généré de la pression sur la capacité de transport, car ils exigeaient des volumes massifs à acheminer dans des délais extrêmement réduits.

Comme l'illustre le rapport de l'IATA (2023c) dans la Figure 2.8 et la Figure 2.10, l'année 2021 fût une année record pour le transport aérien de fret. Par la suite, l'année 2022 a vu le nombre de tonnes-kilomètres de fret diminuer de manière importante (-8% entre 2021 et 2022). La principale raison de ce ralentissement est l'inflation croissante qui sévit dans de nombreuses régions du monde, imposant une contrainte budgétaire considérable, d'autant plus que ce type de transport est plus onéreux que ses concurrents. Après cette forte baisse, le nombre de tonnes-kilomètres de fret était de nouveau en augmentation fin 2023.

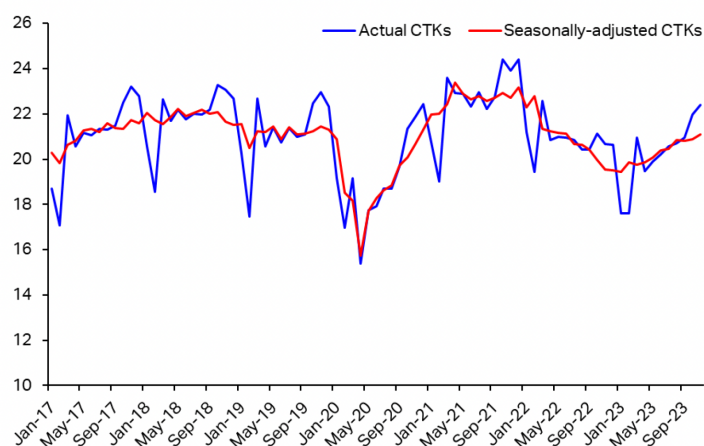


FIGURE 2.8 – Nombre de tonnes-kilomètres de fret (CTK) dans le monde. (IATA, 2023a)

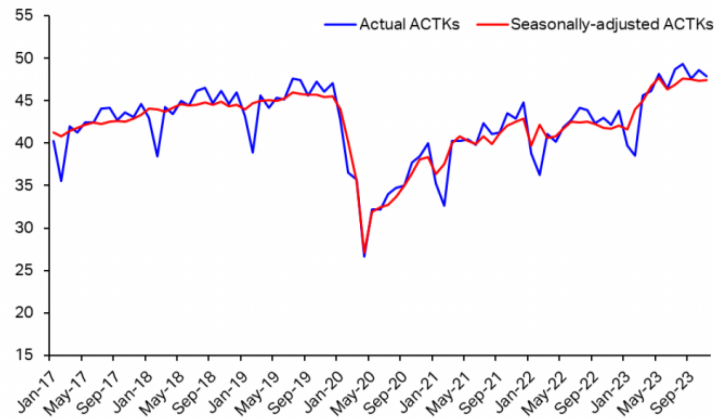


FIGURE 2.9 – Nombre de tonnes-kilomètres de fret disponibles (ACTK) dans le monde. (IATA, 2023a)

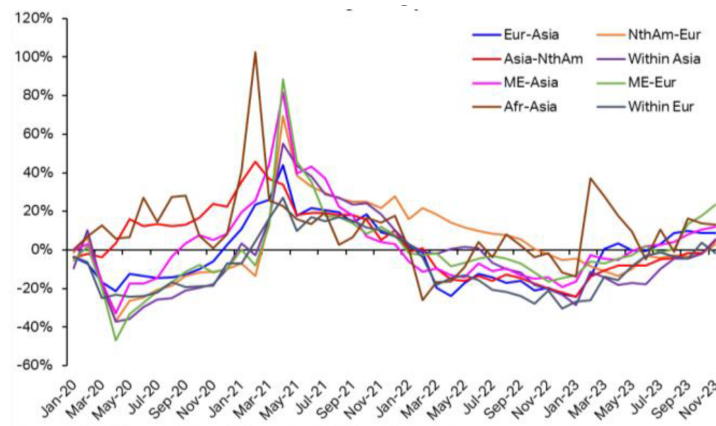


FIGURE 2.10 – Croissance internationale de CTK (en glissement annuel) par routes. (IATA, 2023a)

Une solution de transport méconnue du grand public est celle qui consiste à transporter des marchandises dans les soutes cargo des avions passagers. La Figure 2.11 montre pourtant que cette solution représente une majeure partie de l’offre de fret (ACTK). Avec la reprise progressive des vols commerciaux après la pandémie, l’offre de fret (ACTK) a suivi grâce au rétablissement de la capacité ventrale des avions de transport passagers (ASK). Afin de faire face à une demande de transport de fret aérien soutenue durant la pandémie de la COVID-19, et d’optimiser l’utilisation de leur flotte d’avions classiques, certaines compagnies aériennes l’ont utilisée pour le transport de marchandises. Cela leur a permis de maintenir un certain niveau de revenus tout en répondant aux besoins urgents. Cette catégorie est représentée par les *preighters* sur la Figure 2.11.

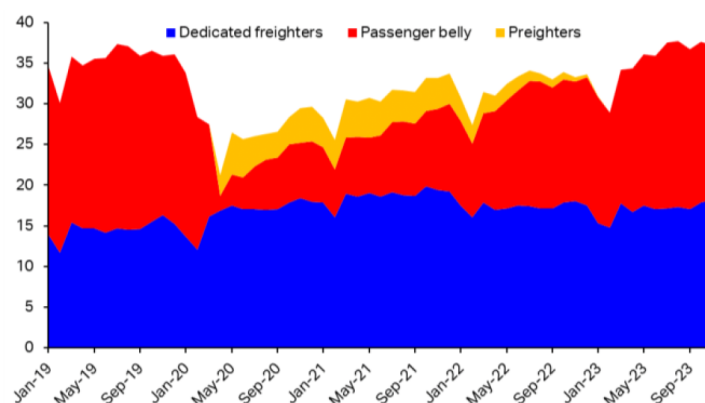


FIGURE 2.11 – Nombre de tonnes-kilomètres de fret disponibles (ACTK) dans le monde par type de transport. (IATA, 2023a)

Comme nous pouvons le voir dans la Table 2.2, fin 2023, c’est l’Asie-Pacifique qui représentait la plus grande part sur le marché du transport de marchandises (32,40%), suivie de près par l’Amérique du Nord (28,10%) et l’Europe (21,80%). Le continent africain ne comptait que pour 2%. La prédominance asiatique peut être largement attribuée à la puissance exportatrice des nations de cette partie du globe. Selon l’IATA (2023b), le taux de remplissage en volume (CLF) moyen dans le transport de marchandises est de 46,70%. Ceci peut sembler faible, notamment en comparaison au taux de remplissage dans le transport de passagers (PLF), mais pourrait s’expliquer par le fait que des marchandises lourdes et peu volumineuses empêchent de remplir tout l’espace disponible de l’avion.

| (déc. 2023)   | Part   | CLF    |
|---------------|--------|--------|
| Asia Pacific  | 32,40% | 47,90% |
| North America | 28,10% | 40,80% |
| Europe        | 21,80% | 57,00% |
| Middle East   | 13,00% | 46,90% |
| Latin America | 2,70%  | 36,30% |
| Africa        | 2,00%  | 42,10% |

TABLE 2.2 – Part du marché du transport aérien de fret et facteur de charge (CLF) par région du monde. (IATA, 2023a)

## Structure du marché

Comme décrit plus haut, l’aviation civile se divise principalement en deux branches, à savoir le transport de passagers et le transport de marchandises. Bien que l’aviation privée constitue une branche de l’aviation civile, nous n’en traiterons que brièvement.

Établir une proportion entre le transport aérien de passagers et le transport aérien de marchandises est une tâche complexe, mais essentielle pour appréhender l’importance relative de chaque branche. Nous baserons cette analyse sur la proportion dans le chiffre d’affaires total du secteur,



car il n'est pas possible de comparer ces deux branches sur d'autres critères, comme le nombre d'heures de vol, le taux de remplissage (PLF/CLF), ... En effet, comme nous venons de le voir, une majeure partie du fret est transportée dans des avions de passagers.

Entre 2004 et 2022, le transport aérien de passagers a représenté, en moyenne, un peu plus de 83% du chiffre d'affaires total du secteur, alors que celui de marchandises ne représentait qu'un peu moins de 17% (IATA, 2015, 2016, 2021a, 2023e).

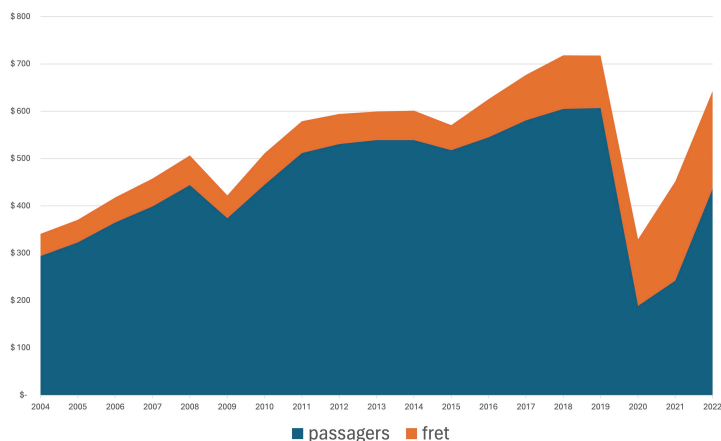


FIGURE 2.12 – Proportion du trafic de passagers et du trafic de marchandises dans les revenus totaux des compagnies aériennes. (IATA, 2015, 2016, 2021a, 2023e)

Du point de vue de la répartition entre vols internationaux et domestiques, nous constatons, qu'en décembre 2023, le transport de passagers comptait 58,10% de vols internationaux pour 41,90% de vols domestiques, alors que la différence est nettement plus marquée dans le transport de marchandises, avec 89,90% en international pour seulement 10,10% en domestique (IATA, 2023a,b).

## 2.2 Importance dans l'économie mondiale

Après avoir étudié l'histoire de l'aéronautique et analysé les tendances actuelles du transport aérien, il est important de s'intéresser au rôle que joue le secteur aérien dans l'économie mondiale.

### 2.2.1 Facteurs de développement

Avant de nous plonger dans les diverses études qui ont exploré les facteurs influençant le développement de l'industrie aéronautique dans les différents pays, il est important de souligner la complexité inhérente à l'analyse de ce secteur, dont le rôle est fondamental.

Chiambaretto and Combe (2023) ont identifié deux facteurs influençant le volume de passagers en fonction d'un pays : la richesse nationale et le prix des billets.

## Prospérité économique (PIB)

En général, la prospérité d'une nation est évaluée par son Produit Intérieur Brut (PIB). Selon le FMI, une croissance économique est observée lorsque le taux de croissance du PIB d'un pays est de 3% ou plus, alors qu'une récession économique est reflétée par une contraction du PIB sur deux trimestres consécutifs. Nous allons maintenant analyser différentes études mettant en lien l'évolution de l'économie et celle du secteur aérien. Bien que certaines de ces études soient plus anciennes, elles restent pertinentes pour comprendre le rôle du transport aérien dans l'économie mondiale.

L'étude réalisée par Hansman and Ishutkina (2009) a pour objectif principal de déceler une corrélation, à l'échelle mondiale, entre l'évolution du trafic aérien et la croissance du PIB. En exploitant un ensemble de données transversales couvrant 139 pays entre 1970 et 2005, Hansman and Ishutkina (2009) ont mis en évidence que le PIB mondial a triplé alors que le volume de passagers a, quant à lui, été multiplié par plus de six. Une corrélation de 0,93 a été établie entre la croissance du PIB et l'évolution du trafic aérien. Ils ont pu montrer que la relation dépendait fortement des caractéristiques propres à chaque économie locale. En effet, la dynamique du trafic aérien varie fortement d'un pays à l'autre. Certains pays touristiques attirent plus de voyageurs internationaux, tandis que d'autres voient un afflux constant de passagers d'affaires. Dans la Figure 2.13, chaque point illustre l'évolution du PIB et celle du secteur aérien pour l'un des 139 pays étudiés, et ceci, pour chaque année, de 1970 à 2005. Dans 70% des cas, une corrélation positive est observée entre les deux (Hansman and Ishutkina, 2009).

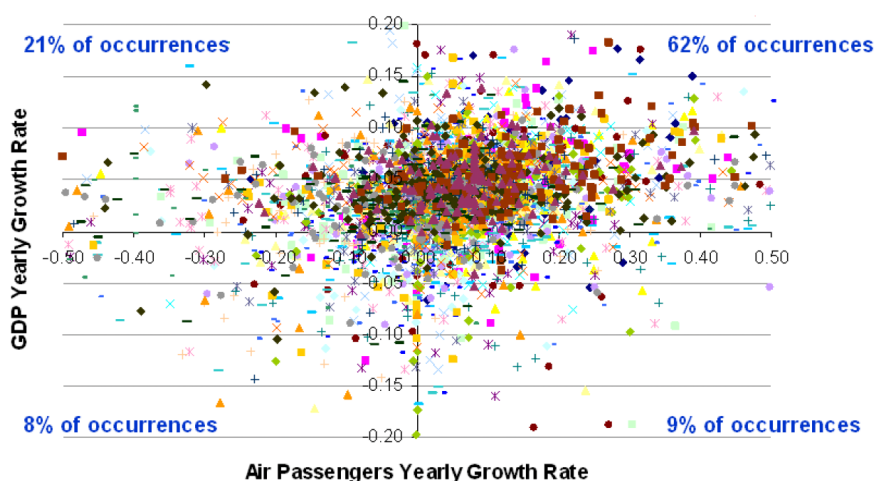


FIGURE 2.13 – Corrélation entre la croissance des passagers et la croissance du PIB dans 139 pays entre 1975 et 2005. (Hansman and Ishutkina, 2009)

En 2014, le CAPA a validé cette tendance, puis a approfondi l'analyse en se concentrant sur le niveau de pénétration du transport aérien dans chaque pays, mesuré par le nombre de sièges disponibles par habitant. L'étude menée par le CAPA visait à analyser l'effet de la richesse d'un pays sur l'offre de transport aérien de passagers au sein de ce même pays.

Sur la Figure 2.14, nous pouvons voir que le niveau de pénétration du transport aérien est très différent d'un pays à l'autre. La République Démocratique du Congo se distingue par le nombre

de sièges disponibles par habitant le plus faible, avec une fourchette allant de 350 à 400 sièges par habitant. À l’opposé, le Qatar se démarque par la plus grande disponibilité de sièges par habitant, avec plus de 600 000 sièges par habitant. Cela illustre de manière claire la diversité et l’inégalité de l’accès au transport aérien à travers le monde. Par ailleurs, le CAPA, a établi une corrélation de 0,7 entre le PIB par habitant et le volume de passagers. Cela suggère qu’au plus un pays a un PIB par habitant élevé, au plus son réseau aérien est développé. La même figure met en évidence que les villes-états, comme Hong Kong et Singapour, ainsi que les îles, telles les Maldives et l’Islande, se distinguent par un nombre de sièges disponibles par habitant supérieur à la moyenne mondiale (CAPA, 2014). Ceci est le reflet de nombreux facteurs liés à leurs caractéristiques géographiques et politiques. Premièrement, les villes-états et les îles ont souvent un accès limité par la terre ou la mer, ce qui rend le transport aérien incontournable. Deuxièmement, certaines villes-états, comme Hong Kong et Singapour, sont d’importants centres d’affaires et financiers, attirant un grand nombre de voyageurs d’affaires. Troisièmement, ces régions peuvent attirer de nombreux touristes.

Chiambaretto and Combe (2023) ont commenté cette étude. Ils mettent en avant que, lorsque le PIB par habitant est inférieur à un certain seuil, le volume du trafic aérien reste modeste, la prospérité de la population n’étant pas suffisante pour qu’elle puisse s’offrir des voyages en avion. Ils insistent malgré tout sur le fait que, lorsqu’une nation commence à émerger, elle connaît une croissance économique rapide, entraînant un phénomène de rattrapage dans l’évolution du trafic aérien. Une fois ce rattrapage effectué, l’augmentation du trafic aérien s’atténue.

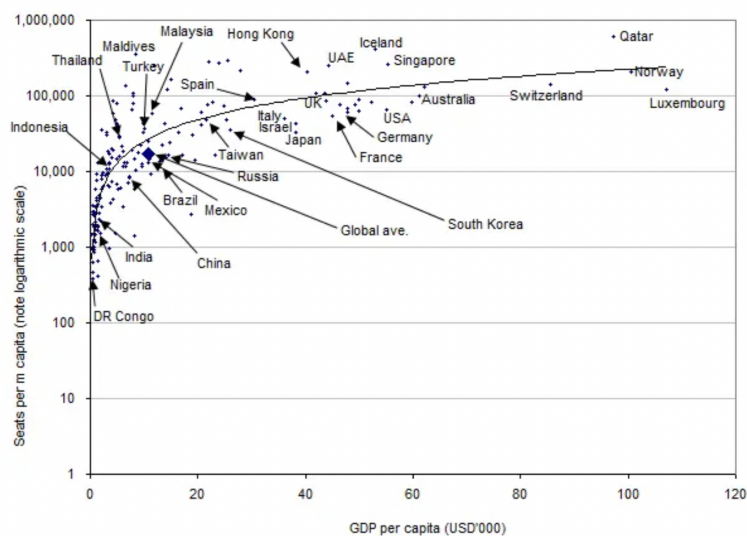


FIGURE 2.14 – Relation entre le nombre de sièges disponibles par habitant et le PIB par habitant. (CAPA, 2014)

Sur la Figure 2.15 nous pouvons voir la corrélation, par région dans le monde, du niveau de pénétration du marché aérien et du PIB par habitant. La relation positive entre le développement du transport aérien et le niveau de richesse dans les différentes régions du monde se confirme à nouveau.

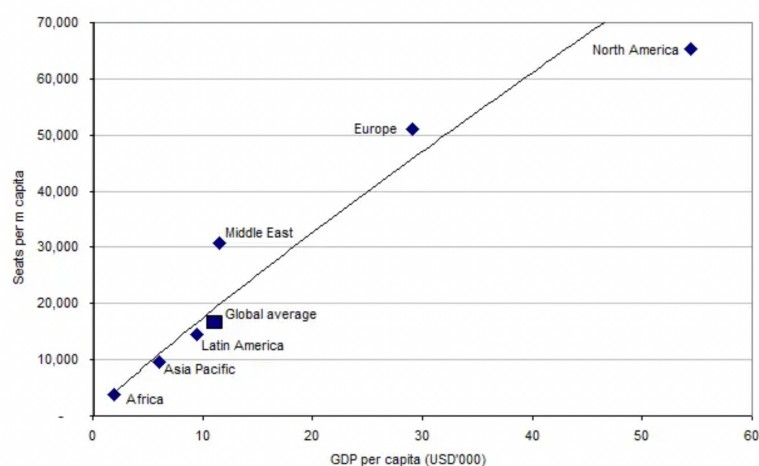


FIGURE 2.15 – Développement de l’aviation par région dans le monde. (CAPA, 2014)

En ce qui concerne l’élasticité-revenu, qui est en lien direct avec le PIB/habitant, Chiambaretto and Combe (2023) soulignent que la majorité des études, notamment celle de Gillen et al. (2008), s’accordent sur le fait qu’elle est constamment supérieure à 1. Cela indique que le transport aérien est perçu comme un bien de luxe. Autrement dit, une augmentation du revenu des individus entraîne une hausse proportionnellement plus importante de la demande de voyages en avion, et vice versa.

Chiambaretto and Combe (2023) précisent que trois observations se dégagent des différentes études. Premièrement, l’élasticité-revenu est beaucoup plus élevée pour les voyageurs de loisirs que pour les voyageurs d’affaires. Une augmentation du revenu entraîne une augmentation du nombre de voyages en avion pour des vacances à l’étranger, tandis que les voyages d’affaires y sont moins sensibles. Deuxièmement, l’élasticité-revenu pour les vols long-courriers est également plus élevée que pour les vols court et moyen-courriers. Cela peut s’expliquer par le fait que les vols long-courriers sont souvent plus coûteux, et donc plus sensibles aux variations de revenu. Une augmentation du revenu peut donc inciter plus de personnes à se permettre des voyages intercontinentaux. Troisièmement, l’élasticité-revenu est généralement plus forte dans les pays en développement et les pays émergents que dans les pays développés. Ceci est dû au fait que, dans les pays en développement, une augmentation du revenu peut avoir un impact plus important sur la capacité de la population à financer des voyages en avion.

Yang (2021) a, quant à lui, mis en évidence une relation entre la croissance du transport de fret aérien et la croissance de l’activité économique. Son étude, réalisée en 2021, a démontré une relation bidirectionnelle, les rendant interdépendants : la croissance économique impacte le volume de transport de fret et inversement. Il a aussi montré que la corrélation entre la croissance économique et le transport de fret varie en fonction des différents modes de transports. Le transport de fret maritime est, par exemple, le mode de transport le plus corrélé avec la croissance de l’activité économique, raison pour laquelle l’indice du Baltic Dry est un indicateur précurseur important.

## Prix des billets d'avion

Nous allons à présent nous pencher sur le deuxième facteur mis en évidence par Chiambaretto and Combe (2023), à savoir, le prix des billets d'avion. Spontanément, nous pouvons imaginer une relation négative entre le prix des billets d'avion et l'expansion du trafic aérien. En effet, nous nous attendons à une baisse du trafic aérien lorsque le prix moyen des billets d'avion est en hausse, et vice versa.

Effectivement, Chiambaretto and Combe (2023) soulignent que les différentes études, notamment celle de Gillen et al. (2008), s'accordent sur l'idée qu'il existe une corrélation négative entre le prix des billets d'avion et le nombre de passagers.

Chiambaretto and Combe (2023) précisent que, comme pour l'élasticité-revenu, trois observations se dégagent des différentes études. Premièrement, l'élasticité-prix est nettement plus élevée pour les voyageurs de loisirs que pour les voyageurs d'affaires. Une augmentation du prix des billets peut entraîner une baisse plus importante du nombre de touristes choisissant de voyager en avion, alors que les voyages d'affaires y sont moins sensibles. Deuxièmement, l'élasticité-prix est généralement plus élevée pour les vols court et moyen-courriers que pour les vols long-courriers. Cela peut s'expliquer par la présence de moyens de transport alternatifs, comme le train, qui peuvent être substitués pour les trajets les moins longs. Troisièmement, l'élasticité-prix varie considérablement d'une zone géographique à l'autre. Par exemple, en Europe, de nombreuses compagnies aériennes *low-cost* sont en concurrence, l'élasticité-prix est donc généralement très élevée.

## Proposition économétrique

Dans l'une de ses études économétriques, l'ICAO (2010) a démontré qu'il était possible d'évaluer l'expansion du trafic aérien sur base du PIB et du prix moyen du transport aérien. Les données utilisées sont issues d'une période de trente ans, entre 1975 et 2005.

$$\ln(RPK) = 5,43 + 1,30 \ln(PIB) - 0,67 \ln(RU) \quad (2.1)$$

D'après Chiambaretto and Combe (2023), la relation fortement positive entre la prospérité d'un pays, reflétée par son PIB, et l'évolution de son trafic aérien est statistiquement significative, au même titre que la relation négative entre le prix du billet, reflété par la recette unitaire par passager (RU), et le développement de son trafic aérien.

Malgré l'utilisation de ces deux paramètres, il est important de rappeler que de nombreux autres facteurs peuvent exercer une influence sur l'évolution du trafic aérien rendant son analyse complexe.

### 2.2.2 Principaux canaux d'interaction

Les principaux canaux d'interaction entre l'économie et l'aviation englobent divers aspects, allant du tourisme au commerce international, en passant par l'emploi. Selon Dev et al. (2023),

la dynamique entre l'aéronautique et l'économie est bidirectionnelle, jouant simultanément un rôle de moteur et de produit de la performance économique.

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 2.16 présentée par Zhang and Graham (2020), de nombreux canaux existent entre le transport aérien et l'économie. Les liens réseau-tarification-planification (1), coûts (2) et rentabilité (3) font partie de la dynamique interne du secteur de l'aéronautique et dépendent des décisions de ses différents acteurs. Cette dynamique interne est directement influencée par l'économie au travers des effets de rétroaction (6), alors que l'économie est conditionnée par les effets de la chaîne d'approvisionnement (4) et les effets de débordement (5) (Zhang and Graham, 2020).

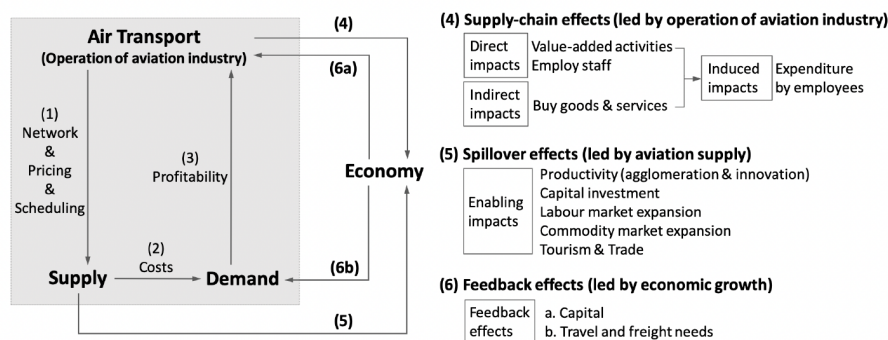


FIGURE 2.16 – Principaux canaux d'interaction entre le transport aérien et l'économie. (Zhang and Graham, 2020)

### Effets de la chaîne d'approvisionnement

Comme identifié par Hansman and Ishutkina (2009) et par Zhang and Graham (2020), le secteur de l'aéronautique exerce une influence considérable sur le marché de l'emploi et ce, de trois façons différentes :

- Les effets directs découlent des activités intrinsèquement liées à l'exploitation du transport aérien. Par exemple, une compagnie aérienne qui embauche du personnel pour ses opérations génère un emploi direct qui contribue à la production économique.
- Les effets indirects sont le résultat des interactions entre le secteur aéronautique et les entreprises qui fournissent des biens et services à sa chaîne d'approvisionnement. Par exemple, une entreprise qui fabrique des pièces d'avion pour un avionneur crée des emplois indirects qui contribuent également à la production économique.
- Les effets induits sont générés par les dépenses des ménages qui sont employés directement ou indirectement par l'industrie aéronautique. Par exemple, un pilote qui dépense une partie de son salaire dans l'économie locale, que ce soit pour des biens de consommation ou des services, crée un effet induit sur l'emploi et la production économique.

Comme nous pouvons le voir dans la Table 2.3, l'industrie aéronautique a généré plus de 11 millions d'emplois directs en 2019, pour un total de près de 43 millions d'emplois. De plus, dans son rapport, ATAG (2020) souligne que 4,10% du PIB mondial est généré par l'aviation.

| Année | Direct | Indirect | Induit | Total |
|-------|--------|----------|--------|-------|
| 2004  | 5,00   | 5,80     | 2,70   | 13,50 |
| 2006  | 5,50   | 6,30     | 2,90   | 14,70 |
| 2014  | 9,90   | 11,20    | 5,20   | 26,30 |
| 2017  | 10,20  | 10,80    | 7,80   | 28,80 |
| 2019  | 11,30  | 18,10    | 13,50  | 42,90 |

TABLE 2.3 – Effets de la chaîne d’approvisionnement du transport aérien (en millions d’emplois - échelle mondiale). (ATAG, 2005, 2008, 2016, 2018, 2020)

D’après Dev et al. (2023), l’aviation se révèle être un levier de développement économique considérable pour les pays en voie de développement. En effet, elle facilite l’accès aux flux touristiques et offre une ouverture vers le monde international des affaires.

### Effets de débordement

D’après Zhang and Graham (2020), l’expansion de l’industrie aérienne joue un rôle de catalyseur dans la croissance de nombreux autres secteurs. L’aviation est considérée comme un levier essentiel pour faciliter les interactions entre les acteurs économiques, qu’il s’agisse de particuliers ou d’entreprises, en réduisant leur dépendance géographique. Ils ajoutent que l’industrie aérienne stimule le commerce mondial, en optimisant la productivité et les chaînes d’approvisionnement.

À titre d’exemple, Brueckner (2003) a observé qu’une augmentation de 10% du nombre de passagers entraîne une hausse de 1% de l’emploi dans les industries de services. Il ne constate toutefois pas d’impact sur l’industrie manufacturière. Zhang and Graham (2020) précisent que de nombreuses recherches démontrent que le nombre de passagers aériens est un indicateur précurseur du développement économique, ce qui corrobore ce que nous avons vu dans la Sous-section 2.2.1.

Pour illustrer les effets de débordements, prenons l’exemple d’une compagnie aérienne qui ouvre une nouvelle ligne entre deux villes peu développées. Cette nouvelle ligne facilite, non seulement le tourisme et le commerce, mais elle peut également attirer de nouvelles entreprises et investissements dans ces régions grâce à une meilleure connectivité. Par conséquent, l’évolution du nombre de passagers sur cette ligne pourrait être un indicateur de la croissance économique future de ces deux villes.

### Effets de rétroaction

Si les deux types d’effets vus ci-dessus montrent les effets de l’industrie aéronautique sur l’économie, les effets de rétroaction montrent, à l’inverse, les influences de l’économie sur l’industrie aéronautique. Selon Zhang and Graham (2020), il existe deux types d’effets : l’approvisionnement en capital et la création de demande. Il est important de noter que ces effets de rétroaction peuvent varier de manière importante en fonction des différentes structures économiques.

### 2.2.3 Défaillances de marché

En plus des multiples interactions, positives ou négatives, entre l'économie et le trafic aérien, il faut noter l'existence de certaines défaillances de marché. Nous en décrivons deux, celle concernant le *slot allocation* et celle concernant les émissions de gaz à effets de serre, mais d'autres défaillances de marché peuvent émerger, telles que le déséquilibre entre les flux entrants et sortants, ou encore les conséquences d'une planification inadéquate.

L'attribution des créneaux horaires (*slot allocation*) est un processus par lequel les horaires de décollage et d'atterrissage sont attribués aux compagnies aériennes. Ceci est particulièrement important dans les aéroports soumis à une forte congestion du trafic, dans lesquels la demande est supérieure à la capacité structurelle. En effet, ces créneaux incluent l'utilisation des différentes infrastructures nécessaires avant et après un vol (Zhang and Graham, 2020). Dans certains aéroports, comme à Londres-Heathrow (Grande-Bretagne), les *slots* sont des denrées rares qui ne peuvent structurellement pas être augmentés. Ranieri et al. (2013) ont examiné la congestion dans les aéroports, afin de tenter d'y remédier. Ils ont proposés deux approches, à savoir les programmes d'amélioration de la capacité et de la gestion de la demande.

Par ailleurs, l'aviation se trouve au cœur des débats concernant ses émissions de gaz à effet de serre et ses polluants atmosphériques qui contribuent au changement climatique et à la dégradation de la qualité de l'air. Ces coûts environnementaux ne sont souvent pas pris en compte dans le prix des billets, créant une externalité négative. Nous détaillons ce point dans la Section suivante (2.3).

## 2.3 Impacts sur l'environnement et perspectives futures

Alors que notre planète fait face à une crise climatique incontestable, le secteur de l'aviation se retrouve sous le feu des projecteurs. Avec une croissance robuste de plus de 4% par an, il est connu pour ses impacts environnementaux. Bien que cruciale pour l'économie mondiale, l'aviation est souvent considérée comme une activité à forte consommation en énergie et une source d'émissions de gaz à effet de serre importante (Nick and Thalmann, 2022). Le consensus scientifique estime que l'aviation est responsable de 2% à 3% des émissions mondiales totales de CO<sub>2</sub> (Lee et al., 2021). De ces émissions, 71% sont attribuées au transport aérien de passagers, 17% au fret aérien de marchandises, 4% à l'aviation privée, et les 8% restants, à l'aviation militaire (Gössling and Humpe, 2020). Outre le CO<sub>2</sub>, d'autres substances nocives sont rejetées dans l'atmosphère. L'aviation représente 3,50% des émissions de gaz à effet de serre et figure donc comme un acteur majeur du changement climatique (Lee et al., 2021).

Face à ces chiffres, l'industrie aéronautique fait face à de nombreuses interrogations, notamment d'un point de vue éthique où la répartition de la demande est très inégale au niveau de la population mondiale. En effet, comme nous l'avons déjà mentionné dans la Section 2.2, l'utilisation de l'avion est souvent liée à la richesse et au prix des billets. Les plus riches polluent et génèrent des gaz à effet de serre, alors que ce sont les plus pauvres qui sont les plus susceptibles de subir les conséquences du réchauffement climatique (sécheresses, inondations, ...).



Pour réduire son impact sur l'environnement et s'aligner aux objectifs de l'Accord de Paris (2015), le secteur vise la neutralité carbone d'ici 2050. Ce défi majeur semble pris très au sérieux puisque plusieurs actions concrètes ont déjà été mises en place, comme avec le CORSIA ou le développement des carburants alternatifs.

Bien que les impacts environnementaux soient indéniables, certains ont tendance à les surestimer. À titre d'exemple, une étude de Chiambaretto et al. (2021) montre que c'est le cas de la plupart des européens, en particulier des français. Leur impression serait liée à leur perception de l'aviation comme étant un moyen de transport pour les plus riches.

« *S'attaquer au transport aérien revient à pointer du doigt la surconsommation des personnes aisées et leur contribution plus importante aux émissions de GES* » (Chiambaretto and Combe, 2023, p. 101).

### 2.3.1 Impacts sur le changement climatique

#### Émissions CO<sub>2</sub> et non-CO<sub>2</sub>

Comme nous l'avons précédemment établi, le consensus scientifique attribue à l'aviation la responsabilité de 2% à 3% des émissions mondiales totales de CO<sub>2</sub> (Lee et al., 2021). Les émissions de carbone du secteur ont connu une augmentation constante au fil des ans, en raison de la croissance annuelle de la demande de transport aérien, qui était de 4,60% par an entre 1995 et 2010, et ce, malgré la crise économique de 2008 (Terrenoire et al., 2019). Il est important de rappeler que ces émissions de CO<sub>2</sub> ont des impacts à long terme sur le changement climatique (Lee et al., 2021). Graver et al. (2019) ont déterminé que, si le taux de croissance actuel se maintient, les émissions de CO<sub>2</sub> pourraient tripler d'ici 2050.

Dans l'évaluation des impacts de l'aviation sur le changement climatique, les études sont souvent incomplètes, car elles ne mentionnent qu'une partie des gaz à effet de serre (GES), celles relatives au CO<sub>2</sub>. Les gaz à effet de serre (GES) ayant des effets à court terme sont, quant à eux, rarement mentionnés. Le protocole de Kyoto (1997 - premier traité international à imposer des objectifs de réduction des émissions de GES) et l'Accord de Paris (2015 - limitation du réchauffement climatique à 1,5°C en 2100) ne font que mention des émissions ayant des effets à long terme, tels que le CO<sub>2</sub>. Le secteur aéronautique n'est donc pas le seul concerné par cette non-exhaustivité. Plusieurs chercheurs, dont Bock and Burkhardt (2019), Lee et al. (2021) et Sacchi et al. (2023), ont illustré la présence de plusieurs polluants autres que le CO<sub>2</sub> (carbone) dans les traînées d'avions, notamment les NO<sub>x</sub> (oxydes d'azote), la suie, la vapeur d'eau et les aérosols sulfatés. Selon Lee et al. (2021), si certains polluants, tels que le NO<sub>x</sub>, ont un effet de réchauffement à court terme, ils contribuent à long terme à un refroidissement. L'impact de l'aviation sur le réchauffement climatique est le résultat d'un ensemble complexe de processus physico-chimiques qui découlent directement des constituants des traînées des aéronefs (cf. Figure 2.17).

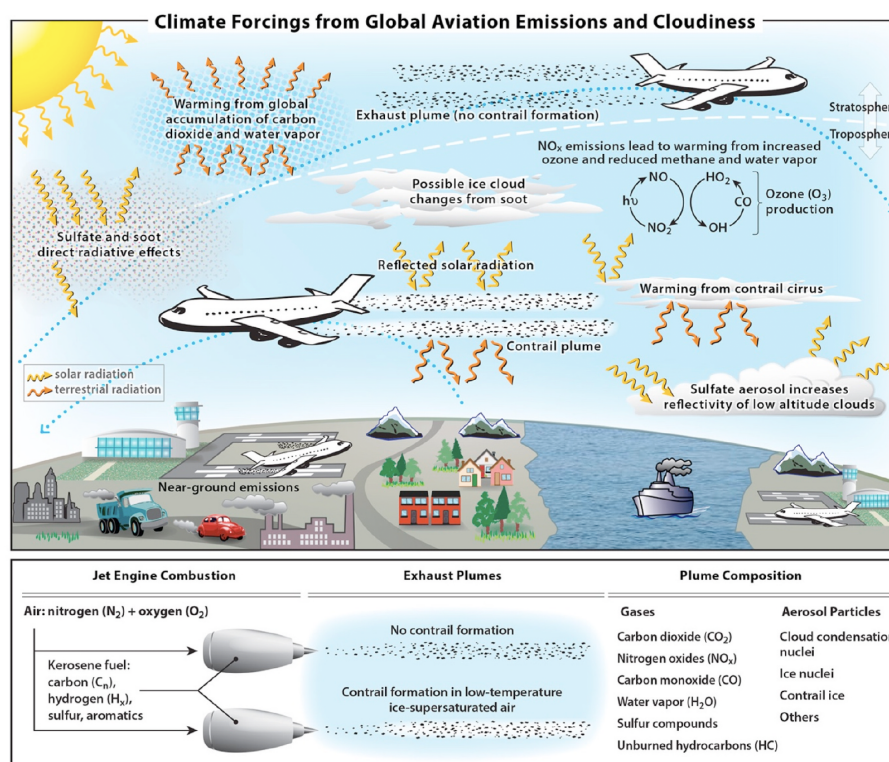


FIGURE 2.17 – Impact de l’aviation sur les émissions de  $CO_2$  et non- $CO_2$ . (Lee et al., 2021)

## Améliorations technologiques

Les progrès technologiques dans le domaine de l’aviation ont conduit à une amélioration remarquable dans l’efficacité énergétique des avions, qui a entraîné une réduction annuelle de la consommation d’énergie moyenne de 2% au cours des deux dernières décennies (Sacchi et al., 2023). En termes d’émissions de  $CO_2$  par RPK, nous émettons 2,5 kg de  $CO_2$  par RPK en 1950, un chiffre qui a chuté à 1 kg en 1960, pour atteindre seulement 0,125 kg en 2018 (Nick and Thalmann, 2022).

Il convient cependant de prendre en compte le paradoxe de Jevons, ou effet de rebond. Ce concept économique avancé par William Stanley Jevons avance que, lorsqu’il y a une amélioration dans l’efficacité d’utilisation d’une ressource, cela conduit à une plus grande utilisation de cette ressource (York and McGee, 2016).

Dans le transport aérien, ce paradoxe peut s’illustrer par l’effet, sur les émissions de  $CO_2$ , de la baisse de la consommation en kérosène par kilomètre, grâce à différentes améliorations technologiques. Les constructeurs aéronautiques ont mis au point des avions assemblés avec des composants moins lourds qu’auparavant. Ainsi, l’Airbus A350 et le Boeing 787 Dreamliner sont principalement construits à partir de matériaux composites, à la fois très résistants et très légers (Chiambareto et al., 2021). Toutefois, les défis liés à leur recyclage restent importants et nécessitent une attention particulière (Markatos and Pantelakis, 2022). De plus, les moteurs de nouvelles générations ont également permis de réduire drastiquement la consommation en carburant. La Figure 2.18 illustre ce gain en efficacité notable au cours des deux dernières décennies.

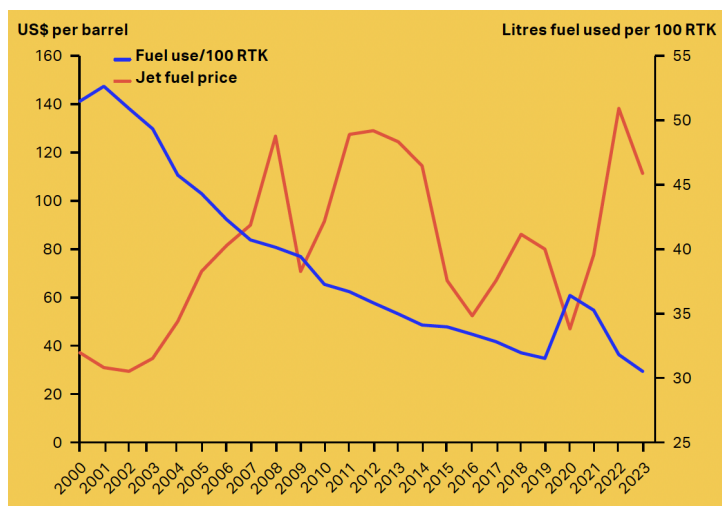


FIGURE 2.18 – Amélioration de l’efficacité énergétique et prix du kérosène. (IATA, 2023c)

Spontanément, nous pourrions imaginer que, la consommation en carburant ayant été réduite, les émissions de CO<sub>2</sub> le seraient aussi. Et pourtant, d’après Nick and Thalmann (2022), elles ont été multipliées par plus de six en seulement 60 ans. Ce paradoxe pourrait être expliqué par le fait que les progrès aient contribué à la baisse des coûts, rendant ainsi le voyage aérien plus abordable et donc plus demandé.

Nick and Thalmann (2022) estiment cependant que le rythme des améliorations à venir sera beaucoup moins rapide qu’au cours des dix dernières décennies.

### 2.3.2 Responsabilités inégales dans les émissions

Dans la Sous-section 2.2.1, nous avons abordé différentes études qui mettent en évidence la corrélation entre la prospérité économique d’un pays et le développement de son trafic aérien. L’expansion du trafic aérien n’est pas sans conséquence, puisqu’il est inhérent à l’augmentation des émissions de gaz à effet de serre. Il en découle une distortion importante entre les pays dans la répartition des responsabilités des émissions de gaz à effet de serre.

Selon Gössling and Humpe (2020), en 2018, seulement 11% de la population mondiale avait recours aux transports aériens d’une manière ou d’une autre. Plus frappant encore, ils soulignent que seulement 1% de la population mondiale est responsable de plus de 50% des émissions totales liées à l’aviation. Comme le montre la Figure 2.19, parmi les utilisateurs des transports aériens, les personnes ayant un revenu moyen supérieur et un revenu élevé, représentent 90% des personnes qui prennent l’avion, alors que ces catégories de revenus ne représentent que 51% de la population mondiale (Graver et al., 2019).

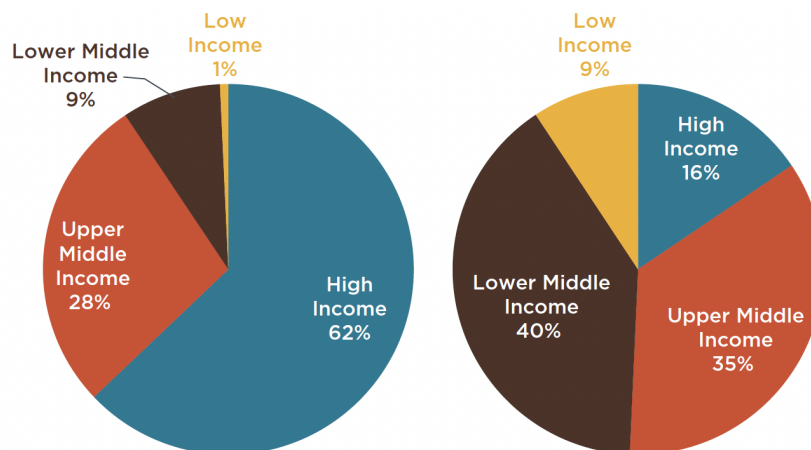


FIGURE 2.19 – Émissions de CO<sub>2</sub> liées au transport aérien et population totale en 2018, par pays et par tranche de revenus. (Graver et al., 2019)

Cette disparité marquante doit être prise en compte afin de réguler le secteur de façon équitable et d’harmoniser les impératifs de croissance économique avec ceux de la préservation de l’environnement. Les accords internationaux tels que le Protocole de Kyoto et l’Accord de Paris ont placé ce principe d’équité au cœur de leurs préoccupations, en reconnaissant que les pays développés portaient une plus grande part de responsabilité en matière de changement climatique. La mise en œuvre effective de ce principe d’équité reste cependant un défi majeur.

Cette situation soulève également un problème éthique majeur, puisque les conséquences du changement climatique sont réparties de manière inégales entre les populations, relativement à leurs responsabilités respectives. Les populations les moins aisées qui sont les moins utilisatrices des transports aériens, sont touchées de manière disproportionnée par les conséquences du réchauffement climatique, par exemple, par des phénomènes météorologiques extrêmes tels que des sécheresses, des inondations ou des ouragans. En outre, les populations les plus aisées sont souvent les moins touchées par les effets directs de ces phénomènes, grâce à leur capacité à se protéger et à s’adapter facilement et rapidement (Dolšak and Prakash, 2022).

### 2.3.3 Perspectives futures

#### Réglementations

Dans le contexte de la lutte contre le réchauffement climatique, des organisations internationales régulant le secteur aérien, telles que l’IATA et l’ICAO, ont élaboré différentes stratégies. Parallèlement, et de manière plus locale, d’autres initiatives sont mises en œuvre pour atténuer les impacts à court terme du réchauffement climatique, en se concentrant notamment sur les émissions non-CO<sub>2</sub>. Nous ne détaillerons pas ces initiatives locales, mais ces efforts conjugués illustrent bien l’engagement du secteur aérien à contribuer activement à la préservation de la planète.

Dès 2013, l’ICAO a proposé un projet de mécanisme de marché du même type que celui des quotas carbone, afin d’encourager les acteurs du secteur aéronautique à réduire leurs émissions

de gaz à effet de serre. Cependant, plusieurs études, dont celle de Vaishnav et al. (2016), ont critiqué la complexité du projet initial. Pour le simplifier, l'ICAO l'a revu en 2016, ce qui a donné naissance au CORSIA, dont la mission est de neutraliser, à moyen terme, l'empreinte carbone provenant de la croissance du transport aérien (ICAO, 2022). Le mécanisme est actuellement en phase d'essai avec une participation sur base volontaire des membres de l'ICAO. Il est prévu qu'il devienne obligatoire à partir de 2027.

Comme beaucoup de chercheurs, Nick and Thalmann (2022) sont très critiques vis-à-vis du CORSIA. En effet, l'aviation ne leur semble pas en mesure d'atteindre les objectifs, car le projet est jugé trop timide et non-prouvé scientifiquement. Comme exemple, ils mentionnent que le CORSIA ne prend en compte que les impacts du CO<sub>2</sub>. Il ne considère pas ceux des autres gaz à effet de serre, tels que le NO<sub>x</sub>, la suie, la vapeur d'eau et les aérosols sulfatés, alors qu'ils ont un impact sur le réchauffement de la planète à court terme.

En 2021, la 77<sup>ème</sup> assemblée générale de l'IATA a vu les compagnies aériennes signer un accord de neutralité carbone d'ici 2050, afin d'être en phase avec les objectifs de l'Accord de Paris (2015) (IATA, 2021b).

Selon Gössling and Humpe (2020), une refonte des politiques climatiques dans le secteur de l'aviation est nécessaire pour intégrer les gaz à effet de serre autres que le carbone aux mesures actuelles de l'ICAO et de l'IATA, et tenir compte de la distorsion dans la répartition des responsabilités en matière de changement climatique. Cependant, Dolšák and Prakash (2022) avancent que des réglementations plus strictes de l'aviation pourraient avoir des répercussions économiques et sociales considérables à l'échelle mondiale. Elles pourraient notamment affecter l'industrie du tourisme, l'emploi dans le secteur aéronautique et les économies des pays fortement dépendants du transport aérien.

## **Carburants alternatifs**

À l'heure actuelle, contrairement à d'autres secteurs du transport, comme l'automobile, le transport aérien ne dispose pas d'une technologie qui pourrait rapidement révolutionner le secteur quant à ses émissions de CO<sub>2</sub>.

Un des seuls leviers qui pourrait contribuer à favoriser une transition réelle vers un transport aérien plus durable semble être celui des carburants alternatifs. Quelques innovations sont en cours de développement comme le kérosène durable (*SAF*), l'électricité et l'hydrogène (Chiambarretto and Combe, 2023).

Le kérosène durable, connu sous l'acronyme anglais *SAF* (*Sustainable Aviation Fuel*), est un carburant élaboré à partir de déchets, tels que les huiles de cuisson usagées ou les graines de moutarde. Il pourrait se substituer, en partie ou en totalité, au kérosène traditionnel et présente l'immense avantage de ne pas nécessiter la modification des circuits des appareils existants (*retrofit*) (Prussi et al., 2021). De plus, l'utilisation de *SAF* permet de réduire, à hauteur de 80%, les émissions de CO<sub>2</sub> sur l'ensemble de la chaîne de valeur (Chiambarretto and Combe, 2023).

Malheureusement, à l'heure actuelle, ce type de biocarburant n'est pas économiquement viable.

En effet, les coûts de production, liés à des techniques de raffinage complexes, sont nettement supérieurs à ceux du kérosène classique. Par conséquent, cette alternative plus coûteuse n'attire que peu de compagnies aériennes (Prussi et al., 2021; Nick and Thalmann, 2022). Selon Chiambaretto and Combe (2023), l'établissement d'une fiscalité favorable est essentielle pour encourager l'adoption de ce type de carburant. En Europe, une législation est déjà en place avec le programme ReFuelEU Aviation. Cette législation impose aux fournisseurs de kérosène de fournir un quota minimum de 2% de *SAF* dans les aéroports d'ici 2025, et de 70% d'ici 2050. De plus, les compagnies aériennes opérant au départ de l'Union européenne sont tenues de se ravitailler uniquement avec le carburant nécessaire pour le vol, afin d'éviter d'alourdir inutilement les avions. Enfin, les aéroports doivent s'assurer que leurs infrastructures de ravitaillement en carburant permettent la distribution du *SAF* (EuropeanCommission, 2023).

L'hydrogène est également envisagé comme solution pour dépolluer le secteur. Il est reconnu pour ses propriétés d'abondance, de propreté et son absence d'empreinte carbone lors de son utilisation (Yusaf et al., 2022). Néanmoins, Yusaf et al. (2022) mettent en évidence que la production d'hydrogène peut être très polluante, comme pour l'hydrogène gris, produit à partir de la combustion de carburants fossiles. Pour bénéficier de ses avantages environnementaux, il serait nécessaire de recourir à la production d'hydrogène vert, produit à partir d'eau et d'énergies renouvelables, ce qui le rend neutre en carbone. Selon Vardon et al. (2022), outre le fait qu'il ne soit pas rentable, l'hydrogène présente des problèmes de sécurité en raison de sa grande inflammabilité et volatilité.

## 2.4 Vue d'ensemble du secteur de l'aviation civile

| Avancées technologiques et impacts environnementaux  |   |
|--|---|
| Points forts   | Points d'attention  |
| <p>Au cours des dernières décennies, le transport aérien a connu de nombreuses avancées technologiques permettant de réduire considérablement la consommation de carburant par kilomètre parcouru. Ces avancées sont le fruit d'efforts continus en recherche et développement, et comprennent des améliorations dans plusieurs domaines clés. Tout d'abord, la réduction de la consommation des moteurs a été un facteur clé. Grâce à des progrès dans la conception des moteurs et l'utilisation de matériaux plus légers et plus résistants, les nouveaux moteurs sont capables de produire la même puissance, voire plus, tout en consommant moins de carburant (comme avec l'A320neo). Cela a non seulement permis de réduire les coûts opérationnels pour les compagnies aériennes, tout en diminuant l'impact environnemental du transport aérien. Ensuite, la réduction du poids des avions a également joué un rôle important. En utilisant des matériaux plus légers et en optimisant la conception des avions, les constructeurs ont réussi à réduire le poids total des avions, ce qui a conduit à réduire encore davantage la consommation de carburant (comme avec l'A350 dont la carlingue est composée de 50% de matériaux composites comme le carbone). L'amélioration de l'aérodynamisme des avions a également contribué à cette réduction de la consommation de carburant. Selon Sacchi et al. (2023), l'efficacité dans la consommation énergétique des avions s'est améliorée d'en moyenne 2% par an durant les deux dernières décennies. En plus de ces améliorations dans l'efficacité énergétique, les constructeurs aériens, avec les avions de nouvelle génération, ont réussi à réduire leur pollution sonore de 75% par rapport à celle d'il y a trente ans (IATA, 2023d). Les nombreux acteurs du secteur aérien semblent prendre au sérieux</p> | <p>L'aviation est souvent considérée comme une industrie très intense en utilisation de ressources énergétiques et en émissions. Cela génère de nombreuses inquiétudes, d'autant plus que l'aviation est responsable de 2% à 3% des émissions totales de CO<sub>2</sub> (Lee et al., 2021). Environ 80% des émissions sont dues au transport de passagers et 20% au transport de marchandises. Souvent, les autres gaz à effet de serre émis par l'aviation sont oubliés, comme les oxydes d'azote ou la vapeur d'eau, qui portent la responsabilité de l'aviation dans les émissions de gaz à effet de serre à 3,50% (Lee et al., 2021). L'impact sur le changement climatique est indéniable et pose un problème éthique quant à la responsabilité historique des émissions. En effet, les conséquences du réchauffement climatique sont réparties de manière asymétrique entre les populations. Les populations les plus aisées, qui sont les plus grandes utilisatrices de l'aviation, sont touchées de manière disproportionnée comparées aux populations les plus pauvres qui subissent de manière plus importante les effets du changement climatique. Selon Gössling and Humpe (2020), seulement 11% de la population mondiale avait recours d'une manière ou d'une autre à l'aviation en 2018 et 1% de la population mondiale est responsable de plus de la moitié des émissions totales liées à l'aviation. En outre, l'effet de Jevons est un phénomène par lequel une amélioration dans l'efficacité d'utilisation d'une ressource peut conduire à une plus grande utilisation de cette ressource. Les améliorations technologiques provoquent l'effet de Jevons, les avions moins énergivores permettent aux compagnies aériennes de baisser les coûts et d'ainsi pouvoir proposer des billets (ou du fret) à un prix plus faible, ce qui fait augmenter le volume de demande. Selon</p> |

| l'impact environnemental et tentent, tant bien que mal, d'assainir le transport aérien. Le secteur vise la neutralité carbone d'ici 2050, avec des outils comme de nouvelles réglementations et des innovations au niveau des carburants, tels que les carburants alternatifs.  | Nick and Thalmann (2022), les émissions de CO <sub>2</sub> ont été multipliées par plus de six lors des soixante dernières années, alors que, la consommation énergétique des avions s'est considérablement améliorée sur cette période.   |
|---|--|
| Rôle social et incertitudes   |  |
| Points forts  | Points d'attention   |
| Le secteur du transport aérien joue un rôle social non-négligeable. Il génère de l'emploi non seulement au sein de son propre secteur, mais joue également un rôle crucial dans le soutien d'autres secteurs en agissant comme un catalyseur de l'économie (cf. Table 2.3). Selon ATAG (2020), 4,10% du PIB mondial est soutenu par l'aviation. L'industrie aérienne a des effets directs, indirects mais aussi induits sur l'économie. Ces effets se manifestent à travers la création d'emplois, le soutien aux industries connexes et le développement économique régional. Ainsi, le secteur du transport aérien contribue de manière importante à la croissance économique globale. Les gouvernements sont conscients de l'importance vitale du transport aérien pour l'économie, tant au niveau national qu'international. Durant la crise de la COVID-19, le secteur a bénéficié du soutien des gouvernements un peu partout dans le monde. Ils ont fourni des aides financières et sociales massives aux acteurs du secteur de l'aéronautique et ont permis à de nombreux acteurs de survivre, malgré la cessation définitive des activités de certains d'entre eux (notamment en Nouvelle-Zélande, au Royaume-Unis ou aux États-Unis). L'aviation civile est un secteur résilient qui a démontré sa capacité à se remettre de crises majeures, la plus récente étant celle du coronavirus SARS-CoV-2. Malgré l'impact considérable de la crise sanitaire sur le transport aérien, la reprise du secteur a été rapide, d'abord pour le transport de fret et ensuite pour le transport de passagers. | Le secteur du transport aérien est influencé par une multitude de facteurs externes, ce qui rend son analyse complexe. Ces facteurs comprennent l'instabilité politique, les tensions géopolitiques, les catastrophes naturelles, les crises économiques et les problèmes de santé publique. Chacun de ces éléments peut avoir un impact important sur la demande de transport aérien. Par exemple, une crise économique peut réduire le pouvoir d'achat des consommateurs, affectant ainsi la demande de voyages en avion. De plus, elle peut limiter la capacité des entreprises à utiliser le transport de fret. Les tensions géopolitiques peuvent également avoir des conséquences sur le régime des autorisations entre les différents pays concernées. Cela peut affecter considérablement les routes commerciales et les accords de vol. L'instabilité politique peut entraîner une diminution du tourisme, ainsi qu'une baisse de la demande de vols vers la région concernée. Les catastrophes naturelles peuvent entraîner la fermeture temporaire d'aéroports, perturbant ainsi les opérations des compagnies aériennes. Enfin, un problème de santé publique peut avoir un impact majeur sur le secteur en raison des restrictions de voyage imposées pour contrôler la propagation de la maladie (comme ce fût le cas durant la récente pandémie). Le secteur de l'aviation civile est également complexe en raison du grand nombre d'acteurs qui opèrent dans différents sous-segments (constructeurs, compagnies aériennes, aéroports, fournisseurs de services, ...). |



| Arrivée du <i>low-cost</i>  |  |
|---|--|
| Points forts  | Points d'attention   |
| <p>L'arrivée des compagnies aériennes <i>low-cost</i> dans les années 1970 a intensifié la concurrence dans le secteur du transport aérien, en particulier dans les zones géographiques économiquement développées. Ces compagnies, en proposant des tarifs plus abordables, ont bouleversé le paysage du transport aérien. La baisse du prix des billets d'avion qui en a résulté a permis une démocratisation du transport aérien (cf. Figure 2.1). Auparavant réservé à une élite, voyager en avion est devenu accessible à un plus grand nombre de personnes. Cette évolution a eu un impact important sur le volume de passagers dans le monde, avec une croissance d'en moyenne 4,60% par an (Terre-noire et al., 2019), rendant le monde plus interconnecté que jamais. Le tourisme et le commerce international ont largement bénéficié de la croissance soutenue du secteur.</p> | <p>L'arrivée du <i>low-cost</i> a considérablement renforcé la concurrence, posant des défis colossaux aux compagnies aériennes traditionnelles. Ces dernières, avec leurs structures de coûts nettement plus élevées, ont été contraintes de réexaminer leurs modèles d'affaires pour rester compétitives dans un marché où les clients sont de plus en plus sensibles aux prix. Cependant, cette adaptation n'a pas toujours été possible pour toutes les compagnies aériennes. Certaines, comme la Pan American World Airways aux États-Unis ou la Sabena en Belgique, n'ont pas réussi à surmonter ces défis et ont finalement cessé définitivement leurs activités. Ces échecs ont mis en évidence la vulnérabilité du secteur face à l'évolution rapide du marché et aux changements dans les comportements des consommateurs.</p> |

## PARTIE 3

# Question de recherche

### 3.1 Élaboration de la question de recherche

En se basant sur les informations présentées dans la Partie 2, nous pouvons formuler la question de recherche suivante :

**« Élaboration de portefeuilles diversifiés dans le secteur de l’aviation civile. Analyse de leur performance selon les critères financiers et extra-financiers. »**

### 3.2 Objectifs

Ce mémoire a comme objectif principal de contribuer à la recherche en finance et en investissements durables. Il se distingue par son zoom rapproché sur l’aviation civile, un secteur qui, comme nous venons de le voir dans la Section 2.4, est souvent perçu comme problématique du point de vue environnemental et éthique. En abordant ce défi contemporain, ce travail s’inscrit dans une démarche résolument actuelle et pertinente.

La question de recherche, « Élaboration de portefeuilles diversifiés dans le secteur de l’aviation civile. Analyse de leur performance selon les critères financiers et extra-financiers. », est non seulement pertinente, mais également ambitieuse. Son objectif étant d’éclairer sur les possibilités d’investissement dans le secteur.

Ce mémoire vise à explorer la possibilité de concilier performance financière, stabilité du risque, ainsi que responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance dans le secteur de l’aviation civile. Les résultats de cette recherche pourraient transformer la manière dont les investisseurs perçoivent et abordent l’investissement dans ce secteur, traditionnellement considéré comme délicat.

## PARTIE 4

# Méthodologie et données

### 4.1 Sélection de l'indice de référence

Pour avoir une base de comparaison de la performance financière et extra-financière des portefeuilles qui seront constitués dans la Partie 5, nous utiliserons l'indice U.S. Global Jets (JETSX) comme référence. Cet indice de référence est fourni par U.S. Global Investors, une entreprise américaine située à San Antonio, au Texas (États-Unis). Cette société est spécialisée dans la création d'indices et de fonds d'investissements. U.S. Global Investors est cotée sur le NASDAQ, sous le symbole (*ticker*) GROW.

Au moment de la rédaction de ces lignes (mars-avril 2024), l'indice U.S. Global Jets (JETSX) se distingue comme étant le seul indice dédié à offrir une fenêtre d'investissement (via le *tracker* sous-jacent) sur l'industrie mondiale de l'aviation civile. Bien que d'autres indices tels que le MSCI World Aerospace and Defense Index et le S&P Aerospace & Defense Select Industry Index existent, ils se focalisent exclusivement sur les fabricants d'aéronefs, tant dans le secteur civil que dans le domaine de la défense. Ces indices ne répondent donc pas précisément à notre objectif, qui est de trouver un indice mesurant la performance globale du secteur de l'aviation civile au niveau mondial.

L'indice U.S. Global Jets (JETSX) est constitué de quarante-neuf actions ordinaires d'entreprises de l'aviation civile, cotées sur les marchés boursiers à travers le monde. Cela inclut non seulement les compagnies aériennes et les aéroports, mais aussi les fabricants d'aéronefs, ainsi que leurs fournisseurs de composants, et certains services en ligne associés aux entreprises du secteur. Ainsi, l'indice JETSX offre un accès diversifié et complet à l'écosystème mondial de l'aviation civile. Par conséquent, il est approprié, via son *Exchanged-traded Fund (ETF)*, pour une comparaison avec nos portefeuilles.

Pour pouvoir être incluse dans l'indice JETSX, une entreprise doit avoir une capitalisation boursière supérieure à cent millions de dollars américains (USD), ainsi qu'une liquidité journalière moyenne supérieure à cinq cent mille dollars américains (USD). De plus, il est important de souligner que l'indice JETSX n'inclut pas les entreprises qui sont uniquement cotées sur les marchés boursiers du Brésil, de la Chine, de l'Inde, de la Russie, de la Corée du Sud et de Taiwan, à moins qu'un certificat de dépôt de l'entreprise ne soit coté sur un autre marché.

Cette stratégie a pour objectif de minimiser l'exposition directe à des pays qui pourraient être affectés par des événements ou des conditions spécifiques. En effet, ces derniers sont souvent liés à l'instabilité économique et/ou politique du pays et peuvent avoir un impact important sur le niveau de risque (U.S. Global Investors, 2023).

L'indice JETSEX pondère sur base de la capitalisation boursière ainsi que, dans une moindre mesure, sur certains facteurs fondamentaux comme le rendement des flux de trésorerie sur le capital investi (CFROIC), la part de marché, la marge brute, et le rendement des ventes. Il est ajusté trimestriellement, avec des révisions en mars, juin, septembre et décembre.

À chaque révision, chacune des quatre plus grandes compagnies aériennes américaines ou canadiennes reçoit une pondération de 10% de l'indice JETSEX, tandis que les cinq suivantes reçoivent chacune une pondération de 4%. La hiérarchie des entreprises est déterminée principalement par la capitalisation boursière, et dans une moindre mesure, par le taux de remplissage (PLF) (U.S. Global Investors, 2023). Cet indicateur quantifie la proportion de sièges occupés par rapport au nombre total de sièges disponibles pour un vol donné. D'après Szabo et al. (2018), il constitue un facteur essentiel d'analyse pour les compagnies aériennes. En effet, il est directement proportionnel à la demande : au plus il est élevé, au plus la demande est forte. Par conséquent, les compagnies aériennes en tiennent compte pour augmenter les prix en réponse à une demande plus forte (*Yield Management*), ce qui a pour effet d'augmenter leur chiffre d'affaires et leur marge bénéficiaire.

Toutes les autres entreprises du secteur répondant aux critères de capitalisation boursière et de liquidité sont pondérées selon différents facteurs comme le rendement des flux de trésorerie sur le capital investi (CFROIC), la part de marché, la marge brute, et le rendement des ventes.

L'indice JETSEX n'est pas protégé du risque de devise car il investit directement dans la devise de référence de l'actif financier. L'indice JETSEX cotant en dollars américains (USD), il subit un risque de change important, car les titres détenus en devises étrangères sont convertis en dollars américains (USD) sur base journalière (U.S. Global Investors, 2023).

Dans le but d'établir une base de comparaison cohérente entre l'indice JETSEX et les portefeuilles qui seront constitués dans la Partie 5, les analyses seront basées sur l'*ETF* U.S. Global Jets (JETS), également proposé par U.S. Global Investors. L'utilisation de l'*ETF* JETS fournira un indicateur d'investissement concret et pratique, offrant des données accessibles et régulièrement mises à jour, contrairement à l'indice JETSEX, et ce, tout en gardant les caractéristiques de base de l'indice JETSEX.

L'*ETF* JETS suit la performance de l'indice JETSEX et adopte une gestion que le gestionnaire de l'*ETF* considère comme étant "passive". En effet, pour atteindre son objectif, il investit dans la totalité ou la quasi-totalité des actifs présents dans l'indice JETSEX, tout en conservant une proportion identique dans le poids des valeurs. Comme pour l'indice JETSEX, l'*ETF* JETS n'est pas protégé du risque de devise et les avoirs en devises étrangères sont ajustées quotidiennement. Dans son prospectus du 30 avril 2023, U.S. Global Investors avertit à plusieurs reprises les investisseurs au sujet de ce risque de change (U.S. Global Investors, 2023).

| Devise | %      | Devise | %     |
|--------|--------|--------|-------|
| USD    | 75,73% | AUD    | 1,01% |
| CAD    | 5,34%  | THB    | 0,94% |
| EUR    | 4,99%  | INR    | 0,57% |
| JPY    | 2,40%  | HKD    | 0,52% |
| GBP    | 2,13%  | CHF    | 0,51% |
| TRY    | 2,01%  | SGD    | 0,47% |
| MXN    | 1,64%  | NOK    | 0,44% |
| BRL    | 1,10%  |        |       |

TABLE 4.1 – Exposition au risque de devise de l'*ETF* U.S. Global Jets (JETS) le 28 mars 2024.

Dans ce même prospectus, le gestionnaire de l'*ETF* JETS précise que la stratégie d'échantillonnage représentatif est la méthode prédominante utilisée pour la gestion du portefeuille. Par ailleurs, il indique qu'il peut se tourner vers des titres non repris dans l'indice JETSX, et ce, jusqu'à concurrence de vingt pour cent des avoirs. Ces titres sont choisis pour correspondre au mieux à l'indice JETSX en ce qui concerne le risque et le rendement. Cette flexibilité est généralement utilisée en cas de difficultés pratiques, comme de l'illiquidité temporaire ou des restrictions légales. Lors de la dernière mise à jour, en mars 2024, toutes les valeurs contenues dans l'indice JETSX l'étaient également dans l'*ETF* JETS, et aucune valeur non investie par l'indice JETSX n'était présente dans l'*ETF* JETS.

Cette souplesse, bien que légère, pourrait entraîner un écart de performance entre l'*ETF* JETS et l'indice JETSX, avec un impact direct sur l'erreur de suivi (*tracking error*), qui est logiquement plus élevée que pour d'autres *ETFs* cherchant à répliquer fidèlement un indice (U.S. Global Investors, 2023). La *tracking error* est une mesure statistique reconnue et largement utilisée pour évaluer la capacité des gestionnaires d'un *ETF* à aligner ses performances sur celles de son indice de référence. Une *tracking error* faible indique que l'*ETF* suit de près son indice de référence, tandis qu'une *tracking error* élevée suggère un écart plus important.

L'*ETF* JETS a coté pour la première fois le 30 avril 2015, sur le New York Stock Exchange Arca. C'est un *ETF* de distribution qui a versé des dividendes à plusieurs reprises depuis sa création, toujours en fin d'année civile. Cependant, aucun dividende n'a été distribué depuis le 28 décembre 2021. Nous avons contacté U.S. Global Investors pour comprendre cette absence de dividendes, mais nous n'avons reçu aucune réponse. La Table 4.2 reprend la liste complète des dividendes versés, ainsi que le rendement du dividende (*Dividend Yield*) de chaque distribution, calculé sur base du cours de clôture de l'*ETF* JETS le 28 mars 2024, à savoir 21,01\$.

| Ex Date    | Type | Montant   | Date Déclaration | Date Paiement | Rdt. Dividende |
|------------|------|-----------|------------------|---------------|----------------|
| 23/12/2021 | Cash | \$ 0,1414 | 22/12/2021       | 27/12/2021    | 0,67%          |
| 29/12/2020 | Cash | \$ 0,0092 | 28/12/2020       | 30/12/2020    | 0,04%          |
| 31/12/2019 | Cash | \$ 0,3911 | 20/12/2019       | 21/12/2019    | 1,86%          |
| 28/12/2018 | Cash | \$ 0,0239 | 28/12/2018       | 31/12/2018    | 0,11%          |
| 28/12/2017 | Cash | \$ 0,1414 | 27/12/2017       | 29/12/2017    | 0,67%          |
| 28/12/2016 | Cash | \$ 0,1605 | 27/12/2016       | 30/12/2016    | 0,76%          |
| 29/12/2015 | Cash | \$ 0,0429 | 28/12/2015       | 31/12/2015    | 0,20%          |

TABLE 4.2 – Dividendes de l'*ETF* JETS depuis sa création en avril 2015. (Nasdaq, 2024)

L'ensemble des données utilisées pour l'analyse a été collecté à la clôture du 28 mars 2024, date correspondant au dernier jour de marché du mois de mars 2024.

#### 4.1.1 Critique de la méthodologie utilisée par U.S. Global Investors

Plusieurs raisons pourraient justifier l'existence de biais dans la méthodologie utilisée par U.S. Global Investors pour son indice JETSEX et pour l'*ETF* associé (JETS).

Pour commencer, la méthodologie de pondération attribue systématiquement dix pour cent à chacune des quatre plus grandes compagnies aériennes américaines ou canadiennes selon leur capitalisation boursière au moment des révisions, et quatre pour cent pour chacune des cinq suivantes, ce qui représente un total de soixante pour cent ( $4 \times 10\% + 5 \times 4\%$ ) de la totalité de l'indice JETSEX et donc, de son *ETF* associé (JETS). Cette approche pourrait potentiellement surreprésenter ces entreprises, par rapport à leur véritable importance dans le secteur de l'aviation civile. Cela pose un problème important de diversification. De plus, comme nous l'avons vu dans la Sous-section 2.1.3, en termes de transport de passagers, l'Amérique du Nord, avec une part de 28,80% en 2023, n'est que le deuxième marché le plus important, derrière l'Europe, avec une part de 30,80% en 2023. Par ailleurs, les compagnies aériennes sont loin d'être les seules entreprises dans le secteur. Cette méthode de pondération a comme conséquence de sous-estimer de nombreux autres acteurs pourtant essentiels. C'est d'autant plus incompréhensible que l'objectif principal de l'indice JETSEX est de fournir un accès au marché mondial de l'aviation civile dans sa globalité, notamment d'un point de vue géographique et sectoriel.

Ce biais potentiel est accentué par l'utilisation exclusive de la capitalisation boursière comme critère pour pondérer les soixante premiers pour cent. Bien que la capitalisation boursière soit un indicateur important de la valeur marchande d'une entreprise, elle tend à privilégier de manière disproportionnée les entreprises à grande capitalisation au sein de l'indice JETSEX et de l'*ETF* JETS. Cela pourrait ne pas refléter fidèlement la performance globale du secteur. En effet, en utilisant ce critère unique, elle pourrait sous-estimer les petites et moyennes entreprises (*small & mid-caps*), souvent perçues comme plus risquées, mais offrant un potentiel de croissance plus élevé. Selon une étude menée par Reinganum (1999) sur la période de 1928 à 1998, il est crucial de maintenir une flexibilité entre les capitalisations boursières de petite, moyenne et grande taille afin d'optimiser les rendements du portefeuille, et ainsi d'améliorer les rendements sur le long terme.

Un autre risque de biais vient de la repondération trimestrielle de l'indice JETSEX, et par conséquent de l'*ETF* JETS, qui pourrait ne pas capter les fluctuations rapides inhérentes au secteur de l'aviation civile. Les performances de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS) pourraient être influencées de manière conséquente en annulant une tendance à la hausse ou à la baisse par repondérations systématiquement réalisées à dates fixes.

Enfin, en ce qui concerne les entreprises du secteur constituant les quarante pour cent restants, les critères de pondération sont vagues (rendement des flux de trésorerie sur le capital investi, part de marché, marge brute, rendement des ventes, ...).

#### 4.1.2 Composition de l'*ETF*

Le tableau de la composition et de la pondération des lignes individuelles de l'*ETF* JETS, après la clôture du 28 mars 2024, se trouve dans l'Annexe A.1. À cette date, il était composé de quarante-neuf valeurs. La composition actualisée, avec pondérations, de l'indice JETSEX n'était, quant à elle, pas disponible en date du 28 mars 2024. Comme mentionné précédemment, c'est une des raisons pour lesquelles l'analyse se focalise sur l'*ETF* JETS, et non sur l'indice JETSEX. Il permettra ainsi d'établir une comparaison pertinente avec les portefeuilles qui seront élaborés et testés dans la Partie 5.

Il est également important de noter que nous ne disposons pas des compositions et des pondérations passées, que ce soit pour l'*ETF* JETS ou pour l'indice JETSEX. Ceci limite notre capacité à évaluer l'évolution temporelle de leur composition géographique, sous-sectorielle et par capitalisation boursière. Malgré tout, en raison de la méthodologie de pondération et des révisions trimestrielles, la composition géographique et sous-sectorielle de l'indice JETSEX et de l'*ETF* JETS ne devrait pas avoir subi de changements radicaux au fil du temps.

#### Composition géographique

Tout d'abord, comme nous l'avons vu dans l'analyse du secteur (cf. Partie 2), le secteur aérien est multinational. Même si le marché de cotation principal d'une entreprise puisse être situé dans une zone géographique spécifique, cela n'implique pas nécessairement que son chiffre d'affaires soit limité à cette région. En effet, de nombreuses entreprises du secteur réalisent un chiffre d'affaires conséquent à l'échelle mondiale. Pour illustrer ce phénomène, prenons l'exemple d'Airbus Group SE, fabricant d'aéronefs basé en Europe. En 2023, malgré sa localisation européenne, Airbus Group SE a affiché une répartition géographique de ses ventes très diversifiée : 34% de ses ventes ont été réalisées en Europe, 31% en Asie-Pacifique, 16% en Amérique du Nord, 7% au Moyen-Orient et 4% en Amérique latine. Cet exemple montre que l'analyse géographique est certes cruciale pour comprendre où se situent les acteurs clés du secteur, mais qu'elle ne donne pas une image complète de la portée et de l'impact de ces entreprises sur le marché mondial.

D'un point de vue géographique, au 28 mars 2024, l'Amérique du Nord est largement dominante dans l'*ETF* JETS, représentant 82,71% des actifs. Elle est suivie par l'Europe avec 10,08%, puis par l'Asie-Pacifique avec 5,91%. Notons que l'Amérique latine y est peu représentée (1,10%) et que l'Afrique en est absente.

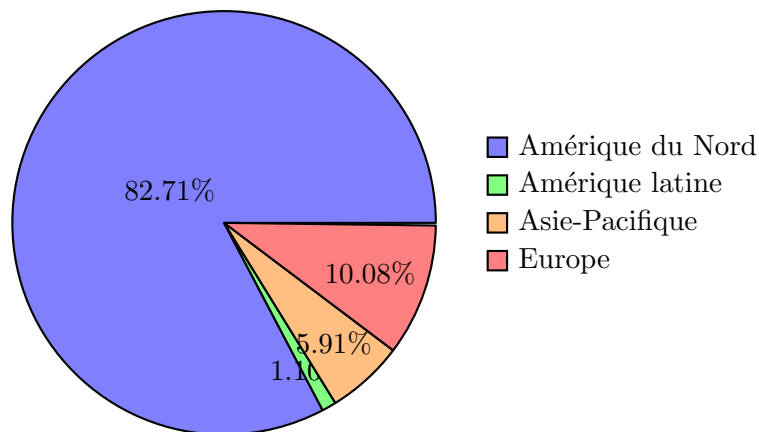


FIGURE 4.1 – Composition géographique de l'ETF JETS au 28 mars 2024.

### Composition sous-sectorielle

D'un point de vue sous-sectoriel, à la même date, l'ETF JETS est principalement composé de compagnies aériennes, qui représentent 76,06%. Parmi celles-ci, 2,03% sont des compagnies aériennes spécialisées dans le transport de marchandises. Viennent ensuite les entreprises de services en ligne (9,02%), les fabricants d'aéronefs (7,62%), les aéroports (5,05%) et enfin, les fabricants de composants pour la fabrication des aéronefs (2,05%).

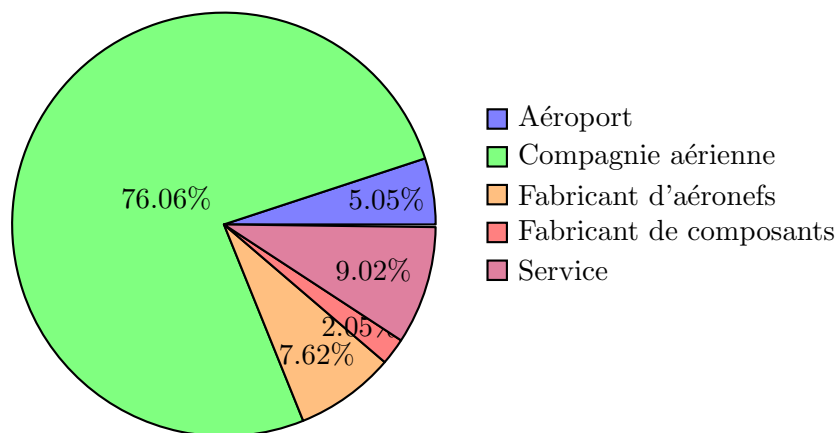


FIGURE 4.2 – Composition sous-sectorielle de l'ETF JETS au 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, l'ETF JETS présente une capitalisation boursière moyenne équipondérée de 18,42 milliards de dollars américains (USD). La capitalisation boursière moyenne pondérée s'élève quant à elle à 19,40 milliards de dollars américains (USD).

Pour le calcul de ces moyennes, les actions non cotées en dollars américains (USD) ont vu leur capitalisation boursière convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change (devise étrangère/USD) à la clôture du marché le 28 mars 2024.



Dans le monde de l'investissement, il n'existe pas de standard permettant de classer une entreprise, en fonction de sa capitalisation boursière, dans une des catégories suivantes : *Nano-Caps*, *Micro-Caps*, *Small-Caps*, *Mid-Caps* et *Large-Caps*.

Nous avons donc dû décider empiriquement des fourchettes de valeurs, en tenant toutefois compte des méthodologies appliquées par divers indices boursiers axés sur la taille. Parmi ces indices, nous retrouvons le MSCI Europe Micro Cap Index, le MSCI USA Micro Cap Index, l'EURO STOXX SMALL Index, le S&P SmallCap 600, l'EURO STOXX MID Index et le S&P MidCap 400. La répartition a été fixée comme suit en milliard(s) de dollars américains (USD) (M\$) :

| Nom               | Cap. bours. (M\$) |
|-------------------|-------------------|
| <i>Nano-Caps</i>  | <0,05             |
| <i>Micro-Caps</i> | 0,05 - 0,3        |
| <i>Small-Caps</i> | 0,3 - 2           |
| <i>Mid-Caps</i>   | 2 - 10            |
| <i>Large-Caps</i> | >10               |

Le 28 mars 2024, l'*ETF* JETS est principalement constitué de *Large-Caps* (50,92% de sa composition). Les *Mid-Caps* sont représentées à hauteur de 36,63%, tandis que les *Small-Caps* sont minoritaires avec 12,25%. Il est à noter que l'*ETF* JETS ne comprend pas de *Micro-Caps* ou de *Nano-Caps*.

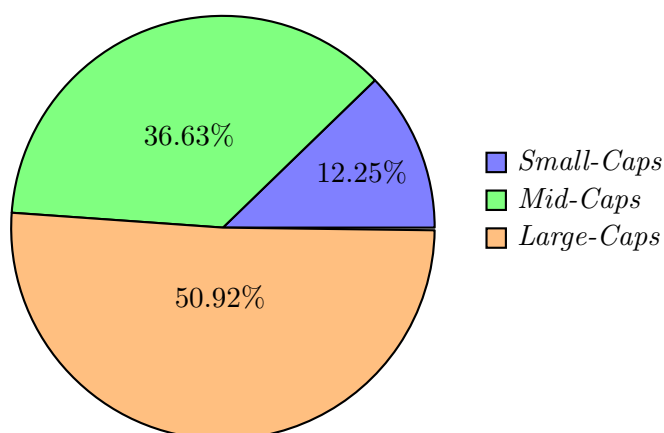


FIGURE 4.3 – Composition par capitalisation boursière de l'*ETF* JETS au 28 mars 2024.

### Indice d'Herfindahl-Hirschman

L'indice d'Herfindahl-Hirschman (HHI) est une mesure statistique reconnue et largement utilisée pour évaluer le niveau de concentration d'un marché ou d'un portefeuille. Il est calculé en additionnant le carré de la part de chaque entreprise dans un portefeuille ou un marché, son maximum est de 1000 ( $100^2$ ) (Rhoades, 1993).

Pour l'*ETF* JETS, l'indice HHI atteint 564,15 à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Il est essentiel de noter que nous observons un effet de concentration important autour des dix

premières entreprises. En effet, elles pèsent pour 90,07% dans la valeur de l'indice HHI, alors qu'en pondération brute elles ne représentent que 60,74% du poids total des valeurs. Cela suggère que l'*ETF* JETS est davantage concentré autour des dix plus grandes entreprises que ce que le pourcentage brut pourrait laisser supposer.

Cette observation pourrait avoir des implications non-négligeables pour la gestion des risques. En effet, en adoptant sa stratégie de pondération, l'*ETF* JETS s'expose fortement aux risques spécifiques des dix premières entreprises qui sont, pour rappel, uniquement des compagnies aériennes américaines ou canadiennes.

### 4.1.3 Volatilité de l'*ETF*

La volatilité de l'indice JETSEX et de l'*ETF* JETS est déterminée en fonction de l'évolution du prix, et par conséquent, n'intègrent pas les dividendes distribués. Cependant, les jours de détachement du dividende, nous pouvons nous attendre à une baisse du cours d'ouverture équivalente au montant du dividende par rapport au cours de clôture de la veille. Pour l'*ETF* JETS, le très faible rendement du dividende n'a qu'un impact négligeable sur le cours (cf. Table 4.2).

La Figure 4.4 compare l'évolution de la volatilité mobile sur une fenêtre de 30 jours de l'indice JETSEX, de son *ETF* associé (JETS) et de l'*ETF* iShares MSCI ACWI (ACWI). À ce niveau, peu de différences graphiques sont notables entre l'indice JETSEX et son *ETF* associé (JETS). Cependant, il apparaît clairement que le marché global, représenté par l'*ETF* iShares MSCI ACWI (ACWI), a enregistré une volatilité bien plus faible.

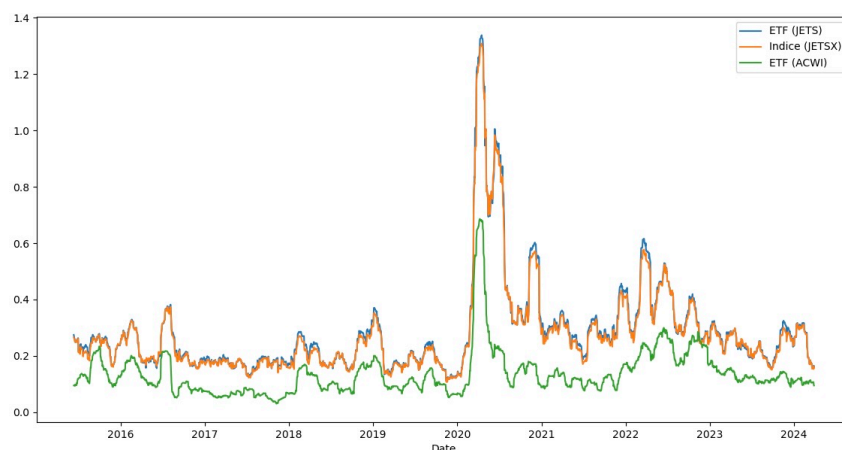


FIGURE 4.4 – Volatilité mobile de l'indice JETSEX, de l'*ETF* JETS et de l'*ETF* ACWI sur 30 jours.

### Volatilité annualisée

La Table 4.3, illustre la volatilité annualisée de l'*ETF* JETS. Elle est calculée depuis la création de l'*ETF* JETS, ainsi que sur des périodes de 5 ans, 3 ans et 1 an précédant le 28 mars 2024. Elle reprend également la volatilité annualisée de l'indice JETSEX pour une mise en perspective.

|                         | <i>ETF</i> | Indice |
|-------------------------|------------|--------|
| Depuis le 30 avril 2015 | 33,52%     | 32,77% |
| 5 ans                   | 40,28%     | 39,40% |
| 3 ans                   | 31,40%     | 30,47% |
| 1 an                    | 24,05%     | 23,63% |

TABLE 4.3 – Volatilités annualisées de l'*ETF* JETS et de l'indice (JETX) depuis la création de l'*ETF*, sur 5 ans, 3 ans et 1 an.

Comme souligné dans la Sous-section 2.1.2, l'industrie de l'aviation civile a connu une période d'incertitude sans précédent découlant de la pandémie de coronavirus SARS-CoV-2, particulièrement exacerbée par les multiples confinements. Le cours des acteurs de l'aviation a subi des fluctuations majeures, comme en témoigne la volatilité annualisée particulièrement élevée. Cette tendance est particulièrement notable sur la période s'étendant du 28 mars 2019 au 28 mars 2024 (5 ans).

La Figure 4.5 confirme cette importante volatilité, en se basant sur une volatilité mobile d'une période de 252 jours, correspondant à une année de *trading*. Depuis la création de l'*ETF* JETS, la volatilité annualisée historique, calculée sur une fenêtre mobile de 252 jours, a fluctué entre 17,32% et 68,78%, soit une amplitude de 51,46%. Ces données corroborent nos observations précédentes concernant la volatilité annualisée : le niveau de risque lié à l'*ETF* JETS a connu des variations extrêmes durant la crise de la COVID-19.

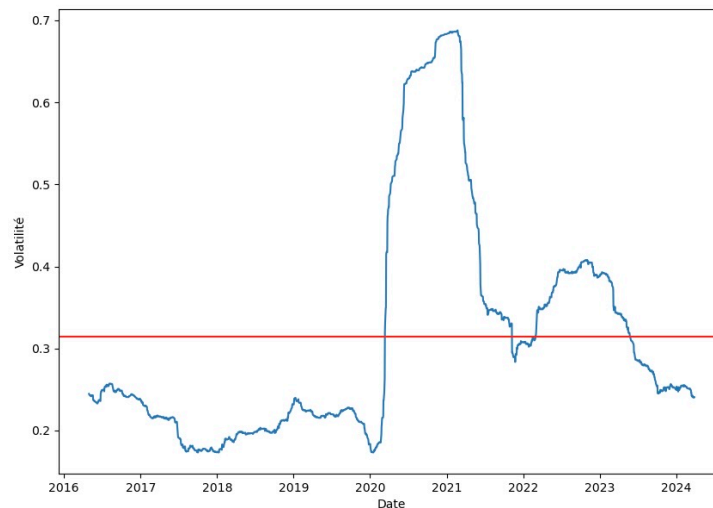


FIGURE 4.5 – Volatilité mobile de l'*ETF* JETS sur 252 jours.

De la même manière, la Figure 4.6 représente la volatilité mobile sur une fenêtre d'observation nettement plus réduite (30 jours). Les résultats sont impressionnants : elle a varié entre 10,95% et 133,84%, soit une amplitude de 122,89%. Cela démontre que les rendements ont connu des fluctuations extrêmes et imprévisibles, sur des laps de temps très courts, en particulier au début de l'année 2020. Ceci confirme l'impact des confinements liés à la COVID-19 dans les différentes régions du monde.

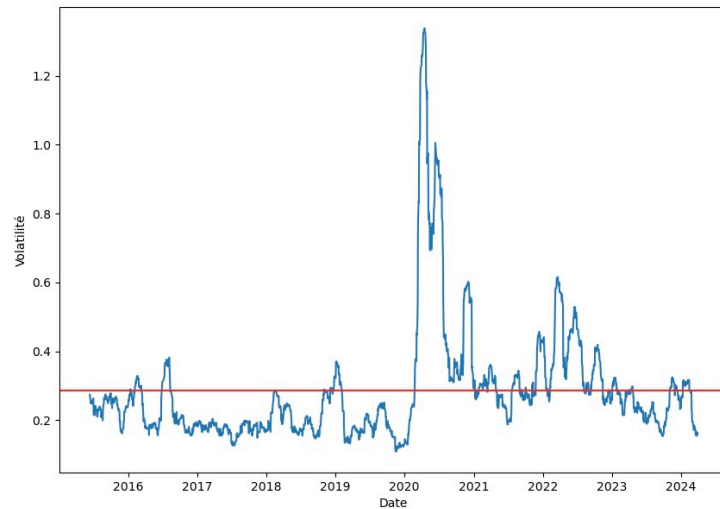


FIGURE 4.6 – Volatilité mobile de l'*ETF* JETS sur 30 jours.

Début 2024, la volatilité mobile de l'*ETF* JETS a retrouvé un niveau inférieur à la moyenne, et ce, tant pour la fenêtre de 252 jours que pour celle de 30 jours.

### Loi normale

À voir la Figure 4.7, les rendements journaliers de l'*ETF* JETS ne semblent pas suivre une loi normale (0,1),

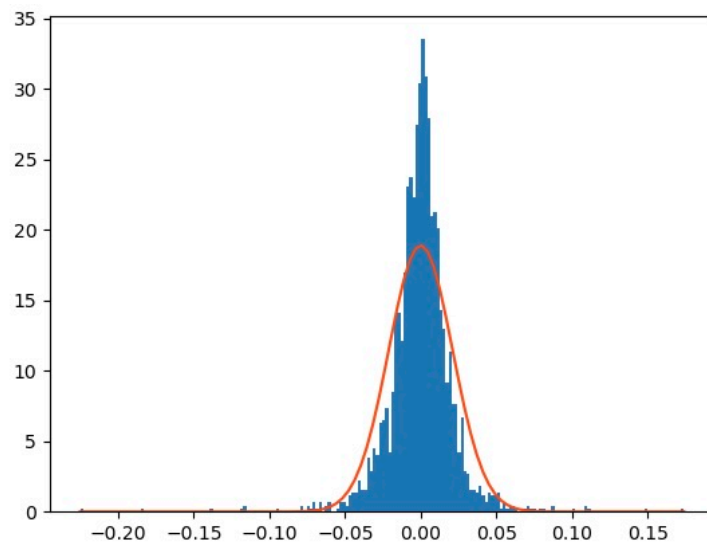


FIGURE 4.7 – Rendements journaliers de l'*ETF* JETS et loi normale.

Pour confirmer cette observation graphique, nous pouvons faire un test de Jarque-Bera sur l'historique journalier des rendements de l'*ETF* JETS.

Dans ce cadre, la statistique de test est utilisée pour évaluer à quel point la distribution des rendements s'écarte d'une distribution normale (Bera and Jarque, 1982). Pour l'*ETF* JETS,

depuis sa création, cette statistique de test est de 21576,39. Plus cette valeur est élevée, plus cela indique que la distribution des rendements diffère significativement d'une distribution normale.

La *p-value* est une mesure qui évalue la probabilité d'obtenir une statistique de test aussi extrême que celle observée, en supposant que l'hypothèse nulle ( $H_0$ ), qui stipule que les données suivent une distribution normale, est vraie (Bera and Jarque, 1982). Si cette *p-value* est inférieure au seuil de signification de 0,05, l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est rejetée, ce qui conduit à conclure que les données ne suivent pas une distribution normale. Depuis sa création, la *p-value* de l'*ETF* JETS est de 0.

La *skewness* mesure l'asymétrie de la distribution des rendements. Si elle est proche de zéro, cela indique que la distribution est symétrique (Bera and Jarque, 1982). Dans le cas des rendements de l'*ETF* JETS, la *skewness* est de -0,5733, ce qui signifie qu'elle n'est pas symétrique et présente une tendance à être penchée vers la gauche par rapport à la moyenne. En d'autres termes, il y a une prédominance de rendements journaliers négatifs.

La *kurtosis* mesure la concentration des rendements autour de la moyenne. Pour une distribution normale, cette valeur devrait être proche de 3 (Bera and Jarque, 1982). Pour les rendements de l'*ETF* JETS, la *kurtosis* est nettement supérieure à 3, avec une valeur de 18,1510, soit six fois supérieure. Cela suggère que la distribution a des extrémités plus épaisses et un sommet plus pointu que la distribution normale, ce qui est bien visible sur la Figure 4.7.

#### 4.1.4 Performance financière de l'*ETF*

La performance financière de l'indice JETSEX et de l'*ETF* JETS est déterminée en fonction de l'évolution du prix, et par conséquent, n'intègrent pas les dividendes distribués. Cependant, les jours de détachement du dividende, nous pouvons nous attendre à une baisse du cours d'ouverture équivalente au montant du dividende par rapport au cours de clôture de la veille. Pour l'*ETF* JETS, le très faible rendement du dividende n'a qu'un impact négligeable sur le cours (cf. Table 4.2).

La Figure 4.8 compare le cours de l'indice JETSEX, celui de son *ETF* associé (JETS) ainsi que le cours de l'*ETF* iShares MSCI ACWI (ACWI) ajustés en base 100, le 30 avril 2015. Il est déjà possible d'observer une sous-performance de l'*ETF* JETS, par rapport à l'indice JETSEX qu'il est théoriquement censé reproduire. Il apparaît également que le marché global, représenté par l'*ETF* iShares MSCI ACWI (ACWI), en plus d'avoir enregistré une volatilité plus faible, a largement dépassé la performance de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS).



FIGURE 4.8 – Cours de l'indice JETSX, de l'*ETF* JETS et de l'*ETF* ACWI en base 100 ( $I = 100$ ).

### Rendement annualisé

La Table 4.4 illustre le rendement annualisé de l'*ETF* JETS, calculé depuis sa création, ainsi que sur des périodes de 5 ans, 3 ans et 1 an précédant le 28 mars 2024. Elle reprend également le rendement de l'indice JETSX pour une mise en perspective.

Entre sa création le 30 avril 2015 et la clôture du 28 mars 2024, l'*ETF* JETS n'est pas rentable, avec un *Holding Period Return (HPR)* de -13,14%. De même, pour l'indice JETSX, le *Holding Period Return (HPR)* est de -3,87%. Au même titre que la volatilité, cette performance médiocre s'explique largement par le fait que le secteur de l'aviation civile a été très fortement impacté par la pandémie de coronavirus SARS-CoV-2. Les actions proches du secteur ne s'en sont pas encore complètement relevées (cf. Sous-section 2.1.2).

Cependant, sur la dernière année, les performances de l'*ETF* JETS et de l'indice JETSX sont largement positives, avec respectivement un rendement de +18,09% et de + 19,20%.

|                         | <b><i>ETF</i></b> | <b>Indice</b> |
|-------------------------|-------------------|---------------|
| Depuis le 30 avril 2015 | -1,58%            | -0,44%        |
| 5 ans                   | -6,21%            | -5,18%        |
| 3 ans                   | -7,43%            | -6,81%        |
| 1 an                    | 18,09%            | 19,20%        |

TABLE 4.4 – Rendements annualisés de l'*ETF* JETS et de l'indice JETSX depuis la création de l'*ETF*, sur 5 ans, 3 ans et 1 an.

### Différence de performance entre l'*ETF* et l'indice

Comme nous pouvons le voir sur la Figure 4.8 ainsi que dans la Table 4.4, sur la période entre la création de l'*ETF* JETS et le 28 mars 2024, il existe un écart de performance manifeste entre l'indice JETSX et l'*ETF* JETS. En effet, la différence de performance cumulée s'élève à 9,27%

sur la période, ce qui soulève des interrogations puisque, comme nous l'avons dit précédemment, l'*ETF* JETS a comme principal objectif de suivre la performance de l'indice JETSEX. Nous avons contacté U.S. Global Investors pour comprendre cet écart de performance, mais nous n'avons reçu aucune réponse, ce pourquoi nous avons approfondi nos recherches.

La corrélation entre les deux instruments financiers est presque parfaite sur la période, comme illustré à la Figure 4.9. Nous pouvons voir que les mouvements de l'*ETF* JETS et de l'indice JETSEX sont presque parfaitement synchronisés, avec un coefficient de corrélation de 0,9950. Cela démontre une certaine efficacité de l'*ETF* à répliquer l'indice, malgré un écart de performance conséquent.

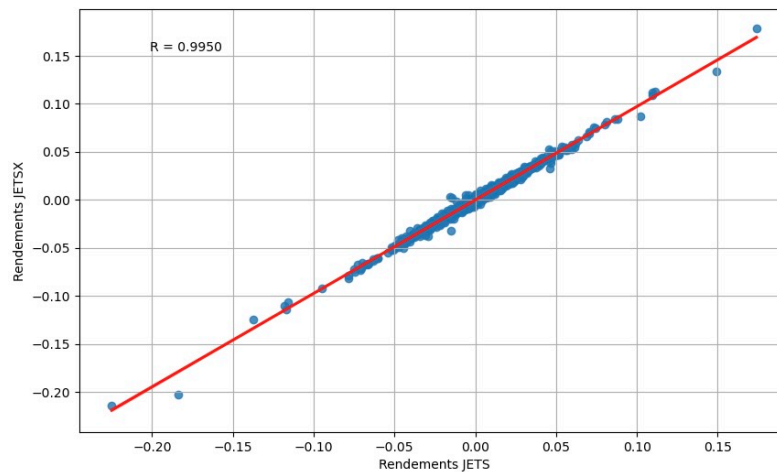


FIGURE 4.9 – Corrélation entre l'*ETF* JETS et l'indice JETSEX depuis la création de l'*ETF* JETS.

De plus, la *tracking error*, une mesure du risque et de la qualité d'un *ETF* par comparaison de ses rendements avec ceux de son indice de référence, est relativement faible. En effet, elle est de seulement 0,21% depuis sa création.

La Figure 4.10 permet de mieux comprendre à quels moments l'écart de performance s'est accentué.

- En bleu, l'écart cumulé (*spread*) de la performance en base 100 depuis la création de l'*ETF* JETS.
- En rouge, la différence de rendement journalier entre l'indice JETSEX et l'*ETF* JETS.
- En vert, la volatilité mobile sur une fenêtre de 30 jours.

En analysant ces éléments, nous pouvons observer que l'écart de performance entre l'indice JETSEX et l'*ETF* JETS tend à se creuser pendant les périodes de stress élevé sur les places boursières, comme lors de la chute du marché fin 2018, la crise de la COVID-19 en 2020, ou encore l'invasion de l'Ukraine par la Russie début 2022. Une exception notable s'est présentée en mars 2020, au tout début de la pandémie, avec une diminution brutale du *spread*.

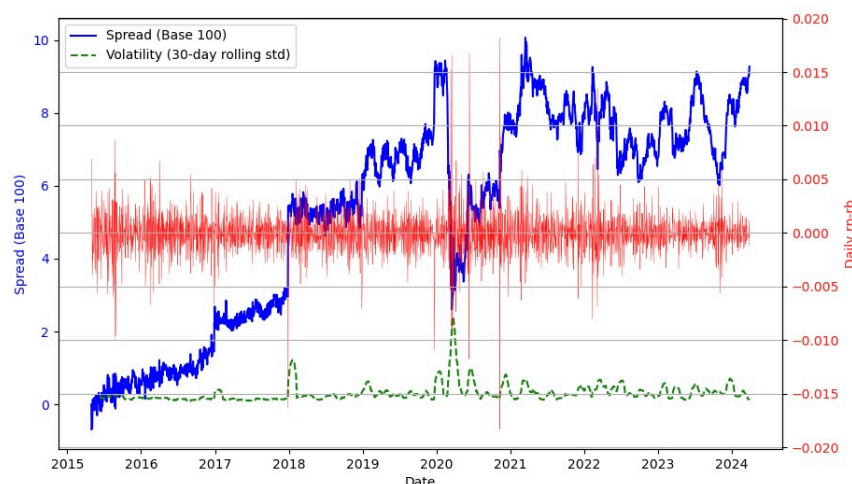


FIGURE 4.10 – Spread de la performance en base 100 entre l’*ETF* JETS et l’indice JETSX depuis la création de l’*ETF* JETS.

L’écart de performance peut s’expliquer par le fait, qu’à ces périodes de stress important, le gestionnaire a rencontré des problèmes temporaires de liquidité et/ou de contraintes légales et n’a pas pu investir ou désinvestir de la même façon que l’indice JETSX, qui lui n’investit pas concrètement. Cela démontre en pratique que, bien que l’apport intellectuel du gestionnaire de l’*ETF* soit limité, il peut recourir à une gestion que nous pouvons qualifier comme étant ”active”. Le gestionnaire de l’*ETF* JETS affirme pourtant, dans le prospectus du 30 avril 2023, adopter une gestion ”passive” (cf. Section 4.1).

### Forward Price-to-Earnings

Le ratio *Price-to-Earnings* ( $P/E$ ), aussi appelé ratio prix-bénéfice, est un outil financier fréquemment utilisé pour évaluer la valorisation d’une entreprise cotée en bourse. Il se calcule de manière très simple, en divisant le prix actuel d’une action par le bénéfice réalisé par action (BPA) (Weigand and Irons, 2007).

Le ratio *forward Price-to-earnings* (*forward*  $P/E$ ), ou ratio prix-bénéfice anticipé, est une variante du  $P/E$  qui prend en compte la prévision des bénéfices futurs d’une entreprise, au lieu des bénéfices passés. Il est calculé en divisant le prix actuel d’une action par le bénéfice attendu par action (Wu et al., 2014). Son utilisation est plus pertinente, en particulier pour les entreprises en forte croissance. D’autre part, il considère les variations rapides des conditions de marché. Une étude menée par Wu et al. (2014) montre que le *forward*  $P/E$  est un meilleur prédicteur de la croissance future d’une entreprise que le simple  $P/E$ . Il offre une perspective plus précise et actualisée de la performance future d’une entreprise, ce qui en fait un outil d’évaluation plus pertinent de manière générale.

Le *forward*  $P/E$  présente cependant certaines limites, puisqu’il repose sur des estimations et non sur des chiffres effectivement réalisés par les entreprises.

À la clôture du 28 mars 2024, le *forward*  $P/E$  équipondéré de l’*ETF* JETS est de 15,50. Le *forward*  $P/E$  pondéré est, quant à lui, plus faible (10,92). Cela suggère que les entreprises avec un



*forward P/E* faible sont surpondérées dans l'*ETF* JETS. Il convient de noter que les entreprises avec une perte anticipée ne sont pas incluses dans le calcul ; cela concerne neuf valeurs présentes dans l'*ETF* JETS.

Il n'est pas possible de calculer le *forward P/E* de l'indice JETSEX car sa composition actualisée, avec pondérations, n'était pas disponible à la clôture du 28 mars 2024.

## Ratio de Sharpe

Le ratio de Sharpe est un autre indicateur permettant de mesurer la performance d'un actif financier par rapport à la prise de risque, en le confrontant au rendement d'un actif sans risque.

Pour le calculer, il est nécessaire de disposer d'un actif sans risque, dans notre cas, la cotation moyenne des obligations d'État américaines à 10 ans. Entre la création de l'*ETF* JETS et la clôture du 28 mars 2024, le taux sans risque moyen enregistré est de 2,3534%.

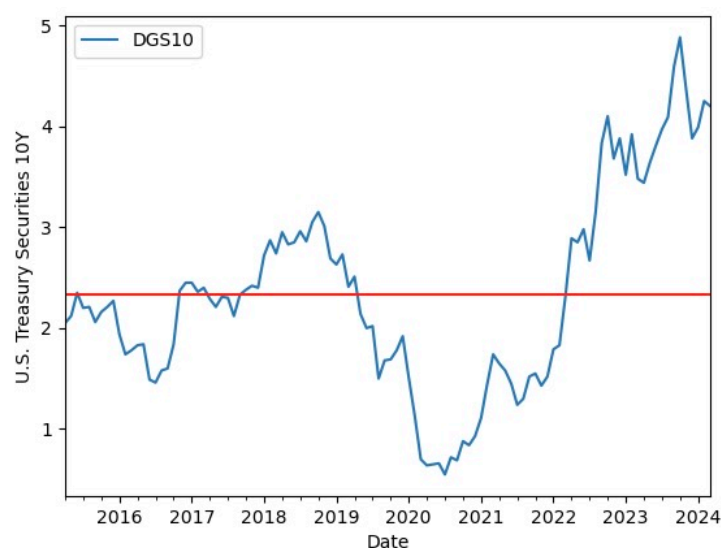


FIGURE 4.11 – Taux des obligations d'État américaines sur 10 ans depuis la création de l'*ETF* JETS. (FRED, 2024)

Bien qu'analyser le ratio de Sharpe semble peu pertinent dans le cas d'un rendement négatif, il peut tout de même servir comme outil de comparaison avec d'autres actifs. Pour l'*ETF* JETS, le ratio de Sharpe est de -0,1174, indiquant que l'*ETF* JETS offre un rendement inférieur par rapport à un actif sans risque, en prenant en compte le risque. Concrètement, l'*ETF* JETS génère un rendement inférieur de -0,1174 pour chaque unité de risque supplémentaire prise.

De même, mais dans une moindre mesure, l'indice JETSEX présente un ratio de Sharpe négatif de -0,0853.

#### 4.1.5 Performance ESG de l'*ETF*

La performance extra-financière est un autre axe de performance, évaluant la durabilité et l'éthique d'un investissement selon les critères ESG. Elle est de plus en plus importante dans un monde où la durabilité est au cœur des préoccupations d'investissements.

Cependant, les investisseurs se trouvent souvent perdus face au nombre de données extra-financières disponibles, compliquant leurs prises de décision d'investissements basées sur les notations ESG. De très nombreuses agences de notations sont actuellement en activité dans ce domaine. L'étude de ERM Sustainability Institute (2020) dénombrait plus de 600 notations ESG en 2018. De plus, dans une analyse approfondie, Berg et al. (2022) ont étudié la divergence de corrélation entre les principales agences de notation avec, comme constat majeur, que les mesures et les facteurs d'attribution des notations sont très variables d'une agence à l'autre.

Cette divergence souligne l'importance d'une analyse approfondie des méthodologies employées par les principales agences de notation ESG disponibles sur la plateforme du fournisseur de données en temps réel, Bloomberg. Ces notations incluent celles de S&P Global, de MSCI, de Bloomberg, de Sustainalytics, d'ISS et de CDP. Selon l'ERM Sustainability Institute (2023), la clientèle de ces agences est composée majoritairement d'investisseurs institutionnels. Pour notre analyse, les agences ISS et CDP peuvent être exclues car elles se concentrent sur un seul des trois piliers, respectivement gouvernance (G) et environnemental (E).

L'évaluation de la performance ESG de l'indice JETSEX n'est pas réalisable car sa composition actualisée, avec pondérations, n'était pas disponible à la clôture du 28 mars 2024.

#### S&P Global (ESG)

S&P Global est une entreprise publique américaine, fondée en 1860, spécialisée dans les recherches, les notations de crédit et les indices de référence. C'est l'agence qui gère l'indice mondialement connu du S&P 500, regroupant les 500 plus grandes entreprises américaines.

Les S&P Global ESG Scores (anciennement fournis par RobecoSAM) s'attachent particulièrement à la transparence des entreprises sur les questions de durabilité.

Les entreprises sont évaluées sur une échelle allant de 1 à 100 pour leur gestion ESG, dans laquelle un score plus élevé indique une meilleure gestion. Le processus de notation est très complexe et s'établit en plusieurs étapes. Il commence par l'évaluation de nombreux points de données, jusqu'à mille par entreprise, qui sont analysés, non seulement dans un contexte global, mais aussi en fonction de critères spécifiques au secteur de l'entreprise en cours de notation (S&P Global, 2022).

La couverture des S&P ESG Scores est très large, avec l'analyse de 99% de la capitalisation boursière mondiale. S&P Global s'appuie d'une part sur les informations rapportées par les entreprises, et d'autre part sur une analyse approfondie qu'ils réalisent, appelée *Corporate Sustainability Assessment* (CSA), comprenant notamment un volet "médias et parties prenantes" (*Media & Stakeholder Analysis*). Cette approche permet d'obtenir une image plus précise et nuancée de la performance ESG de chaque entreprise (S&P Global, 2022).

Au vu du coût d'entrée, les informations riches et transparentes reprises dans la base de données de S&P Global sont malheureusement financièrement inaccessibles pour de nombreux investisseurs.

À la clôture du 28 mars 2024, l'*ETF* JETS avait un S&P ESG Score équipondéré de 62,98%, et pondéré de 61,04%, c'est à dire plus faible. Cela suggère que l'*ETF* JETS surpondère légèrement les valeurs disposant d'un S&P ESG Score inférieur à la moyenne.

## **Bloomberg (ESG)**

Bloomberg est une entreprise privée américaine, fondée en 1981, spécialisée dans les logiciels financiers, les données et les médias. Elle est particulièrement reconnue pour sa plateforme de *trading* et ses services de données en temps réel.

Les Bloomberg ESG Scores visent à offrir une transparence optimale dans la méthodologie, permettant ainsi aux investisseurs de prendre des décisions en toute connaissance de cause. Chaque notation est directement liée aux données fournies par l'entreprise concernée.

Les entreprises sont notées, non seulement sur chacun des trois piliers ESG, mais aussi de manière globale, sur une échelle de 1 à 10, les notes les plus élevées indiquant une meilleure gestion ESG. Pour le calcul de la notation ESG globale, le poids attribué à chaque pilier ESG varie en fonction des pays et des secteurs d'activité (système BECS, troisième niveau) (Bloomberg, 2023).

La couverture des Bloomberg ESG Scores est large, avec l'analyse de 15 000 entreprises représentant 90% de la capitalisation boursière mondiale, sur base des rapports d'entreprises, dans plus de 100 pays (Bloomberg, 2023). En s'appuyant sur une analyse passive, Bloomberg n'est pas totalement à l'abri d'erreurs ou de *greenwashing*, malgré le fait que les informations publiées dans les rapports d'entreprises soient rigoureusement contrôlées par des entités externes.

À la clôture du 28 mars 2024, l'*ETF* JETS avait un Bloomberg ESG Score (notation globale) équipondéré de 4,40, et pondéré de 5,09, c'est à dire plus élevé. Cela suggère que l'*ETF* JETS surpondère les valeurs disposant d'un Bloomberg ESG Score supérieur à la moyenne.

Pour le pilier environnemental (E), la notation équipondérée était de 4,69 et la notation pondérée de 5,05. Pour le pilier social (S), la notation équipondérée était de 3,45 alors que la notation pondérée était de 3,57. Pour le dernier pilier, celui de gouvernance (G), la notation équipondérée était de 5,95 et la notation pondérée de 6,66.

## **MSCI (ESG)**

MSCI est une entreprise publique américaine fondée en 1968, dont l'actionnaire majoritaire est Morgan Stanley. Son activité principale est la fourniture d'indices boursiers, notamment le bien connu MSCI World.

Les MSCI ESG Ratings considèrent la gestion des risques et des opportunités ESG de chaque entreprise dans son contexte spécifique.

Les entreprises sont évaluées sur une échelle allant de AAA à CCC, AAA étant la meilleure notation ESG. Pour chaque entreprise, entre deux et sept enjeux clés (*Key Issues*) environnementaux (E) et sociaux (S) sont choisis puis analysés parmi 27 enjeux clés, sélectionnés en fonction des enjeux spécifiques du secteur. En ce qui concerne la gouvernance (G), chaque entreprise est évaluée sur six enjeux, communs à tous les secteurs (*Key Issues*). Chaque enjeu reçoit une note sur une échelle de 1 à 10, où 10 représente la performance maximale. Une moyenne pondérée des notes de chaque enjeu est calculée pour obtenir une notation intermédiaire, qui est ajustée en fonction de la notation moyenne du secteur concerné. Par conséquent, la notation finale de l'entreprise dépend fortement de la performance de ses pairs (MSCI, 2024).

Calculer la performance ESG de l'*ETF* JETS sur base de la notation MSCI ESG Ratings n'est pas pertinent, car, parmi les quarante-neuf valeurs le constituant, vingt-quatre n'ont pas de notation.

### Sustainalytics (ESG)

Sustainalytics est une filiale de Morningstar, agence considérée comme le leader mondial de la recherche de données ESG.

Les Sustainalytics ESG Risk Ratings mesurent la gestion des risques ESG, et examinent les risques ESG non gérés par les entreprises.

L'évaluation est faite sur une échelle allant de 0 à 40+, comme le montre la Table 4.5. Elle se base sur trois blocs d'analyse, à savoir la gouvernance d'entreprise, les enjeux ESG importants et les enjeux imprévisibles, comme un scandale. Cette évaluation tient compte du sous-secteur et se fait selon deux dimensions, l'exposition aux risques et la gestion de ces risques (Sustainalytics, 2021).

| Sustainalytics ESG Risk Ratings |                    |
|---------------------------------|--------------------|
| 0-10                            | risque négligeable |
| 10-20                           | risque faible      |
| 20-30                           | risque moyen       |
| 30-40                           | risque élevé       |
| 40+                             | risque grave       |

TABLE 4.5 – Catégories de risques de l'agence Sustainalytics. (Sustainalytics, 2021)

À la clôture du 28 mars 2024, le Sustainalytics ESG Risk Rating équipondéré de l'*ETF* JETS était de 26,75, et de 28,41 en pondéré. Bien qu'ils soient dans la même classe de risque (risque moyen), ces chiffres suggèrent que l'*ETF* JETS surpondère légèrement les valeurs disposant d'un Sustainalytics ESG Risk Rating supérieur à la moyenne.

#### 4.1.6 Simulations de Monte Carlo de l'*ETF*

Les simulations de Monte Carlo se basent sur le mouvement brownien géométrique, modèle mathématique qui prend en compte une variété d'incertitudes et de variables aléatoires (Kong et al., 2011). Ce mouvement décrit le déplacement aléatoire de particules dans un fluide. Il est également utilisé en finance pour prédire les rendements futurs d'un actif financier, en anticipant les fluctuations potentielles. La simulation génère un grand nombre de résultats possibles ainsi que leurs probabilités. D'après Zhang and Cui (2023), au plus le nombre de simulations est élevé, au plus le résultat sera précis. Ils estiment qu'il faut effectuer plus de 25 000 simulations pour obtenir un échantillon suffisamment précis.

Pour réaliser ces simulations, nous devons définir différents paramètres, comme la valeur initiale de l'actif, son rendement moyen et sa volatilité moyenne, paramètres qui permettront de calculer différentes probabilités (Harrison, 2010).

Dans notre étude, nous allons réaliser 150 000 simulations pour obtenir un résultat aussi précis que possible. Ces simulations s'établiront sur une période d'une année, correspondant à 252 jours ouvrables. Pour chaque simulation, le prix initial pour l'*ETF* JETS est le prix de l'actif au 28 mars 2024, soit 86,86€. Il a été calculé en ajustant tous les rendements journaliers à une valeur en base de 100, fixée le 30 avril 2015.

Après 150 000 simulations, nous avons constaté une volatilité moyenne projetée sur un an de 35,21% sur l'*ETF* JETS et un rendement moyen projeté de -1,52%. Ces résultats corroborent le rendement et la volatilité annualisée, enregistrés depuis la création de l'*ETF* JETS, le 30 avril 2015.

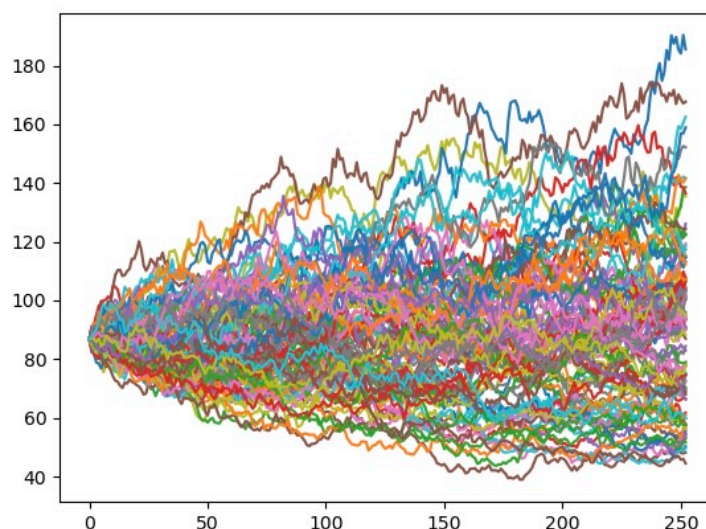


FIGURE 4.12 – Illustration des simulations de Monte Carlo sur l'*ETF* JETS ( $I = 86,86$ ).

## 4.2 Critères de construction des portefeuilles

Durant la phase de constitution d'un portefeuille d'investissement, l'établissement de critères précis d'inclusion et d'exclusion s'avère crucial. C'est pourquoi nous allons établir une série de critères qui nous permettront de constituer notre échantillon final.

### 4.2.1 Types d'acteurs

Le premier critère choisi pour notre étude est lié à l'activité de l'entreprise, ici, l'aviation civile au niveau mondial, comme pour l'indice JETSEX et son *ETF* associé (JETS). Comme nous l'avons vu auparavant, le marché est complexe, et composé de multiples segments au sein desquels de nombreux acteurs opèrent, des entreprises de *catering* à celles de services au sol (*ground-handling*) en passant par les fournisseurs de carburant, et bien d'autres.

Dans le cadre de notre étude, l'échantillon initial se concentrera sur les acteurs qui ont un impact direct et immédiat sur la conception, la fabrication, l'exploitation et la maintenance des avions de passagers et de marchandises. Concrètement, il privilégiera les entreprises qui rendent possible le vol d'un avion (compagnies aériennes, constructeurs d'aéronefs, fabricants de composants, ...), et nous écarterons celles qui offrent des services annexes, car, pour nombre d'entre elles, l'aviation civile ne constitue qu'un segment mineur de leurs activités.

L'objectif de ce critère est d'obtenir une vue d'ensemble précise du secteur, tout en gérant sa complexité. L'Annexe A.2 présente les différents types acteurs de l'aviation civile : en vert, ceux susceptibles d'être inclus dans l'échantillon, en rouge, ceux exclus sur base de ce critère.

Notons que, contrairement à nous, l'indice JETSEX ainsi que son *ETF* associé (JETS) intègrent les agences de voyage en ligne (comme Booking Holdings Inc).

Ce critère nous semblait le plus pertinent à appliquer dans un premier temps, afin d'établir un échantillon de départ plus limité des entreprises cotées du secteur. Il est présenté dans l'Annexe A.3, et nous lui appliquerons les critères suivants (4.2.2 et 4.2.3). Nous tenons à préciser que notre analyse se concentre sur le marché de cotation principal de chaque valeur, étant donné que les valeurs peuvent être cotées sur plusieurs marchés. Cette approche est adoptée car la présence d'une même valeur sur divers marchés boursiers rend l'analyse plus complexe, en particulier en ce qui concerne la liquidité et la devise.

### 4.2.2 Limite du chiffre d'affaires dans les activités de défense

Le deuxième critère concerne l'implication des entreprises aéronautiques dans les activités militaires et de défense. Ce choix est motivé par plusieurs raisons.

Il est essentiel de mentionner que l'aéronautique commerciale et de défense sont souvent indissociables pour les constructeurs d'avions, mais aussi, et surtout, pour les constructeurs de composants aéronautiques. De nombreuses technologies et innovations sont partagées par ces deux entités (Collopy, 2004). Comme nous l'avons vu dans la Sous-section 2.1.1, les deux grandes

guerres ont joué un rôle essentiel dans l'évolution des techniques structurales et mécaniques des avions. Aujourd'hui encore, certaines technologies de défense trouvent leur place dans l'aviation civile. Un exemple récent est l'intégration, dans les avions civils (comme le Boeing 787 Dreamliner), du *Head Up Display* (HUD), développé initialement pour des applications militaires.

La décision d'exclure les entreprises avec une forte présence dans la défense peut sembler restrictive. Cependant, l'objectif de nos portefeuilles étant de se concentrer sur l'aviation civile et ses acteurs, inclure des entreprises avec une forte implication dans la défense pourrait biaiser les résultats et ne pas refléter précisément le paysage de l'industrie aéronautique civile. De plus, les implications éthiques, politiques et économiques de l'investissement dans la défense sont substantiellement différentes de celles du civil.

Il est donc important de déterminer un pourcentage limite pour les revenus (chiffre d'affaires) découlant du secteur de la défense pour les acteurs présents aussi dans le secteur civil. Ces cinq dernières années, ces acteurs ont vu leurs revenus liés à l'activité civile chuter (pandémie de la COVID-19). Par ailleurs, les conflits armés récents ont eu tendance à stimuler les activités de défense, et par conséquent à augmenter la proportion des revenus dans ce secteur (Tian et al., 2023).

Les deux éléments allant dans le sens de l'augmentation de la partie défense, fixer la limite à cinquante pour cent et plus nous semblait inadéquat. Peu d'acteurs étant exclusivement dans le secteur civil, il fallait néanmoins opter pour une limite n'éliminant pas d'emblée les acteurs tels que les constructeurs d'aéronefs et leurs fournisseurs de composants.

Nous avons par conséquent fixé la limite à quarante pourcent. Ainsi, les entreprises dont plus de quarante pour cent des revenus découlent du secteur de la défense (moyenne sur les cinq dernières années) seront exclues de l'échantillon initial.

Il est important de souligner que toute entreprise qui n'a pas explicitement détaillé la répartition de ses revenus de défense dans ses rapports financiers annuels des cinq dernières années sera exclue. Cette mesure vise à maintenir une certaine intégrité et précision dans l'analyse.

Sur base de ce deuxième critère, la Table 4.6 reprend les valeurs de l'échantillon initial qui ne sont pas éligibles à faire partie de l'échantillon final, ainsi que leur proportion moyenne de revenus provenant du secteur de la défense au cours des cinq dernières années.

| Nom                  | % CA défense | Nom                       | % CA défense |
|----------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| TransDigm Group Inc  | 42,40%       | Figeac Aero SARL          | NA           |
| Thales SA            | 51,22%       | General Dynamics Corp     | NA           |
| Leidos Holdings Inc  | 55,80%       | General Electric Co       | NA           |
| Ducommun Inc         | 58,80%       | Hindustan Aeronautics Ltd | NA           |
| RTX Corp             | 61,00%       | Moog Inc                  | NA           |
| Dassault Aviation SA | 66,86%       | Northrop Grumman Corp     | NA           |
| Lockeed Martin       | 100,00%      | Textron Inc               | NA           |
| BAE Systems PLC      | NA           | TAT Technologies Ltd      | NA           |
| Curtiss-Wright Corp  | NA           | Woodward Inc              | NA           |

TABLE 4.6 – Entreprises de l'échantillon initial exclues sur base du critère 4.2.2.

### 4.2.3 Capitalisation boursière ajustée au flottant minimum

Le dernier critère est lié à la capitalisation boursière ajustée au flottant (*free float*).

La capitalisation boursière, déterminée en multipliant le nombre d'actions en circulation par le prix de l'action exprimé dans sa devise, sert d'indicateur de la valorisation par le marché. Elle offre un moyen pratique de comparer une entreprise à ses concurrents.

Le flottant (*free float*), de son côté, fait référence aux actions d'une entreprise pouvant être négociées publiquement et sans restrictions. Cela représente donc le pourcentage des actions qui sont disponibles au public pour la négociation sur le marché. Le flottant est important pour la liquidité d'une action, car il caractérise la capacité potentielle à acheter ou vendre une action sans provoquer de fluctuation importante de son prix. Un flottant élevé correspond à une liquidité élevée, rendant l'achat et la vente d'actions plus facile. Cette caractéristique joue un rôle essentiel dans la gestion de portefeuille. En effet, l'inclusion, dans un portefeuille, de valeurs avec un faible *free float* peut entraîner des difficultés (Ha et al., 2015; Abate et al., 2021).

Pour être éligible à l'inclusion dans l'échantillon final, nous avons fixé arbitrairement une limite de capitalisation boursière ajustée au flottant d'au moins un milliard de dollars américains (USD). Cela permet d'assurer que la valeur d'entreprise est assez élevée mais également suffisamment accessible.

Pour les actions non cotées en dollars américains (USD), la capitalisation boursière ajustée au flottant est convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change (devise étrangère/USD) à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Cette limite est plus restrictive que la méthodologie de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS), pour lesquels une capitalisation boursière minimale de cent millions de dollars américains (USD) est requise, de même qu'une liquidité journalière moyenne d'au moins cinq cent mille dollars américains (USD).

Sur base de ce troisième critère, la Table 4.7 reprend les valeurs de l'échantillon initial qui ne sont pas éligibles à faire partie de l'échantillon final, ainsi que leur capitalisation boursière en



milliards de dollars américains (USD) (M\$).

| Nom                            | Cap. aj. (M\$) | Nom                         | Cap. aj. (M\$) |
|--------------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| AerSale Corp                   | 0,1589         | Hawaiian Holdings Inc       | 0,6684         |
| Air New Zealand Ltd            | 0,5801         | Icelandair Group            | 0,3021         |
| Air Transport Services Gr. Inc | 0,8768         | Jin Air Co Ltd              | 0,1492         |
| Astronics Corp                 | 0,6347         | Latecoere SA                | 0,195          |
| Azul SA                        | 0,7652         | Norwegian Air Shuttle ASA   | 0,9331         |
| Copenhagen Airports A/S        | 0,0833         | SAS AB                      | 0,0102         |
| Ducommun Inc                   | 0,6185         | Skymark Airlines Inc        | 0,2224         |
| Enter Air SA                   | 0,0832         | SpiceJet Ltd                | 0,2523         |
| Figeac Aero SARL               | 0,0474         | Spirit Airlines Inc         | 0,5005         |
| Flughafen Wien AG              | 0,4579         | Sun Country Airlines H. Inc | 0,7955         |
| Frontier Group Holdings Inc    | 0,4638         | TAT Technologies Ltd        | 0,0597         |

TABLE 4.7 – Entreprises de l'échantillon initial exclues sur base du critère 4.2.3.

#### 4.2.4 Tableau récapitulatif des critères d'inclusion

| Types d'acteurs | Revenus de défense | Cap. boursière ajustée au flottant |
|-----------------|--------------------|------------------------------------|
| Voir Annexe A.2 | $\leq 40\%$        | $\geq 1,000,000,000\$$             |

### 4.3 Sélection des valeurs éligibles

Après avoir appliqué les critères 4.2.2 et 4.2.3 à l'échantillon initial constitué à la fin de la Sous-section 4.2.1, nous obtenons une sélection éligible de cinquante-neuf valeurs, qui représente l'échantillon final. Il est détaillé dans l'Annexe A.4.

### 4.4 Méthode de pondération des valeurs éligibles

Notre méthodologie de pondération pour l'élaboration et le test des différents portefeuilles se basera sur deux critères principaux : la capitalisation boursière ajustée au flottant (*free float*) et la performance extra-financière.

Comme souligné dans la Sous-section 4.1.1, la méthode de pondération de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS) manque de pertinence et ne reflète pas de manière équilibrée le marché de l'aviation civile. En effet, la méthodologie accorde une surpondération notable aux compagnies aériennes américaines et canadiennes, ce qui risque de surreprésenter certaines entreprises par rapport à leur véritable importance dans le secteur. La valeur de l'indice d'Herfindahl-Hirschman calculé pour l'*ETF* JETS mettait en avant une concentration très importante autour des dix plus grandes entreprises.

Ce problème est accentué par trois facteurs : l'utilisation exclusive de la capitalisation boursière comme critère pour pondérer les soixante premiers pour cent, le manque d'informations en ce qui concerne les critères de pondération pour les quarante pour cent restants, et la repondération trimestrielle de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS).

Tous ces éléments pourraient avoir un impact non négligeable sur la performance et sur la gestion des risques.

Enfin, la méthodologie ne prend pas en compte la durabilité, ce qui nous semble toutefois important sur base des constatations décrites dans la Partie 2.

#### 4.4.1 Pondération par la capitalisation boursière ajustée au flottant

La capitalisation boursière ajustée au flottant (*free float*) est le premier critère de pondération. Il s'avère être d'une importance particulière. Il représente la valorisation d'une entreprise telle qu'estimée par le marché, et donne une indication quant à son importance relative dans le secteur. C'est également un indicateur qui permet d'évaluer sa performance au cours du temps.

La capitalisation boursière est ajustée au flottant pour avoir une représentativité précise des actions disponibles pour la négociation sur le marché. Plusieurs indices boursiers, tels que le S&P500, le NASDAQ-100, le STOXX Europe 600 ou le CAC40, utilisent cette méthode de pondération.

Elle permet une souplesse et une flexibilité des pondérations au fil du temps puisque la capitalisation boursière ajustée au flottant varie en fonction de l'évolution des cours de bourse. Par conséquent, le poids attribué à chaque valeur dans nos portefeuilles évoluera quotidiennement, reflétant ainsi, en temps réel, les fluctuations du marché boursier.

Afin de permettre une comparaison pertinente de la performance des différents portefeuilles par rapport à la performance financière et extra-financière de l'indice JETSEX et de l'*ETF* JETSEX, les capitalisations boursières ajustées au flottant seront converties quotidiennement en dollars américains (USD). Pour rappel, l'*ETF* JETS n'est pas protégé du risque de devise et investit directement en devise locale, avec une conversion quotidienne des valeurs étrangères en dollars américains (USD).

Pour les actions non cotées en dollars américains (USD), la capitalisation boursière ajustée au flottant est convertie en dollars américains (USD) en appliquant les taux de change quotidiens (devise étrangère/USD) tout au long de la période analysée.

La capitalisation boursière journalière ajustée au flottant sera donc calculée comme suit :

$$\text{Cap.bours. aj. quotidienne} = \text{cours USD} \times \text{nombre d'actions en circulation} \times \% \text{ flottant} \quad (4.1)$$

Il convient tout de même de noter que, dans les faits, cette conversion est une variable non négligeable pouvant avoir un impact sur la performance. En effet, si le taux de change devise étrangère/USD se déprécie, la performance intrinsèque de l'actif, mesurée dans sa devise locale, sera affectée lors de la conversion en dollars américains (USD). Par conséquent, même si l'actif

performe dans sa devise locale, sa performance peut sembler moins bonne après la conversion, en cas de dépréciation de la devise locale. De même, la performance peut être accentuée en cas d’appréciation de la devise locale.

Pour mieux comprendre, la Figure 4.13 représente le cours de Turk Hava Yollari AO (Turkish Airlines) dans sa devise locale, la livre turque (TRY), ainsi que son cours converti quotidiennement en dollars américains (USD), le tout sur une échelle logarithmique. Cette comparaison met en évidence l’impact important de la dépréciation du taux de change TRY/USD sur le cours de l’action, ajusté quotidiennement en dollars américains (USD) depuis fin avril 2015.



FIGURE 4.13 – Cours de Turk Hava Yollari AO en TRY et ajusté en USD depuis avril 2015 (échelle logarithmique).

Dans notre échantillon final, nous avons relevé toutes les valeurs non cotées en dollars américains (USD). Pour la période entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024, les volatilités annualisées des taux de change (devise étrangère/USD) de ces valeurs ont été détaillées dans la Table 4.8. Nous pouvons constater que, sur cette période, la livre turque (TRY), le réal brésilien (BRL) et le peso mexicain (MXN) ont connu une volatilité particulièrement élevée.

| Change  | Vol. annualisée | Change  | Vol. annualisée |
|---------|-----------------|---------|-----------------|
| AUD/USD | 10,15%          | HKD/USD | 0,63%           |
| BRL/USD | 17,32%          | JPY/USD | 8,72%           |
| CAD/USD | 7,33%           | MXN/USD | 12,61%          |
| CHF/USD | 7,47%           | SGD/USD | 4,80%           |
| EUR/USD | 7,74%           | THB/USD | 7,27%           |
| GBP/USD | 9,53%           | TRY/USD | 19,17%          |

TABLE 4.8 – Volatilités annualisées devise étrangère/USD entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

Il est important de mentionner un biais potentiel, malheureusement inévitable, dans notre méthodologie de pondération par la capitalisation boursière ajustée. En effet, les données quotidiennes sur le flottant et le nombre d’actions en circulation (*outstanding shares*) n’étant pas disponibles pour les périodes antérieures, nous nous appuyons sur des données fixes, celles à

la clôture du marché le 28 mars 2024. Cela pourrait influencer les résultats, car nous ne prenons pas en compte les variations du flottant, comme dans le cas d'un rachat d'actions propres. De la même manière, si le nombre d'actions en circulation varie, cela a une incidence sur la capitalisation boursière, ce que nous ne pouvons pas prendre en compte ici.

#### **4.4.2 Pondération par la notation ESG**

Le deuxième critère de pondération est la notation ESG avec, comme objectif, de tenter d'introduire l'aspect durabilité dans des portefeuilles liés au secteur de l'aviation civile, alors que, comme nous l'avons vu, cette industrie est, *a priori*, peu conciliable avec cet aspect.

#### **Sélection de l'agence de notation et de son critère ESG**

Pour constituer un portefeuille basé, en partie, sur un critère extra-financier, il est essentiel de choisir une agence de notation avec une importante granularité des données, ce qui permet une certaine flexibilité dans le critère de pondération.

Dans la Sous-section 4.1.5, nous avons analysé les méthodologies des principales agences de notations ESG disponibles sur la plateforme du fournisseur de données en temps réel, Bloomberg. Ceci nous a permis de bien comprendre les critères importants à leurs yeux, et ainsi d'identifier l'agence qui correspond le mieux à nos besoins.

L'agence de notation qui correspond le mieux à nos critères de recherche est Bloomberg, avec ses Bloomberg ESG Scores. Effectivement, sa méthodologie se concentre sur la performance des entreprises au niveau de leur gestion ESG. Les données détaillées permettent une compréhension approfondie de la notation ESG. Il est, par exemple, possible de suivre année après année sur un maximum de cinq ans l'évolution de chaque pilier ESG, ainsi que celle de la notation globale. Sa principale faiblesse réside dans sa dépendance exclusive aux rapports d'entreprise pour la collecte de données. Bien qu'un contrôle soit réalisé en amont de leur publication, la possibilité d'erreurs ne peut être exclue.

#### **Pondération par pilier ESG**

Plusieurs indices boursiers, tels que le S&P500 ESG (basé sur les S&P Global ESG Scores), le NASDAQ-100 ESG (basé sur les Sustainalytics ESG Risk Ratings), le STOXX Europe 600 ESG-X (basé sur les Sustainalytics ESG Risk Ratings) ou le CAC40 ESG (basé sur les Vigeo Eiris ESG Scores), utilisent une méthode de pondération par la notation ESG. Le fait que différentes agences de notation ESG soient utilisées pour la pondération des indices ESG, illustre de manière concrète comment l'interprétation des données extra-financières peut diverger lorsqu'il s'agit de déterminer ce qui est durable et ce qui ne l'est pas (cf. Sous-section 4.1.5).

Suite à la sélection du critère ESG utilisé, la pondération ESG pourra se faire sur base de la notation indépendante de chaque pilier ESG du Bloomberg ESG Score.

Le pilier E évalue la gestion environnementale d’une entreprise, en considérant des facteurs comme l’impact de l’entreprise sur le changement climatique (notamment sur base de ses émissions de gaz à effet de serre), ou sa gestion dans l’utilisation des matières premières (Bloomberg, 2023).

Le pilier S évalue la performance d’une entreprise dans la gestion sociale, en tenant compte des facteurs tels que sa relation avec les employés, les clients et les fournisseurs, du point de vue de la sécurité, de la santé et du respect des droits de l’homme (Bloomberg, 2023).

Enfin, le pilier G évalue la qualité de gouvernance d’une entreprise, en fonction des aspects comme les pratiques de rémunération des employés, les droits des actionnaires ou encore la structure du conseil d’administration (Bloomberg, 2023).

Cette pondération fera ressortir les entreprises qui présentent déjà un bon niveau de durabilité.

Cette méthodologie de pondération a tout de même une limite qui pourrait constituer un biais : nous appliquons la méthode de pondération sur base des notations de chaque pilier ESG telles qu’elles étaient à la clôture du marché le 28 mars 2024, alors que nous les appliquerons à nos portefeuilles le 30 avril 2015, date à partir de laquelle nous ne disposons pas des données évolutives sur les notations de chaque pilier ESG.

## 4.5 Constitution des portefeuilles

Dans le but de répondre à la question de recherche, nous avons constitué cinq portefeuilles, chacun reposant sur des critères de pondération différents. La méthodologie active utilisée se limite à certains facteurs prédéterminés, réduisant les biais cognitifs pour une interprétation plus claire des résultats. Nous pouvons la qualifier de gestion purement statistique.

L’objectif principal de la constitution de ces différents portefeuilles est d’étudier l’influence des facteurs de pondération sur la performance financière et extra-financière, mais également sur la gestion des risques. Cela nous permettra de recueillir des informations importantes sur le comportement des différentes stratégies de pondération selon les conditions de marché, avec une mise en perspective de leur performance par rapport à celle de l’*ETF* de référence (JETS), indicateur d’investissement concret. Nous effectuerons cette analyse statistique en examinant les données depuis le 30 avril 2015, sur 5 ans, sur 3 ans et sur 1 an dans la Partie 5.

Les portefeuilles ont été établis sur base de la totalité de l’échantillon final que nous avons précédemment constitué (cf. Annexe A.4).

- Le portefeuille 1 (P1) est uniquement pondéré en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant. Le poids de chaque valeur évolue avec le temps en fonction des mouvements de la capitalisation boursière ajustée au flottant.
- Le portefeuille 2 (P2) est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier E. Le poids de chaque valeur évolue avec le temps en fonction du mouvement des cours de bourse.
- Le portefeuille 3 (P3) est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier S. Le poids de chaque valeur évolue avec le temps en fonction du mouvement des cours de bourse.

- Le portefeuille 4 (P4) est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier G. Le poids de chaque valeur évolue avec le temps en fonction du mouvement des cours de bourse.
- Le portefeuille 5 (P5) est pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers attribué à chaque pilier). Le poids de chaque valeur évolue avec le temps en fonction du mouvement des cours de bourse.

## PARTIE 5

# Élaboration et analyse

### 5.1 Liste des portefeuilles constitués

Dans la Section précédente (4.5), nous avons constitué les cinq portefeuilles distincts, qui vont maintenant être utilisés comme base pour notre analyse de données. Nous allons étudier l'impact des différents facteurs de pondération sur la performance financière et extra-financière, ainsi que sur la gestion des risques. Cette analyse nous permettra de dégager les grandes tendances et de les mettre en perspective par rapport à une solution d'investissement réelle, à savoir l'*ETF* JETS que nous avons déjà analysé dans la Section 4.1.

|                      |                 |         |         |         |
|----------------------|-----------------|---------|---------|---------|
| Portefeuille 1       | cap. bours. aj. | E       | S       | G       |
|                      | 100,00%         | 0,00%   |         |         |
|                      |                 | 0,00%   | 0,00%   | 0,00%   |
| Portefeuille 2 (E)   | cap. bours. aj. | E       | S       | G       |
|                      | 0,00%           | 100,00% |         |         |
|                      |                 | 100,00% | 0,00%   | 0,00%   |
| Portefeuille 3 (S)   | cap. bours. aj. | E       | S       | G       |
|                      | 0,00%           | 100,00% |         |         |
|                      |                 | 0,00%   | 100,00% | 0,00%   |
| Portefeuille 4 (G)   | cap. bours. aj. | E       | S       | G       |
|                      | 0,00%           | 100,00% |         |         |
|                      |                 | 0,00%   | 0,00%   | 100,00% |
| Portefeuille 5 (ESG) | cap. bours. aj. | E       | S       | G       |
|                      | 0,00%           | 100,00% |         |         |
|                      |                 | 33,33%  | 33,33%  | 33,33%  |

## 5.2 Composition des portefeuilles

Chaque portefeuille est composé des cinquante-neuf valeurs constituant notre échantillon final (cf. Section 4.3). Le tableau reprenant la composition et la pondération des lignes individuelles de chaque portefeuille, après la clôture du 28 mars 2024, se trouve aux Annexes suivantes :

- Portefeuille 1 en Annexe A.5.
- Portefeuille 2 (E) en Annexe A.6.
- Portefeuille 3 (S) en Annexe A.7.
- Portefeuille 4 (G) en Annexe A.8.
- Portefeuille 5 (ESG) en Annexe A.9.

Pour chaque portefeuille et sur toute la période analysée, nous disposons de l'historique des pondérations, ce qui nous permettra d'analyser l'évolution temporelle de la composition géographique, sous-sectorielle et par capitalisation boursière. Comme mentionné précédemment, pour les portefeuilles pondérés sur base des différentes notations ESG, les compositions sont fixées au 30 avril 2015, leur évolution ultérieure dépend uniquement de la fluctuation des cours de bourse, accentuant l'importance d'analyser l'évolution temporelle de ces différents portefeuilles.

### 5.2.1 Composition du Portefeuille équipondéré

Les portefeuilles présentés ci-dessus sont composés des cinquante-neuf valeurs de notre échantillon final (cf. Annexe A.4). Il convient néanmoins de noter que, dans cet échantillon final, certains sous-secteurs, zones géographiques et capitalisations boursières y sont structurellement surreprésentés.

Afin d'établir une base de comparaison uniforme pour tous les portefeuilles, il est nécessaire d'établir le Portefeuille équipondéré (Pe), qui donne un poids identique à chaque valeur de l'échantillon final en date du 28 mars 2024. Étant composé de cinquante-neuf valeurs, chaque valeur pondère pour 1,69%. Ce Portefeuille équipondéré servira dans l'analyse de la composition géographique, sous-sectorielle et par capitalisation boursière de nos cinq portefeuilles constitués.

#### Composition géographique

Le Portefeuille équipondéré montre un équilibre notable dans la répartition géographique. L'Amérique du Nord est la zone géographique la plus représentée, comptant pour 37,29% (soit 22 valeurs), suivie par une égalité parfaite entre l'Europe et l'Asie-Pacifique, comptant toutes deux pour 30,51% (soit 18 valeurs). L'Amérique latine n'est représentée que par une seule valeur (1,69%), à savoir Embraer SA, le constructeur d'aéronefs brésilien.

Comme nous l'avons expliqué dans la composition géographique de l'*ETF JETS* (cf. Sous-section 4.1.2), le secteur aérien est, par nature, international, ce qui signifie que, bien que l'analyse géographique soit essentielle pour comprendre où se situent les acteurs, elle ne fournit pas une image des zones géographiques dans lesquelles elles opèrent.



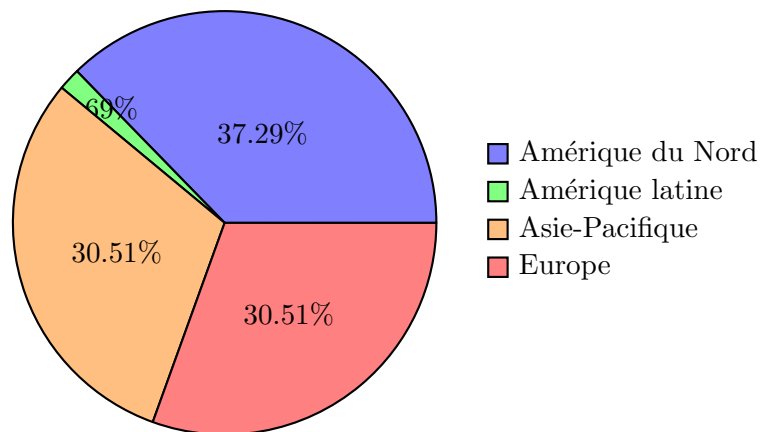


FIGURE 5.1 – Composition géographique du Pe au 28 mars 2024.

### Composition sous-sectorielle

L'équilibre que nous observons dans la composition géographique ne se retrouve pas dans la répartition sous-sectorielle. En effet, une majorité des valeurs de l'échantillon final sont des compagnies aériennes, qui comptent pour 55,93% (soit 33 valeurs). Les aéroports comptent pour 22,03% (soit 13 valeurs), les fabricants de composants pour 11,86% (soit 7 valeurs), les fabricants d'aéronefs pour 6,78% (soit 4 valeurs), et enfin les entreprises de services pour 3,39% (soit 2 valeurs).

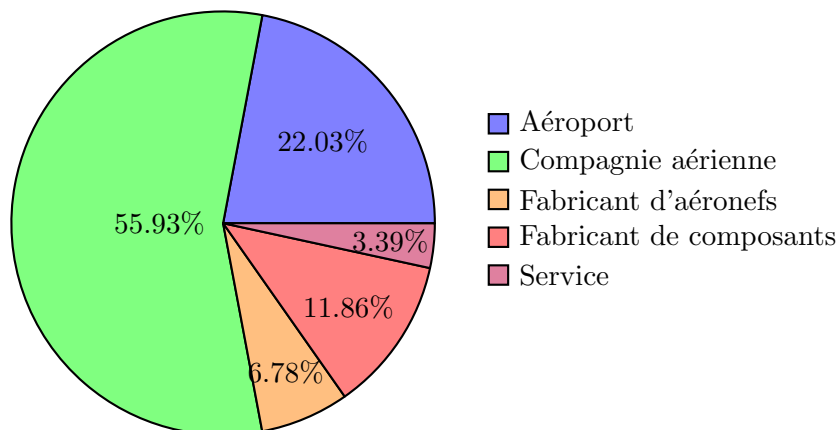


FIGURE 5.2 – Composition sous-sectorielle du Pe au 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Pour ce qui est de la capitalisation boursière, le Portefeuille équipondéré affiche une capitalisation boursière moyenne équipondérée de 15,84 milliards de dollars américains (USD).

Il convient de noter que cette moyenne équipondérée est identique pour tous les portefeuilles étudiés, puisqu'ils sont tous constitués sur base des valeurs de l'échantillon final (cf. Annexe A.4).

Pour les actions non cotées en dollars américains (USD), la capitalisation boursière ajustée au flottant est convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change (devise étrangère/USD) à la clôture du marché le 28 mars 2024.

La classification se base sur les mêmes critères de taille que dans la Sous-section 4.1.2.

Le Portefeuille équilibré est composé en majorité de *Mid-Caps* avec 55,93% (soit 33 valeurs). Les *Large-Caps* représentent 37,29% (soit 22 valeurs), les *Small-Caps* sont minoritaires avec 6,78% (soit 4 valeurs).

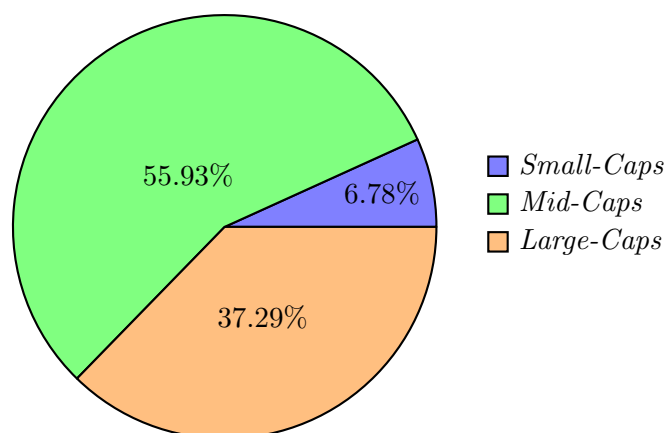


FIGURE 5.3 – Composition par capitalisation boursière du Pe au 28 mars 2024.

### 5.2.2 Composition du Portefeuille 1

Le Portefeuille 1 est uniquement pondéré en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant.

TOP 10 (69,47%) : Boeing Co/The, Airbus Group SE, Safran SA, Rolls Royce Holdings PLC, Delta Air Lines Inc, Howmet Aerospace Inc, Amadeus IT Group SA, Airports of Thailand PCL, Ryanair Holdings PLC, Southwest Airlines Co.

### Composition géographique

En date du 28 mars 2024, l'Europe se distingue en étant la région la plus représentée dans le Portefeuille 1 (47,73%), suivie par l'Amérique du Nord (38,03%). L'Asie-Pacifique, bien que moins présente, représente tout de même une part de 13,61%. Enfin, l'Amérique latine, représentée par une seule valeur, a une contribution minimale de 0,63%. Nous pouvons noter que les capitalisations boursières les plus élevées du secteur se situent en grande partie en Europe et en Amérique du Nord, avec des acteurs tel que Boeing Co/The, Airbus Group SE, Safran SA, ou encore Rolls Royce Holdings PLC.

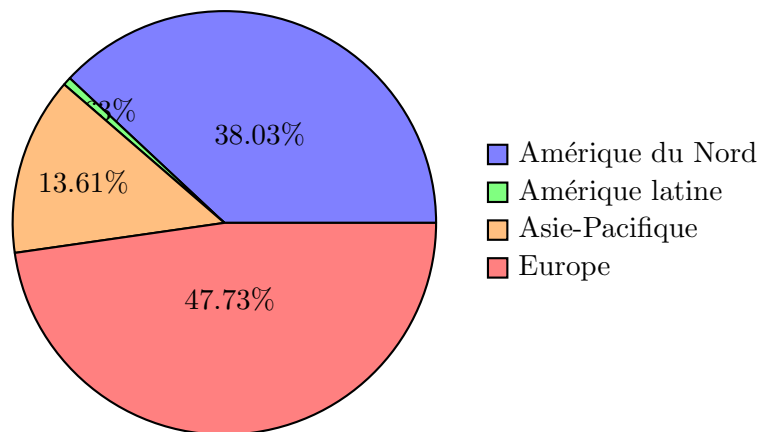


FIGURE 5.4 – Composition géographique du P1 au 28 mars 2024.

La Figure 5.5 reprend l'évolution de la composition géographique du Portefeuille 1 depuis le 30 avril 2015. Sur la période, l'Asie-Pacifique a perdu une part de pondération importante en termes de capitalisation boursière dans le secteur (-5,70%), au même titre que l'Amérique du Nord (-2,43%). L'Europe a, dans un même temps, nettement augmenté sa part (+8,41%). Un autre fait marquant se situe au niveau de la crise de la COVID-19, où les valeurs nord-américaines ont d'abord surpondéré dans le portefeuille avant de diminuer brusquement au profit des valeurs européennes et asiatiques.

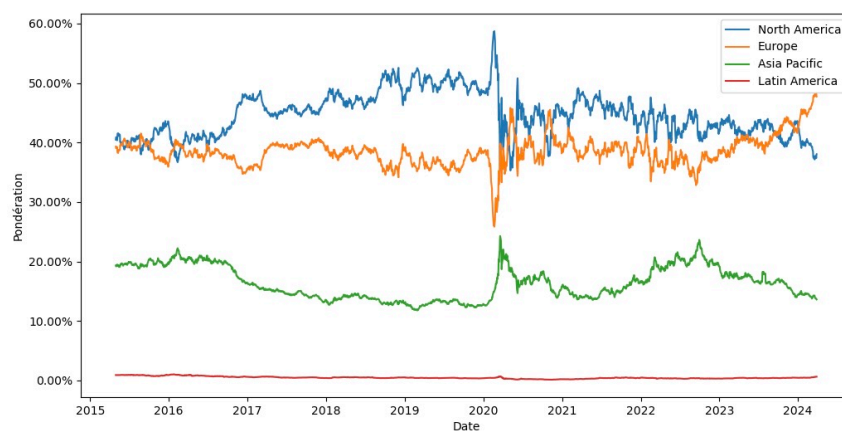


FIGURE 5.5 – Évolution de la composition géographique du P1 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition sous-sectorielle

D'un point de vue sous-sectoriel, à la clôture du marché le 28 mars 2024, le Portefeuille 1 semble plutôt équilibré. Les fabricants d'aéronefs constituent la plus grande part avec 32,04% du portefeuille, suivi par les compagnies aériennes (29,22%) et les fabricants de composants (23,95%). Les aéroports (10,81%) et les entreprises de services (3,98%) suivent bien plus loin. Cette composition est cruciale, car elle offre un aperçu de la structure du marché de l'aviation civile par sous-secteur, basée sur la capitalisation boursière ajustée au flottant, au 28 mars 2024.

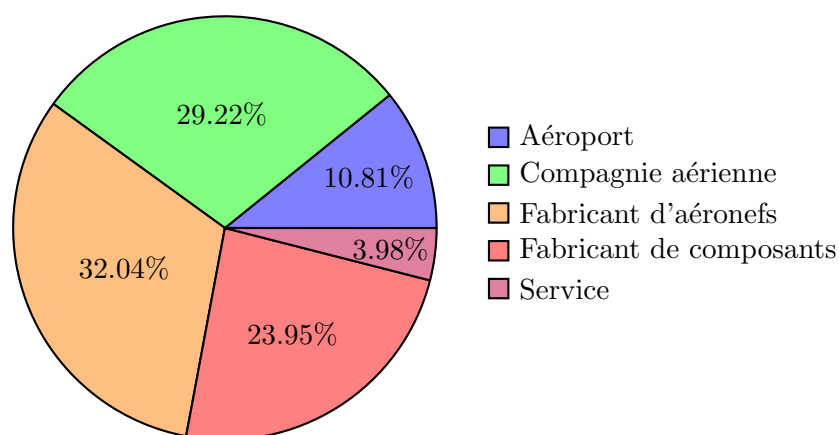


FIGURE 5.6 – Composition sous-sectorielle du P1 au 28 mars 2024.

La Figure 5.7 illustre l'évolution de la composition sous-sectorielle dans le Portefeuille 1 depuis le 30 avril 2015. Sur la période, les compagnies aériennes ont très largement perdu de leur prépondérance (-22,32%), et ce, au profit des fabricants d'aéronefs (+9,45%) et, plus récemment, des fabricants de composants (+9,59%). Ce phénomène peut s'expliquer par leur performance financière impressionnante, qui impacte directement leur capitalisation boursière. Par ailleurs, les aéroports ont regagné en importance depuis la crise de la COVID-19. Quant aux entreprises de services, leur poids dans le portefeuille est resté relativement stable tout au long de la période étudiée.

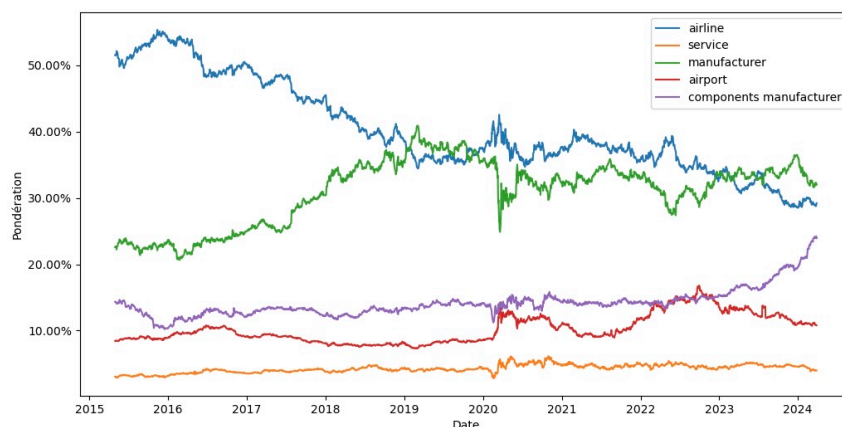


FIGURE 5.7 – Évolution de la composition sous-sectorielle du P1 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, le Portefeuille 1 affiche une capitalisation boursière moyenne pondérée de 63,13 milliards de dollars américains (USD), soit nettement supérieure à la capitalisation boursière moyenne équipondérée de 15,84 milliards de dollars américains (USD). L'écart entre les deux semble logique au vu de la méthode de pondération du portefeuille, uniquement basée sur le critère de capitalisation boursière ajustée au flottant.

Pour les actions non cotées en dollars américains (USD), la capitalisation boursière ajustée au flottant est convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change (devise étrangère/USD) à la clôture du marché le 28 mars 2024.

La classification se base sur les mêmes critères de taille que dans la Sous-section 4.1.2.

En date du 28 mars 2024, le Portefeuille 1 est, logiquement, majoritairement composé de *Large-Caps* (81,86%), la méthode de pondération favorisant naturellement les grandes capitalisations boursières. Les *Mid-Caps* et les *Small-Caps* comptent respectivement pour 17,50% et 0,64%.

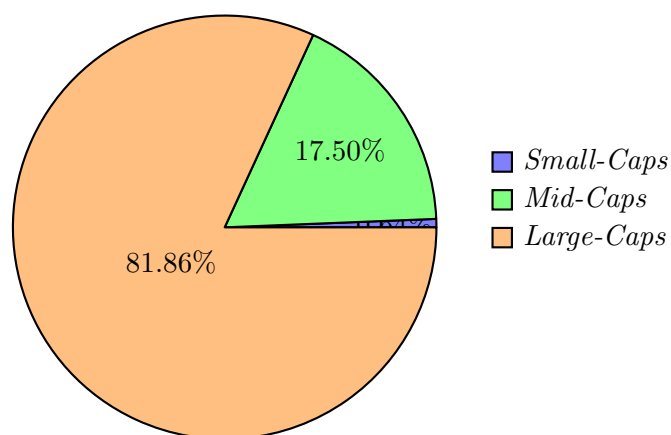


FIGURE 5.8 – Composition par capitalisation boursière du P1 au 28 mars 2024.

### Indice d'Herfindahl-Hirschman

Pour le Portefeuille 1, l'indice d'Herfindahl-Hirschman (HHI) atteint 749,96 à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Nous pouvons observer un effet de concentration conséquent autour des dix premières entreprises, qui pèsent pour 96,22% dans la valeur de l'indice HHI. Cet effet pourrait avoir des implications non-négligeables pour la gestion des risques, en s'exposant fortement aux risques spécifiques des dix premières entreprises.

### 5.2.3 Composition du Portefeuille 2 (E)

Le Portefeuille 2 est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier environnemental (E).

TOP 10 (40,68%) : Grupo Aeroportuario del Pacífico SAB de CV, Grupo Aeroportuario del Sureste SAB de CV, Grupo Aeroportuario del Centro Norte SAB de CV, Cargojet Inc, Airbus Group SE, Interglobe Aviation Ltd, Aena SME SA, Safran SA, Turk Hava Yollari AO, Ryanair Holdings PLC.

## Composition géographique

Le 28 mars 2024, le Portefeuille 2 présente une répartition géographique remarquablement équilibrée. L'Amérique du Nord représente 39,54% du portefeuille, suivie de près par l'Europe (38,49%) et l'Asie-Pacifique (21,15%). L'Amérique latine, représentée par une seule valeur, ne représente qu'une petite fraction du portefeuille (0,82%).

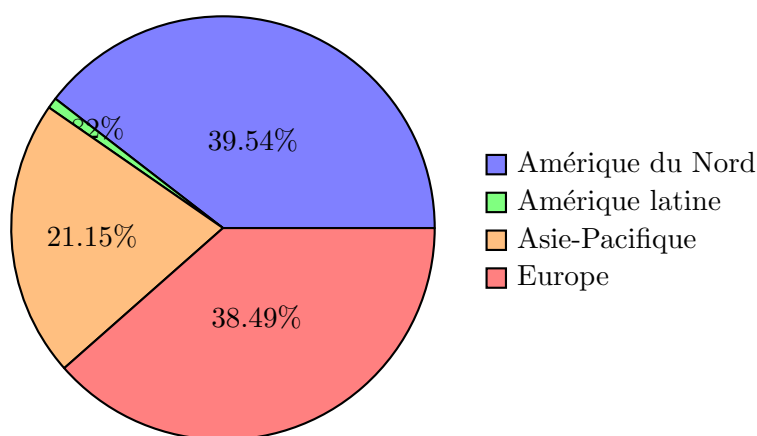


FIGURE 5.9 – Composition géographique du P2 au 28 mars 2024.

La Figure 5.10 reprend l'évolution de la composition géographique du Portefeuille 2 depuis le 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. À cette date, par comparaison avec celle du Portefeuille équilibré, la composition géographique du Portefeuille 2 indique que les entreprises européennes du secteur ont tendance à avoir une meilleure notation du pilier environnemental (E) par rapport au reste du secteur. Les entreprises asiatiques sont sous-pondérées, au même titre que la seule valeur latino-américaine présente dans le portefeuille. Les entreprises nord-américaines sont à l'équilibre avec le Portefeuille équilibré. Au cours de la période analysée, l'équilibre entre les zones géographiques est resté stable, à part une diminution de pondération des valeurs asiatiques (-5,47%) dans le Portefeuille 2. Cette diminution suggère que les entreprises asiatiques du portefeuille ont sous-performé par rapport aux entreprises nord-américaines et européennes.

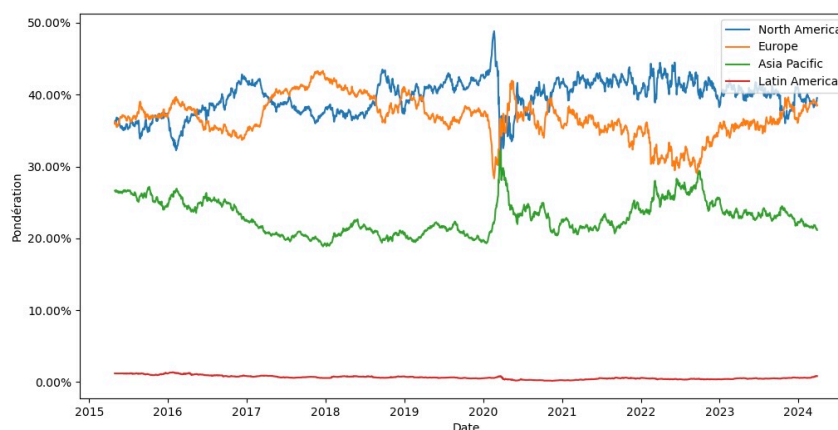


FIGURE 5.10 – Évolution de la composition géographique du P2 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

## Composition sous-sectorielle

En date du 28 mars 2024, le Portefeuille 2 est en grande partie composé de compagnies aériennes (45,17%) et d'aéroports (33,64%). Ces deux sous-secteurs sont suivis de très loin par les fabricants de composants (8,93%), les fabricants d'aéronefs (7,97%) et enfin les entreprises de services (4,30%).

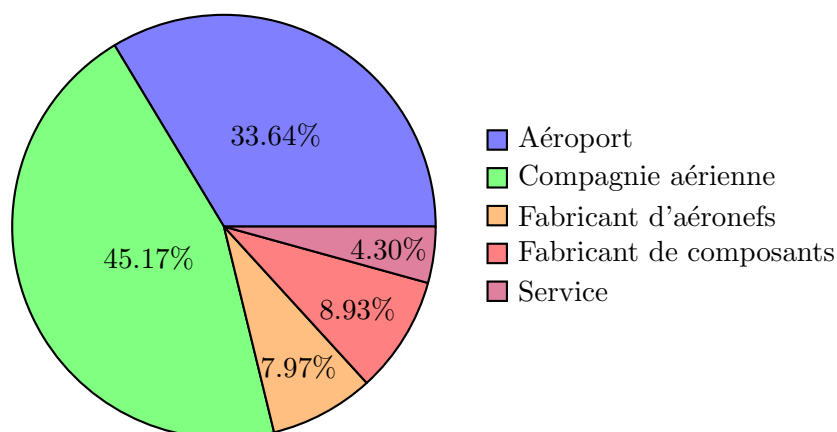


FIGURE 5.11 – Composition sous-sectorielle du P2 au 28 mars 2024.

La Figure 5.12 illustre l'évolution de la composition sous-sectorielle dans le Portefeuille 2 depuis le 30 avril 2015, date de fixation du poids de chaque valeur. À cette date, après comparaison avec le Portefeuille équipondéré, la composition sous-sectorielle indique que les aéroports ont tendance à avoir une meilleure notation du pilier environnemental (E) par rapport au reste du secteur, surtout par rapport aux fabricants de composants, qui sont sous-pondérés. De leur côté, les compagnies aériennes, les fabricants d'aéronefs et les entreprises de services ont un poids sensiblement identique que dans le Portefeuille équipondéré. À voir la Figure 5.12, au cours de la période analysée, les compagnies aériennes ont progressivement perdu de leur prépondérance (-10,10%) dans le Portefeuille 2, majoritairement au profit des aéroports (+5,77%). Cela peut s'expliquer par la mauvaise performance financière des compagnies aériennes du portefeuille entre avril 2015 et mars 2024.

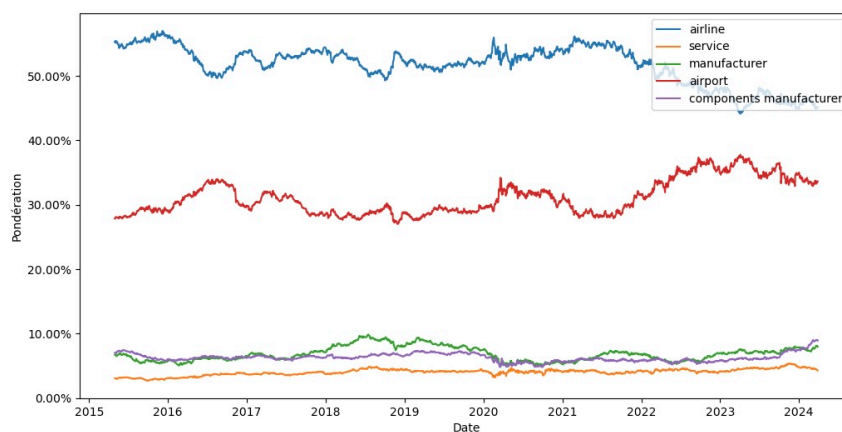


FIGURE 5.12 – Évolution de la composition sous-sectorielle du P2 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

## Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, le Portefeuille 2 présente une capitalisation boursière moyenne pondérée à 21,82 milliards de dollars américains (USD), soit environ 6 milliards de dollars américains (USD) de plus que le Portefeuille équi pondéré.

Pour le calcul de la moyenne, les actions, qui ne sont pas cotées en dollars américains (USD), ont vu leur capitalisation boursière convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change devise étrangère/USD, tel qu'il était à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Pour la classification, nous nous basons sur les mêmes critères que dans la Sous-section 4.1.2.

À la même date, le Portefeuille 2 est majoritairement constitué de *Mid-Caps* avec une part de 50,83%. Les *Large-Caps* suivent avec une part de 43,49%, alors que les *Small-Caps* ne comptent que pour 5,68%. La prédominance des *Mid-Caps* dans le portefeuille peut être attribuée au fait que les acteurs les plus performants du secteur sur le pilier environnemental (E) sont des aéroports, qui sont, en grande partie, des *Mid-Caps*. De plus, les compagnies aériennes, qui sont également en majorité des *Mid-Caps*, maintiennent un équilibre concernant le pilier environnemental (E). La composition par capitalisation boursière est en accord avec la composition sous-sectorielle du portefeuille, où les compagnies aériennes et les aéroports sont prédominants, comme le montre la Figure 5.11.

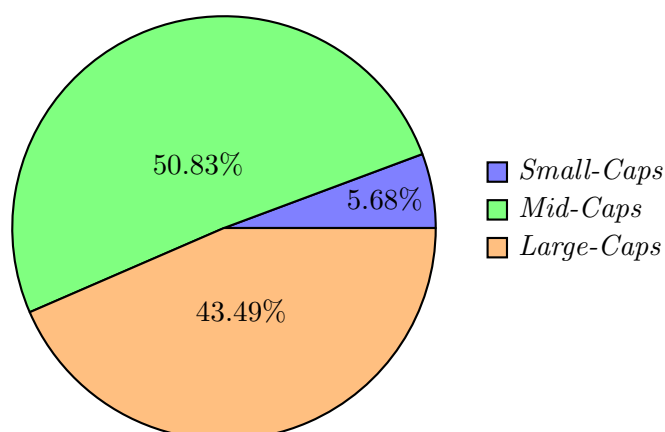


FIGURE 5.13 – Composition par capitalisation boursière du P2 au 28 mars 2024.

## Indice d'Herfindahl-Hirschman

Le 28 mars 2024, l'indice d'Herfindahl-Hirschman pour le Portefeuille 2 est de 275,14. Les dix valeurs principales du portefeuille représentent 61,48% de l'indice total, soit supérieur à leur pondération brute de 40,68%. Le Portefeuille 2 est plus concentré autour de ses dix plus grandes pondérations que ce que le pourcentage brut pourrait le laisser supposer.



### 5.2.4 Composition du Portefeuille 3 (S)

Le Portefeuille 3 est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier social (S).

TOP 10 (55,42%) : Howmet Aerospace Inc, SkyWest Inc, Turk Hava Yollari AO, Airbus Group SE, Interglobe Aviation Ltd, Ryanair Holdings PLC, Heico Corp, Grupo Aeroportuario del Centro Norte SAB de CV, Cargojet Inc, Aena SME SA.

#### Composition géographique

Le 28 mars 2024, le Portefeuille 3 est dominé par l'Amérique du Nord qui représente 52,67% dans le portefeuille. L'Europe et l'Asie-Pacifique suivent de loin avec respectivement 30,09% et 16,81%. Comme pour le pilier environnemental (E), l'Amérique latine, représentée par une seule valeur dans le portefeuille, ne compte que pour une petite fraction avec seulement 0,43% de pondération.

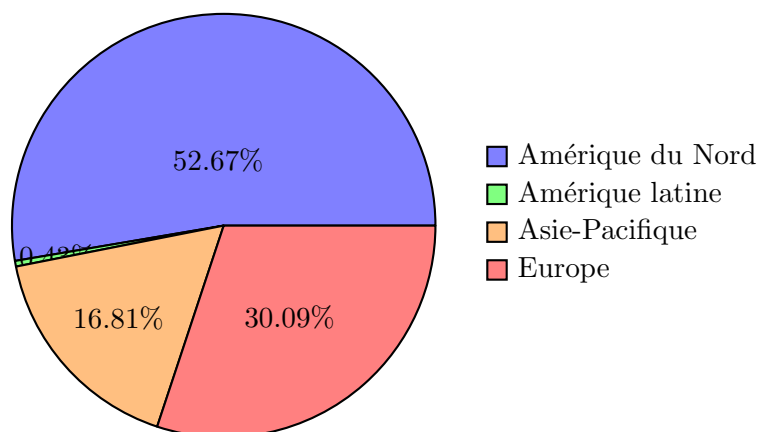


FIGURE 5.14 – Composition géographique du P3 au 28 mars 2024.

La Figure 5.15 reprend l'évolution de la composition géographique du Portefeuille 3 depuis le 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. À cette date, après comparaison avec le Portefeuille équipondéré, la composition géographique montre que les entreprises nord-américaines du secteur ont tendance à avoir une meilleure notation pour le pilier social (S) que les entreprises asiatiques et latino-américaines, qui sont sous-pondérées dans le portefeuille. Les entreprises européennes sont, elles, à l'équilibre avec le Portefeuille équipondéré. Nous retrouvons ici le même cas de figure que pour le pilier environnemental (E), où les acteurs asiatiques et latino-américains semblent sous-performer par rapport au reste du secteur. À voir la Figure 5.15, au cours de la période analysée, la pondération des valeurs asiatiques a fortement diminué (-9,15%) dans le Portefeuille 3, au profit des valeurs nord-américaines (+8,81%). Cela suggère que les entreprises asiatiques du portefeuille ont largement sous-performé par rapport aux entreprises nord-américaines.

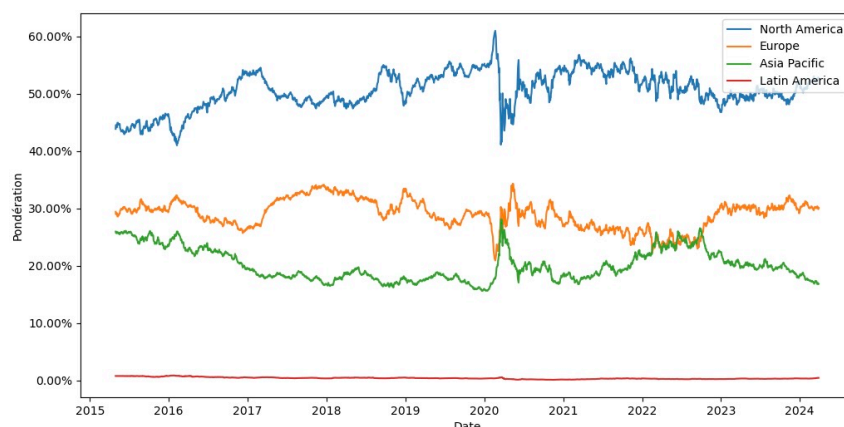


FIGURE 5.15 – Évolution de la composition géographique du P3 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition sous-sectorielle

En date du 28 mars 2024, le Portefeuille 3 est, comme pour le Portefeuille 2, en grande partie composé de compagnies aériennes avec 50,45%. Les fabricants de composants (21,31%) et les aéroports (17,12%) suivent de loin avec les fabricants d’aéronefs (7,83%) et les entreprises de services (3,29%).

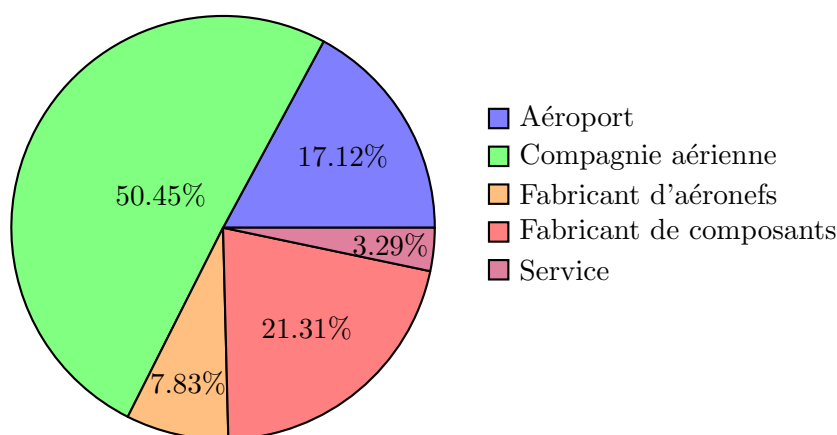


FIGURE 5.16 – Composition sous-sectorielle du P3 au 28 mars 2024.

La Figure 5.17 illustre l’évolution de la composition sous-sectorielle dans le Portefeuille 3 depuis le 30 avril 2015, date de fixation du poids de chaque valeur. À cette date, après comparaison avec le Portefeuille équipondéré, la composition sous-sectorielle montre que les compagnies aériennes sont les plus performantes avec une tendance à avoir une meilleure notation du pilier social (S) que le reste du secteur, notamment par rapport aux aéroports qui sont largement sous-pondérés. Les fabricants de composants, les fabricants d’aéronefs et les entreprises de services ont un poids sensiblement identiques que dans le Portefeuille équipondéré. À voir la Figure 5.17, au cours de la période analysée, nous pouvons faire les mêmes observations que pour le Portefeuille 2. En effet, les compagnies aériennes ont progressivement perdu de leur prépondérance (-11,41%) dans

le Portefeuille 3, au profit des fabricants de composants (+8,81%) et des aéroports (+1,99%). Comme pour le Portefeuille 2, cela peut s'expliquer par la mauvaise performance financière des compagnies aériennes du portefeuille et par la bonne performance financière des fabricants de composants entre avril 2015 et mars 2024.

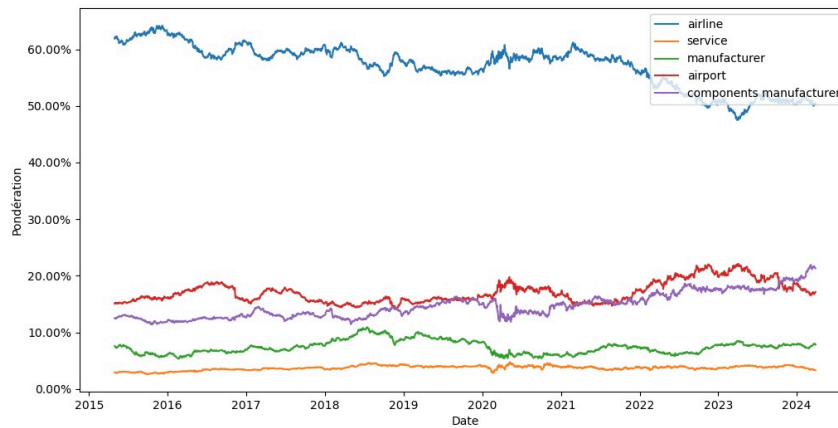


FIGURE 5.17 – Évolution de la composition sous-sectorielle du P3 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, le Portefeuille 3 présente une capitalisation boursière moyenne pondérée à 22,81 milliards de dollars américains (USD), soit environ 7 milliards de dollars américains (USD) de plus que le Portefeuille équipondéré.

Pour le calcul de la moyenne, les actions, qui ne sont pas cotées en dollars américains (USD), ont vu leur capitalisation boursière convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change devise étrangère/USD, tel qu'il était à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Pour la classification, nous nous basons sur les mêmes critères que dans la Sous-section 4.1.2.

À la même date, et au contraire du Portefeuille 2, le Portefeuille 3 est majoritairement constitué de *Large-Caps* avec une part de 53,13%. Les *Mid-Caps* suivent avec une part de 42,33%, les *Small-Caps* ne représentent que 4,53%. La divergence entre les sous-secteurs dans la notation du pilier social (S) est moins prononcée que celle observée pour le pilier environnemental (E). Autrement dit, la notation du pilier social (S) présente une plus grande uniformité à travers les sous-secteurs, ce qui favorise davantage les *Large-Caps*, qui sont majoritairement des fabricants d'aéronefs et des fabricants de composants (cf. Figure 5.17).

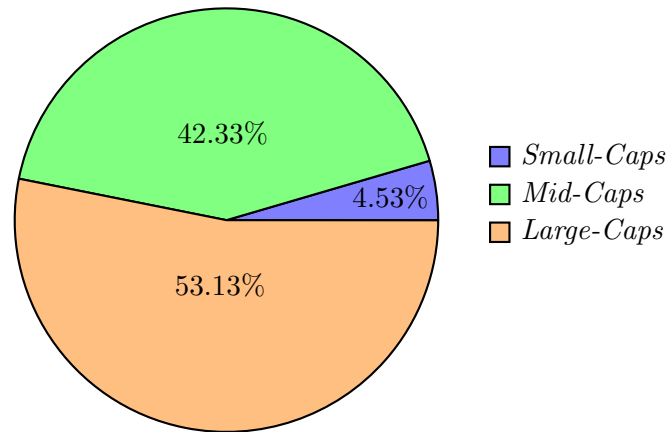


FIGURE 5.18 – Composition par capitalisation boursière du P3 au 28 mars 2024.

### Indice d’Herfindahl-Hirschman

Le 28 mars 2024, l’indice d’Herfindahl-Hirschman pour le Portefeuille 3 atteint 465,76. Les dix valeurs principales du portefeuille représentent 85,76% de l’indice total, soit largement supérieur à leur pondération brute de 55,42%. Le Portefeuille 3 est largement plus concentré autour de ses dix plus grandes pondérations que ce que le pourcentage brut pourrait le laisser supposer.

#### 5.2.5 Composition du Portefeuille 4 (G)

Le Portefeuille 4 est uniquement pondéré en fonction de la notation du pilier gouvernance (G).

TOP 10 (46,40%) : Heico Corp, SkyWest Inc, Howmet Aerospace Inc, Safran SA, Cargojet Inc, Airbus Group SE, Interglobe Aviation Ltd, Ryanair Holdings PLC, Airports of Thailand PCL, Turk Hava Yollari AO.

### Composition géographique

Le 28 mars 2024, le Portefeuille 4 a une composition géographique très semblable à la composition géographique du Portefeuille 3, basé sur le pilier social (S). En effet, l’Amérique du Nord domine largement avec 49,40% de la pondération du portefeuille. L’Europe et l’Asie-Pacifique suivent de loin avec respectivement 29,86% et 20,07%. L’Amérique latine, représentée par une seule valeur, n’occupe qu’une petite part de 0,67%, fort semblable celles dans les deux autres portefeuilles basés sur les piliers ESG (P2 et P3).

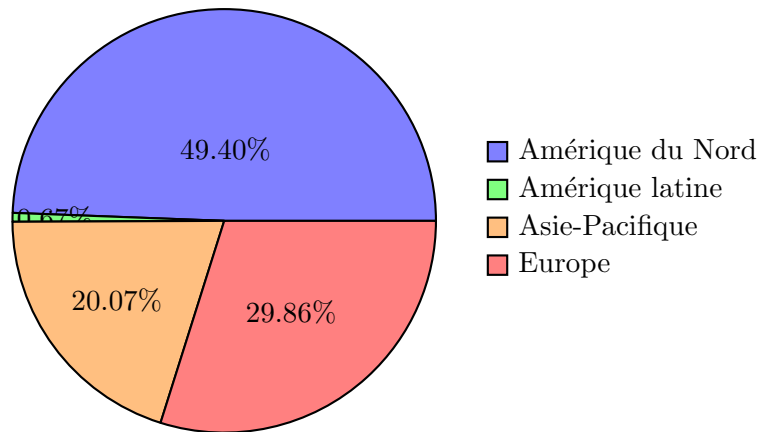


FIGURE 5.19 – Composition géographique du P4 au 28 mars 2024.

La Figure 5.20 reprend l'évolution de la composition géographique du Portefeuille 4 depuis le 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. À cette date, après comparaison avec le Portefeuille équipondéré, la composition géographique montre que les valeurs nord-américaines et européennes du secteur ont tendance à avoir une meilleure notation pour le pilier gouvernance (G) que les entreprises asiatiques et latino-américaines, qui sont sous-pondérées dans le portefeuille. Comme pour les piliers environnemental (E) et social (S), le pilier gouvernance (G) semble moins bon chez les acteurs asiatiques et latino-américains. Il restera à confirmer cette observation pour le Portefeuille 5 (ESG) qui prendra en compte les trois piliers ESG. À voir la Figure 5.20, au cours de la période analysée, la pondération des valeurs asiatiques a subi une diminution (-7,50%), au même titre que les valeurs européennes (-1,23%) dans le Portefeuille 4. Cela s'est fait au profit des valeurs nord-américaines (+9,18%), ce qui suggère que les valeurs nord-américaines du portefeuille ont surperformé les valeurs asiatiques, et dans une moindre mesure, les valeurs européennes.

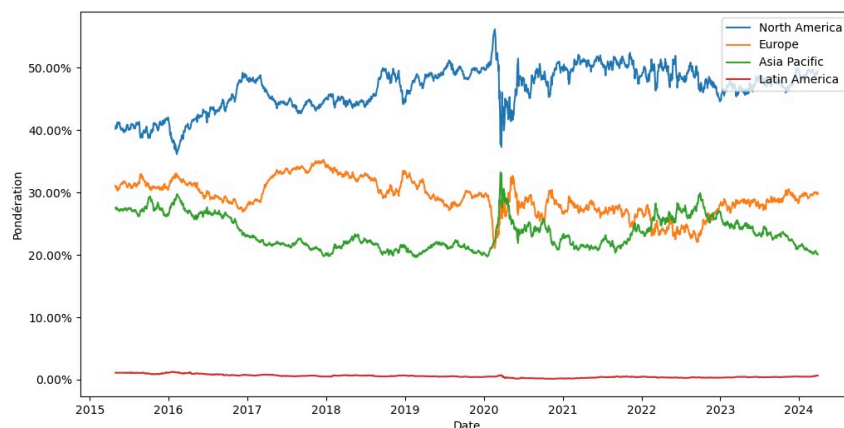


FIGURE 5.20 – Évolution de la composition géographique du P4 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

## Composition sous-sectorielle

Comme pour la composition géographique, en date du 28 mars 2024, la composition sous-sectorielle du Portefeuille 4 est très semblable à celle du Portefeuille 3. En effet, il est en grande partie composé de compagnies aériennes (45,01%), de fabricants de composants (23,66%) et d'aéroports (18,92%). Ces sous-secteurs sont suivis de loin par les fabricants d'aéronefs (8,06%) et les entreprises de services (4,34%).

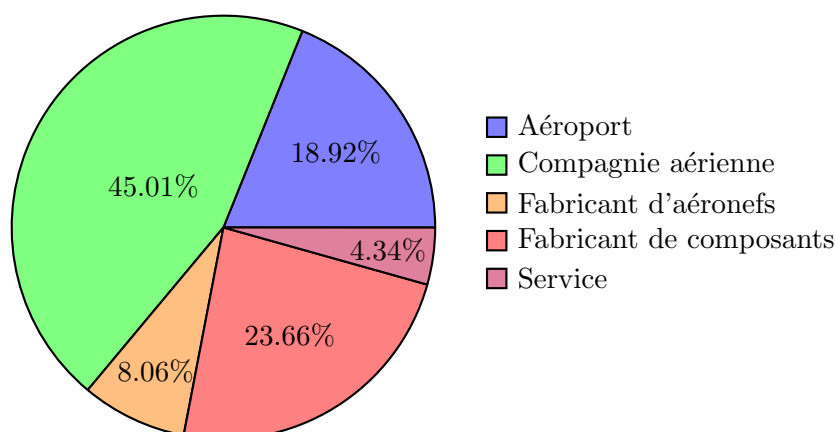


FIGURE 5.21 – Composition sous-sectorielle du P4 au 28 mars 2024.

La Figure 5.22 illustre l'évolution de la composition sous-sectorielle dans le Portefeuille 4 depuis le 30 avril 2015, date de fixation du poids de chaque valeur. À cette date, la composition sous-sectorielle montre que le portefeuille pondéré sur base du pilier gouvernance (G) est celui qui se rapproche le plus du Portefeuille équipondéré dans sa composition sous-sectorielle. Seuls les aéroports semblent avoir une moins bonne notation du pilier gouvernance que le reste du secteur, avec une légère sous-pondération, au profit des fabricants de composants. À voir la Figure 5.22, au cours de la période analysée, nous pouvons faire les mêmes observations que pour les deux autres portefeuilles basés sur les piliers ESG (P2 et P3) : les compagnies aériennes ont perdu beaucoup de leur prépondérance (-11,76%) dans le Portefeuille 4, au profit des fabricants de composants (+9,78%). Comme nous l'avons déjà dit, cela peut s'expliquer par la mauvaise performance financière des compagnies aériennes du portefeuille et par la bonne performance financière des fabricants de composants du portefeuille entre avril 2015 et mars 2024.

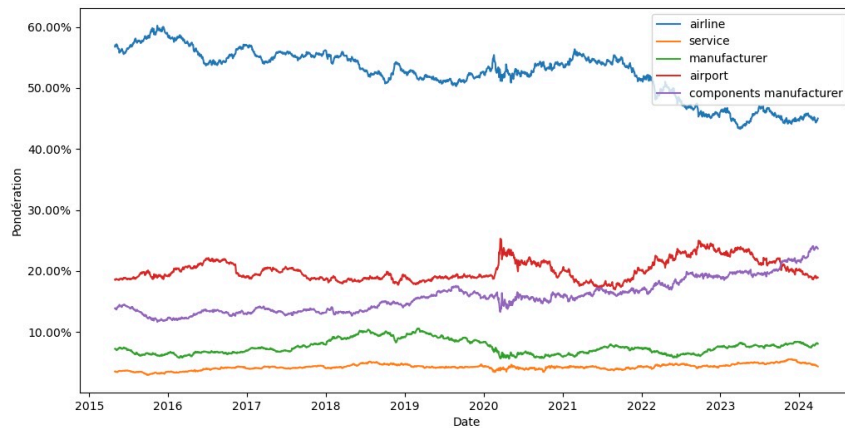


FIGURE 5.22 – Évolution de la composition sous-sectorielle du P4 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, le Portefeuille 4 présente une capitalisation boursière moyenne pondérée à 24,93 milliards de dollars américains (USD), soit environ 9 milliards de dollars américains (USD) de plus que le Portefeuille équilibré. Le Portefeuille 4 est le portefeuille, parmi les portefeuilles basés sur les piliers ESG (P2, P3 et P4), qui affiche la plus grande capitalisation boursière moyenne pondérée. Cela suggère que les entreprises du secteur avec une bonne gouvernance ont tendance à être de plus grande taille que pour la performance des deux autres piliers (E et S).

Pour le calcul de la moyenne, les actions, qui ne sont pas cotées en dollars américains (USD), ont vu leur capitalisation boursière convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change devise étrangère/USD, tel qu'il était à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Pour la classification, nous nous basons sur les mêmes critères que dans la Sous-section 4.1.2.

À la même date, le Portefeuille 4 est, comme le Portefeuille 3, majoritairement constitué de *Large-Caps* avec une part de 51,96%. Les *Mid-Caps* suivent avec une part de 42,08%, et les *Small-Caps* ne représentent que 5,95%. Comme observé pour le Portefeuille 3, la divergence de performance dans la notation du pilier gouvernance (G) entre les sous-secteurs est moins prononcée que celle observée pour le pilier environnemental (E), ce qui favorise davantage les *Large-Caps* (cf. Figure 5.22).

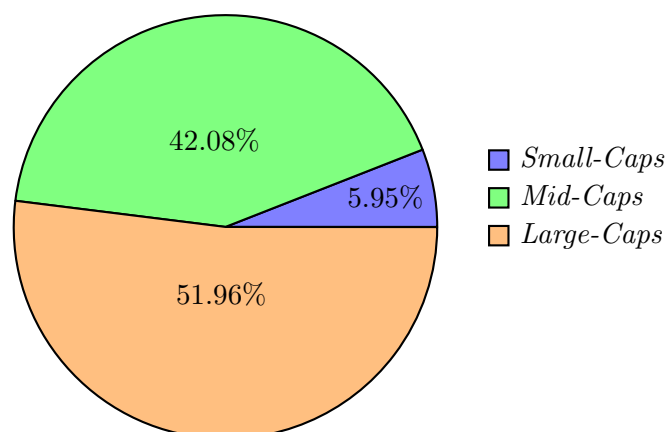


FIGURE 5.23 – Composition par capitalisation boursière du P4 au 28 mars 2024.

### Indice d’Herfindahl-Hirschman

Le 28 mars 2024, l’indice d’Herfindahl-Hirschman pour le Portefeuille 4 est de 325,37. Les dix valeurs principales du portefeuille représentent 76,47% de l’indice total, soit supérieur à leur pondération brute de 46,40%. Le Portefeuille 4 est beaucoup plus concentré autour de ses dix plus grandes pondérations que ce que le pourcentage brut pourrait le laisser supposer.

### 5.2.6 Composition du Portefeuille 5 (ESG)

Le Portefeuille 5 est pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers pour chaque pilier). Il représente un mixte équilibré de chaque pilier, et a donc une certaine ressemblance avec les portefeuilles basés sur chaque pilier individuel (P2, P3 et P4).

TOP 10 (44,42%) : Howmet Aerospace Inc, SkyWest Inc, Airbus Group SE, Turk Hava Yollari AO, Interglobe Aviation Ltd, Heico Corp, Cargojet Inc, Safran SA, Ryanair Holdings PLC, Grupo Aeroportuario del Centro Norte SAB de CV.

### Composition géographique

Le 28 mars 2024, le Portefeuille 5 présente une composition géographique dominée par l’Amérique du Nord (47,65%). L’Europe est la deuxième région la plus représentée (32,51%), suivie par l’Asie-Pacifique (19,22%). La faible pondération en Amérique latine, représentée par une seule valeur dans le portefeuille, se confirme (0,63%).



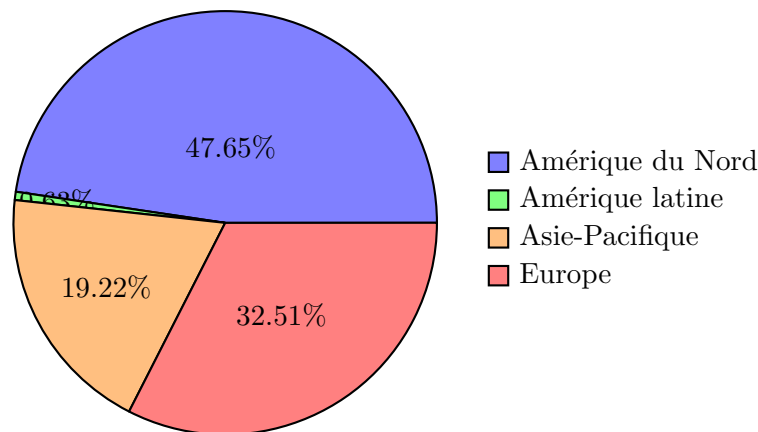


FIGURE 5.24 – Composition géographique du P5 au 28 mars 2024.

La Figure 5.25 reprend l'évolution de la composition géographique du Portefeuille 5 depuis le 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. À cette date, après comparaison avec le Portefeuille équilibré, la composition géographique montre une fois de plus que les valeurs nord-américaines et européennes du secteur ont tendance à avoir une meilleure notation ESG globale que les entreprises asiatiques et latino-américaines, qui sont sous-pondérées dans le portefeuille. Nous sommes maintenant en mesure de confirmer l'observation précédemment faite concernant les portefeuilles basés sur chaque pilier individuel (P2, P3 et P4). Il semble que les acteurs du secteur en Asie-Pacifique et en Amérique latine soient moins performants en termes de durabilité, tenant en compte les trois piliers ESG, par rapport à leurs homologues en Amérique du Nord et en Europe. À voir la Figure 5.25, au cours de la période analysée, la pondération des valeurs asiatiques a baissé (-7,50%) dans le Portefeuille 5, au profit de l'Amérique du Nord (+7,63%). C'est une tendance que nous avons également observée dans les autres portefeuilles basés sur chaque pilier pris individuellement (P2, P3 et P4), et qui confirme, qu'au cours de la période, les valeurs nord-américaines du portefeuille ont surperformé par rapport aux valeurs asiatiques.

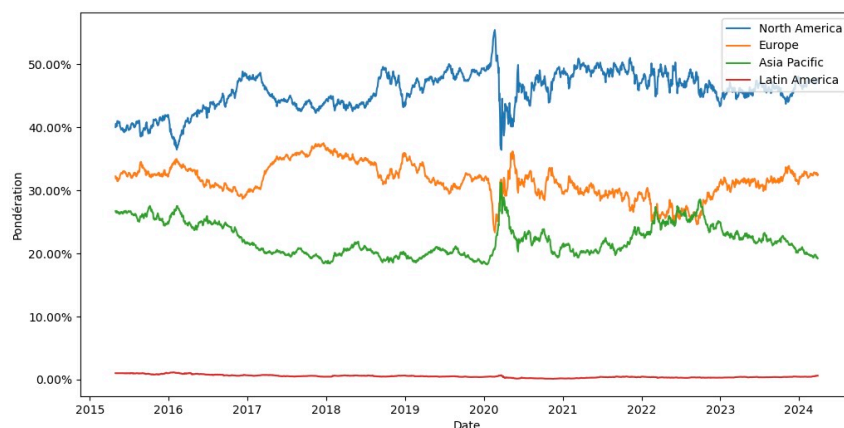


FIGURE 5.25 – Évolution de la composition géographique du P5 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

## Composition sous-sectorielle

En date du 28 mars 2024, le Portefeuille 5 est en grande partie composé de compagnies aériennes (47,02%), d'aéroports (22,65%) et de fabricants de composants (18,43%). Les fabricants d'aéronefs (7,95%) et les entreprises de services (3,95%) suivent de loin.

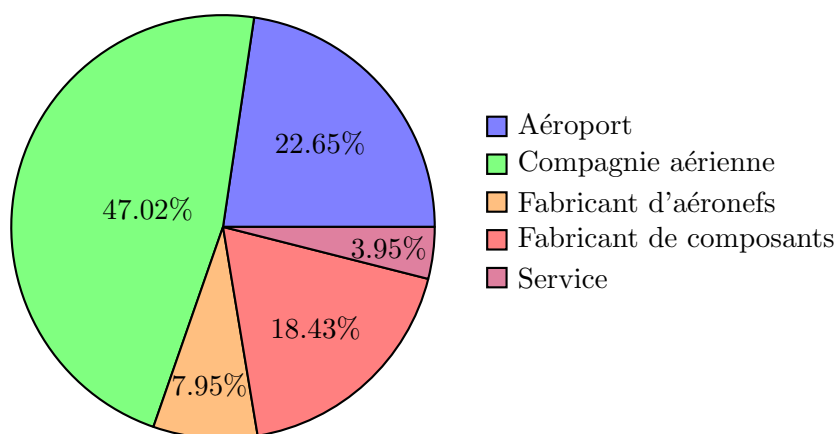


FIGURE 5.26 – Composition sous-sectorielle du P5 au 28 mars 2024.

La Figure 5.27 illustre l'évolution de la composition sous-sectorielle dans le Portefeuille 5 depuis le 30 avril 2015, date de fixation du poids de chaque valeur. À cette date, la composition sous-sectorielle se rapproche, comme pour le Portefeuille 4, fortement du Portefeuille équilibré dans sa composition sous-sectorielle. De manière globale, les compagnies aériennes semblent avoir une meilleure notation ESG globale que le reste du secteur, avec une légère surpondération dans le portefeuille. Cela semble être le contraire pour les aéroports, qui sont légèrement sous-pondérés. Les fabricants de composants, les fabricants d'aéronefs et les entreprises de services ont un poids sensiblement identiques que dans le Portefeuille équilibré. À voir la Figure 5.27, au cours de la période analysée, nous pouvons confirmer les observations précédentes, où les compagnies aériennes ont perdu de leur prépondérance (-10,95%) dans le Portefeuille 5, au profit des fabricants de composants (+7,30%) et, dans une moindre mesure, des aéroports (+2,12%). Cela peut s'expliquer par la mauvaise performance financière des compagnies aériennes du portefeuille et par la bonne performance financière des fabricants de composants du portefeuille entre avril 2015 et mars 2024.

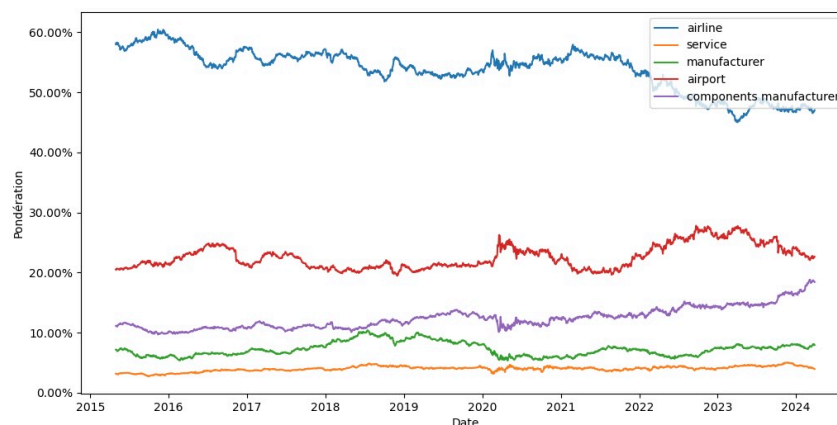


FIGURE 5.27 – Évolution de la composition sous-sectorielle du P5 entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024.

### Composition par capitalisation boursière

Au 28 mars 2024, le Portefeuille 5 présente une capitalisation boursière moyenne pondérée à 23,24 milliards de dollars américains (USD), soit environ 7 milliards de dollars américains (USD) de plus que le Portefeuille équipondéré. Cela suggère que les entreprises du secteur avec une bonne gestion des critères ESG (celles qui ont une bonne notation ESG globale) ont tendance à être celles de plus grande taille.

Pour le calcul de la moyenne, les actions, qui ne sont pas cotées en dollars américains (USD), ont vu leur capitalisation boursière convertie en dollars américains (USD) en utilisant le taux de change devise étrangère/USD, tel qu'il était à la clôture du marché le 28 mars 2024.

Pour la classification, nous nous basons sur les mêmes critères que dans la Sous-section 4.1.2.

À la même date, le Portefeuille 5 est, comme le Portefeuille 3 et le Portefeuille 4, en grande partie constitué de *Large-Caps* avec une part de 49,87%. Les *Mid-Caps* suivent avec une part de 44,77%, et les *Small-Caps* ne comptent que pour 5,36%.

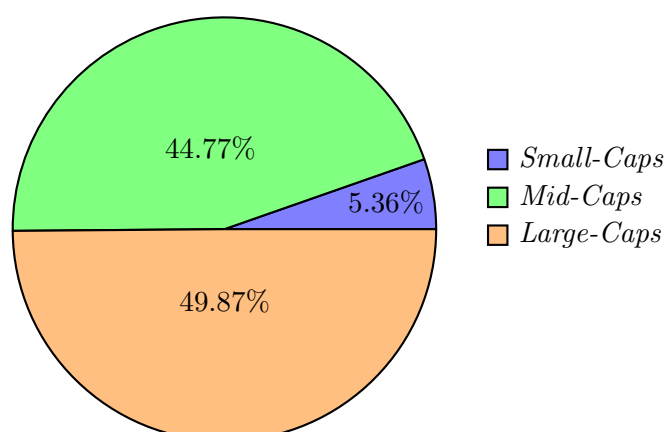


FIGURE 5.28 – Composition par capitalisation boursière du P5 au 28 mars 2024.

## Indice d'Herfindahl-Hirschman

Le 28 mars 2024, l'indice d'Herfindahl-Hirschman pour le Portefeuille 5 est de 301,91. Les dix valeurs principales du portefeuille représentent 70,75% de l'indice total, soit supérieur à leur pondération brute de 44,42%. Le Portefeuille 5 est donc bien plus concentré autour de ses dix plus grandes pondérations que ce que le pourcentage brut pourrait le laisser supposer.

### 5.3 Tableaux récapitulatifs de la composition des portefeuilles au 28 mars 2024

Légende pour les commentaires dans les tableaux suivants :

- (+) → bons élèves du secteur de l'aviation civile
- (=) → dans la moyenne du secteur de l'aviation civile
- (-) → mauvais élèves du secteur de l'aviation civile

#### 5.3.1 Compositions géographiques et commentaires

|                     | <b>Pe</b>   | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b>ETF</b> |
|---------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Amérique du Nord    | 37,29%  | 38,03%    | 39,54%    | 52,67%    | 49,40%    | 47,65%    | 82,71%     |
| Amérique latine     | 1,69%   | 0,63%     | 0,82%     | 0,43%     | 0,67%     | 0,63%     | 1,10%      |
| Asie-Pacifique      | 30,51%  | 13,61%    | 21,15%    | 16,81%    | 20,07%    | 19,22%    | 5,91%      |
| Europe              | 30,51%  | 47,73%    | 38,49%    | 30,09%    | 29,86%    | 32,51%    | 10,08%     |
| <b>Commentaires</b> | Grandes capitalisations du secteur → Europe/Amérique du Nord<br>Pilier E → (+) Europe (=) Amérique du Nord (-) Asie-Pacifique<br>Pilier S → (+) Amérique du Nord (=) Europe (-) Asie-Pacifique<br>Pilier G → (+) Amérique du Nord/Europe (-) Asie-Pacifique |           |           |           |           |           |            |

#### Compositions géographiques par rapport à l'ETF JETS

|                     | <b>Pe</b>  | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> |
|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Amérique du Nord    | -45,42%  | -44,68%   | -43,17%   | -30,04%   | -33,31%   | -35,06%   |
| Amérique latine     | +0,59%   | -0,47%    | -0,28%    | -0,67%    | -0,43%    | -0,47%    |
| Asie-Pacifique      | +24,60%  | +7,70%    | +15,24%   | +10,90%   | +14,16%   | +13,31%   |
| Europe              | +20,43%  | +37,65%   | +28,41%   | +20,01%   | +19,78%   | +22,43%   |
| <b>Commentaires</b> | Beaucoup moins d'Amérique du Nord, beaucoup plus d'Europe et d'Asie-Pacifique. |           |           |           |           |           |

### 5.3.2 Compositions sous-sectorielles et commentaires

|                       | <b>Pe</b>  | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b>ETF</b> |
|-----------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Aéroports             | 22,03%   | 10,81%    | 33,64%    | 17,12%    | 18,92%    | 22,65%    | 5,05%      |
| Compagnies aériennes  | 55,93%   | 29,22%    | 45,17%    | 50,45%    | 45,01%    | 47,02%    | 76,06%     |
| Fabricants aéronefs   | 6,78%  | 32,04%    | 7,97%     | 7,83%     | 8,06%     | 7,95%     | 7,62%      |
| Fabricants composants | 11,86%   | 23,95%    | 8,93%     | 21,31%    | 23,66%    | 18,43%    | 2,05%      |
| Services              | 3,39%  | 3,98%     | 4,30%     | 3,29%     | 4,34%     | 3,95%     | 9,02%      |
| <b>Commentaires</b>   | Grandes capitalisations du secteur → Fab. aéronefs/Fab. composants<br>Pilier E → (+) Aéroports (=) Comp. aériennes (-) Fab. composants<br>Pilier S → (+) Comp. aériennes (=) Fab. composants (-) Aéroports<br>Pilier G → (+) Fab. composants (=) Comp. aériennes (-) Aéroports |           |           |           |           |           |            |

### Compositions sous-sectorielles par rapport à l'ETF JETS

|                       | <b>Pe</b>   | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> |
|-----------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Aéroports             | +16,98%   | +5,76%    | +28,59%   | +12,07%   | +13,87%   | +17,60%   |
| Compagnies aériennes  | -20,13%   | -46,84%   | -30,89%   | -25,61%   | -31,05%   | -29,04%   |
| Fabricants aéronefs   | -0,84%  | +24,42%   | +0,35%    | +0,21%    | +0,44%    | +0,33%    |
| Fabricants composants | +9,81%  | +21,90%   | +6,88%    | +19,26%   | +21,61%   | +16,38%   |
| Services              | -5,63%  | -5,04%    | -4,72%    | -5,73%    | -4,68%    | -5,07%    |
| <b>Commentaires</b>   | Beaucoup moins de Comp. aériennes, plus de Fab. de composants et d'Aéroports. |           |           |           |           |           |

### 5.3.3 Compositions par capitalisation boursière et commentaires

|                     | <b>Pe</b>   | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b>ETF</b> |
|---------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <i>Small-Caps</i>   | 6,78%   | 0,64%     | 5,68%     | 4,53%     | 5,95%     | 5,36%     | 12,25%     |
| <i>Mid-Caps</i>     | 55,93%  | 17,50%    | 50,83%    | 42,33%    | 42,08%    | 44,77%    | 36,63%     |
| <i>Large-Caps</i>   | 37,29%  | 81,86%    | 43,49%    | 53,13%    | 51,96%    | 49,87%    | 50,92%     |
| <b>Commentaires</b> | Compagnies aériennes/Aéroports → <i>Mid-Caps</i><br>Fabricants aéronefs/Fabricants composants → <i>Large-Caps</i> |           |           |           |           |           |            |

### Compositions par capitalisation boursière par rapport à l'ETF JETS

|                     | <b>Pe</b>  | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> |
|---------------------|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <i>Small-Caps</i>   | -5,47%   | -11,61%   | -6,57%    | -7,72%    | -6,30%    | -6,89%    |
| <i>Mid-Caps</i>     | +19,30%  | -19,13%   | +14,20%   | +5,70%    | +5,45%    | +8,14%    |
| <i>Large-Caps</i>   | -13,63%  | +30,94%   | -7,43%    | +2,21%    | +1,04%    | -1,05%    |
| <b>Commentaires</b> | Moins de <i>Small-Caps</i> , plus de <i>Mid-Caps</i> et de <i>Large-Caps</i> . |           |           |           |           |           |

## 5.4 Mesure du risque financier des portefeuilles

### 5.4.1 Volatilité annualisée

La volatilité des portefeuilles est évaluée en fonction de l'évolution du prix des valeurs les constituant au fil du temps. Par conséquent, les dividendes distribués ne sont pas pris en compte, permettant ainsi une comparaison équitable avec l'*ETF* JETS, pour lequel les dividendes n'ont pas non plus été considérés (cf. Sous-section 4.1.3).

La Table 5.1, présentée ci-dessous, met en évidence la volatilité annualisée de chaque portefeuille constitué. Elle offre également une comparaison avec la volatilité annualisée de l'*ETF* JETS. Comme précédemment, la volatilité annualisée a été calculée depuis la création de l'*ETF* JETS, ainsi que sur des périodes de 5 ans, 3 ans et 1 an précédant le 28 mars 2024.

Dans notre analyse de la volatilité de l'*ETF* JETS, nous avons constaté les dégâts provoqués par l'incertitude inédite dans le secteur de l'aviation civile au cours des dernières années, résultant en une volatilité élevée sur l'*ETF* JETS sur toutes les périodes. Cependant, lorsque nous nous concentrons sur les volatilités des différents portefeuilles constitués, nous constatons une volatilité nettement inférieure à celle de l'*ETF* JETS. Cette différence souligne que la méthodologie utilisée peut avoir un impact important sur la volatilité observée.

|                         | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b><i>ETF</i></b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Depuis le 30 avril 2015 | 16,95%    | 11,26%    | 14,39%    | 12,99%    | 12,62%    | 33,52%            |
| 5 ans                   | 20,50%    | 13,45%    | 17,38%    | 15,66%    | 15,19%    | 40,28%            |
| 3 ans                   | 15,50%    | 11,62%    | 13,64%    | 12,72%    | 12,41%    | 31,40%            |
| 1 an                    | 11,53%    | 10,54%    | 10,56%    | 9,86%     | 9,99%     | 24,05%            |

TABLE 5.1 – Volatilités annualisées des portefeuilles et de l'*ETF* JETS depuis la création de l'*ETF*, sur 5 ans, 3 ans et 1 an.

La Figure 5.29 démontre graphiquement la volatilité mobile à 252 jours des portefeuilles et de l'*ETF* JETS. Dans ce cas, tout comme illustré dans la Table 5.1, les portefeuilles constitués sur base de notre méthodologie affichent une volatilité largement inférieure à celle de l'*ETF* JETS, et ce, sur toutes les périodes analysées. Le Portefeuille 1, qui pondère uniquement en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, présente une volatilité supérieure aux portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5). À noter que le portefeuille avec la volatilité observée la plus faible sur la période est le Portefeuille 2, qui pondère uniquement en fonction de la notation du pilier environnemental (E).

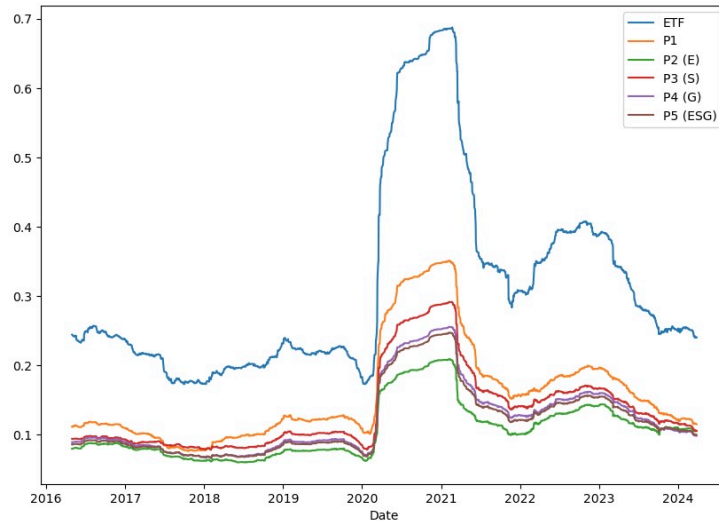


FIGURE 5.29 – Volatilité mobile des portefeuilles et de l'*ETF* JETS sur 252 jours.

Pour confirmer ces observations initiales, la Figure 5.30 illustre aussi la volatilité mobile des portefeuilles et de l'*ETF* JETS, mais sur une période d'observation beaucoup plus courte de 30 jours. Grâce à cette échelle, nous pouvons observer de plus près l'impact de la pandémie du coronavirus SARS-CoV-2 sur les différents portefeuilles constitués. Le Portefeuille 1 a enregistré une volatilité à 30 jours atteignant 68,32% début 2020, soit, tout de même, une différence de 65,51% par rapport à la volatilité à 30 jours maximale de l'*ETF* JETS. De son côté, le Portefeuille 2 a enregistré une volatilité à 30 jours maximale de seulement 40,15%.

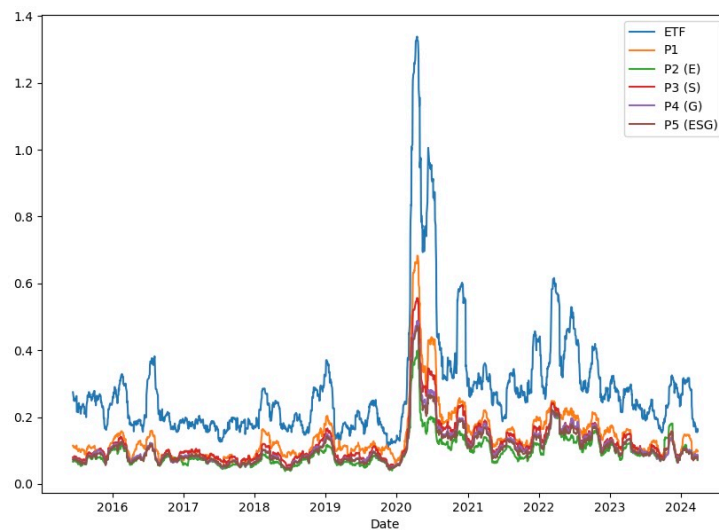


FIGURE 5.30 – Volatilité mobile des portefeuilles et de l'*ETF* JETS sur 30 jours.

#### 5.4.2 Loi normale

Pour évaluer le risque associé à chaque portefeuille, en plus de la volatilité annualisée, nous pouvons effectuer le test de Jarque-Bera sur chacun d'eux et comparer leurs résultats. Ce test statistique permet de déterminer si une distribution de données suit une distribution normale.

Dans notre étude, ce test a été appliqué aux rendements journaliers de chaque portefeuille et les résultats confrontés à ceux précédemment obtenus pour l'*ETF* JETS. Les résultats sont repris dans la Table 5.2.

La statistique de test, qui évalue dans notre cas l'écart entre la distribution des rendements journaliers de chaque portefeuille et une distribution normale, est supérieure à 13781,48 pour tous les portefeuilles. Plus cette valeur est élevée, plus cela indique que la distribution des rendements diffère significativement d'une distribution normale (Bera and Jarque, 1982). Les portefeuilles qui pondèrent en fonction de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5) affichent une distribution qui s'éloigne davantage d'une distribution normale que le Portefeuille 1, qui pondère uniquement en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant. Nous pouvons également souligner que la statistique de test pour l'ensemble des portefeuilles constitués est inférieure à celle de l'*ETF* JETS, ce qui indique une potentielle différence de performance financière entre les deux (nous le vérifierons dans la Section 5.5).

La *p-value* mesure la probabilité d'obtenir une statistique de test aussi extrême que celle observée, en supposant que l'hypothèse nulle ( $H_0$ ), qui stipule que les données suivent une distribution normale, est vraie (Bera and Jarque, 1982). Si cette *p-value* est inférieure au seuil de signification de 0,05, l'hypothèse nulle ( $H_0$ ) est rejetée, ce qui conduit à conclure que les données ne suivent pas une distribution normale. Dans notre cas, pour tous les portefeuilles, cette *p-value* est égale à 0.

La *skewness* mesure l'asymétrie de la distribution des rendements. Si elle est proche de zéro, cela indique que la distribution est symétrique (Bera and Jarque, 1982). Dans le cas de la distribution des rendements journaliers de nos portefeuilles, elle est négative, comme c'est le cas de l'*ETF* JETS. Cela signifie que les distributions de rendements de ces portefeuilles ne sont pas symétriques et présentent une tendance à être penchée vers la gauche par rapport à la moyenne. En d'autres termes, il y a une prédominance de rendements journaliers négatifs.

La *kurtosis* mesure la concentration des rendements autour de la moyenne. Pour une distribution normale, cette valeur devrait être proche de 3 (Bera and Jarque, 1982). Au plus cette valeur est élevée, au plus la distribution présente un sommet plus pointu et des queues de distribution plus épaisses qu'une distribution normale. Pour nos portefeuilles, tout comme pour l'*ETF* JETS, la *kurtosis* dépasse largement celle d'une distribution normale (3). Le Portefeuille 1 présente une *kurtosis* inférieure à celles des portefeuilles pondérés sur base de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5). Cela signifie que la méthodologie de pondération basée sur la capitalisation boursière ajustée au flottant permet d'obtenir une distribution des rendements quotidiens avec un pic moins pointu et des extrémités de distribution moins épaisses que les autres portefeuilles et que l'*ETF* JETS. En conséquence, cela entraîne une probabilité réduite de pertes ou de gains importants.



|                     | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b>ETF</b> |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| statistique de test | 13781,48  | 17396,63  | 18311,58  | 16356,64  | 17600,95  | 21576,39   |
| <i>p-value</i>      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00       |
| <i>skewness</i>     | -1,01     | -1,47     | -1,18     | -1,24     | -1,31     | -0,57      |
| <i>kurtosis</i>     | 14,97     | 16,32     | 16,80     | 16,00     | 16,47     | 18,15      |

TABLE 5.2 – Résultats du test de Jarque-Bera sur les portefeuilles et sur l'*ETF* JETS.

### 5.4.3 Principales observations concernant le risque financier

#### Facteurs de volatilité

Afin de déterminer les sources de volatilité qui affectent les portefeuilles, nous allons examiner la volatilité associée à chaque caractéristique des lignes individuelles présentes dans l'échantillon final (cf. Annexes A.4). Ces caractéristiques, qui sont les mêmes que celles utilisées lors de l'analyse des compositions, comprennent la situation géographique, le sous-secteur et la capitalisation boursière. Pour réaliser notre analyse, nous avons regroupé toutes les valeurs de l'échantillon final en fonction de leurs caractéristiques, en les répartissant dans différents paniers. Dans chaque panier, le poids de chaque valeur est équipondéré. Par exemple, l'échantillon final comprend 22 valeurs nord-américaines, donc chaque valeur dans le panier "Amérique du Nord" représente 4,55% du total. Il est toutefois important de noter que certaines caractéristiques, et par conséquent paniers, sont moins fournis, ce qui peut limiter l'analyse. C'est le cas, par exemple, de l'Amérique latine, qui ne comprend qu'une seule valeur dans son panier (Embraer SA). Les conclusions tirées de ces paniers doivent être interprétées avec prudence, car elles sont soumises au risque spécifique de manière plus accrue.

En étudiant minutieusement le comportement de chaque caractéristique, nous serons en mesure de déterminer les éléments clés qui modulent la volatilité de nos portefeuilles. Notre objectif principal est notamment de comprendre pourquoi les portefeuilles que nous avons constitués sur base de notre propre méthodologie présentent une volatilité nettement inférieure à celle de l'*ETF* JETS sur la période.

La Figure 5.31 illustre la volatilité mobile des valeurs durant la période étudiée, en fonction de leur situation géographique. Il paraît clairement que les valeurs d'Amérique latine et d'Amérique du Nord ont connu la plus grande volatilité. En revanche, les valeurs européennes ont montré une volatilité beaucoup plus faible. De même, les valeurs asiatiques, malgré les grandes incertitudes qui ont marqué le secteur de l'aviation civile ces dernières années, ont affiché une volatilité très faible et stable.

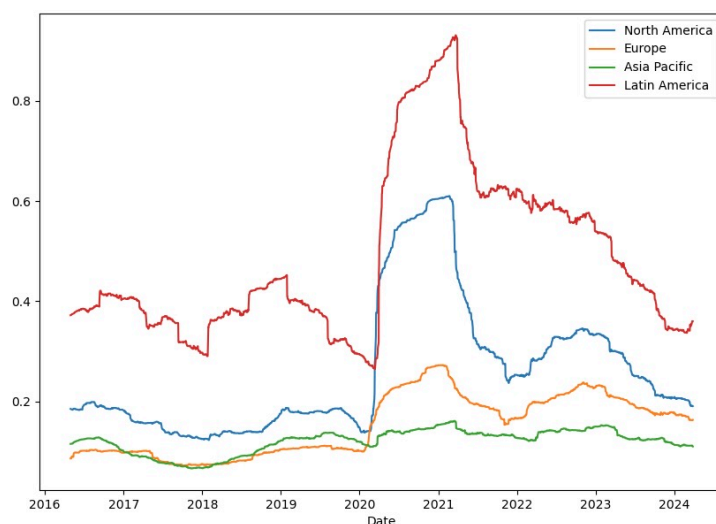


FIGURE 5.31 – Volatilité mobile sur 252 jours en fonction de la situation géographique.

La Figure 5.32 illustre la volatilité mobile des valeurs durant la période analysée, en fonction de leur sous-secteur. Il est à noter que les entreprises de services et les fabricants de composants ont connu la plus grande volatilité, les fabricants d’aéronefs suivent de près. Dans un même temps, les compagnies aériennes et les aéroports ont affiché une volatilité nettement inférieure.

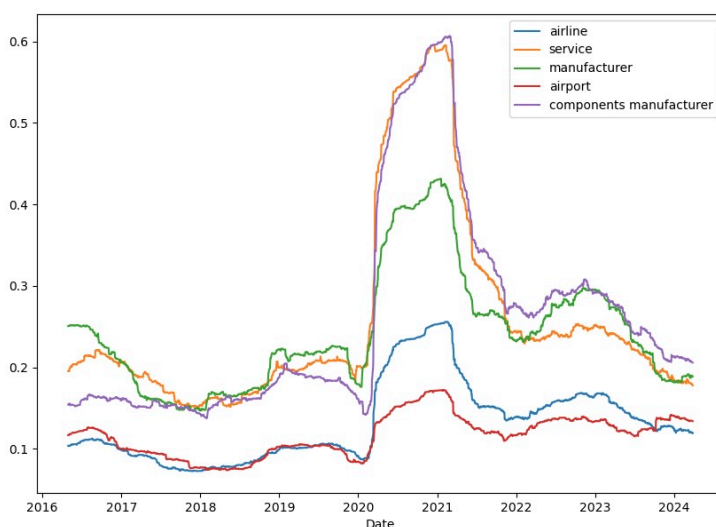


FIGURE 5.32 – Volatilité mobile sur 252 jours en fonction du sous-secteur.

Le dernier facteur de volatilité à analyser est celui de la capitalisation boursière, la Figure 5.33 l’illustre. Ce sont les *Small-Caps* qui ont subi la plus grande volatilité sur la période, alors que les *Large-Caps* et les *Mid-Caps* ont affiché une volatilité sensiblement identique, et nettement plus faible, au cours de la période étudiée.

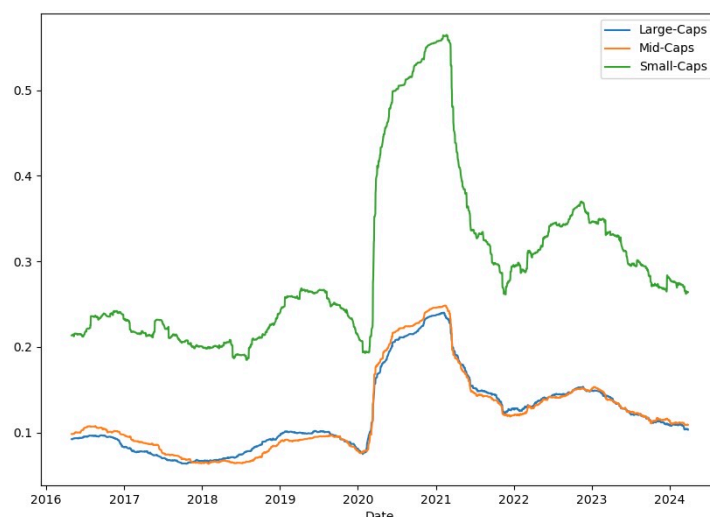


FIGURE 5.33 – Volatilité mobile sur 252 jours en fonction de la capitalisation boursière.

## Risque financier des portefeuilles

Le Portefeuille 1, uniquement pondéré en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, se distingue par sa volatilité annualisée élevée, la plus importante parmi tous les portefeuilles constitués, et ce, sur toutes les périodes analysées. Entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024, ce portefeuille a affiché une volatilité annualisée de 16,95%, ce qui reste néanmoins presque deux fois inférieur à celle de l'*ETF* JETS (33,52%). Cela suscite des interrogations, car le Portefeuille 1 attribue à chaque entreprise un poids en fonction de sa valorisation estimée par le marché, reflétant ainsi l'importance relative de chaque entreprise dans le secteur.

Il convient ici de rappeler que l'*ETF* JETS a comme objectif de fournir un accès global au marché de l'aviation civile, tant sur le plan géographique que sectoriel. Au vu de sa méthodologie de pondération, le Portefeuille 1 peut être considéré comme plus approprié pour atteindre l'objectif de fournir un accès global au marché de l'aviation civile. En effet, la moindre volatilité du Portefeuille 1 par rapport à l'*ETF* JETS peut être attribuée à sa diversification géographique et sous-sectorielle. Le Portefeuille 1 est principalement composé de valeurs européennes, dont la volatilité a été nettement inférieure à celle des valeurs nord-américaines, qui constituent une part très importante dans l'*ETF* JETS (cf. Sous-section 4.1.2). De plus, le Portefeuille 1 présente un équilibre sous-sectoriel remarquable, contrairement à l'*ETF* JETS, ce qui lui confère une diversification du risque nettement supérieure.

Le Portefeuille 5, pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers pour chaque pilier), se caractérise par une volatilité annualisée particulièrement faible, relativement similaire à celles des portefeuilles basés sur chaque pilier individuel (P2, P3 et P4). Ces derniers ont également affiché une volatilité annualisée réduite sur toutes les périodes étudiées. Entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024, le Portefeuille 2, uniquement pondéré en fonction du pilier environnemental (E), a même présenté une volatilité annualisée (11,26%) presque trois fois plus faible à celle de l'*ETF* JETS (33,52%). Tout comme pour le Portefeuille 1, la volatilité réduite de ces portefeuilles par rapport à l'*ETF* JETS suscite des interrogations, qui peuvent être expliquées par leur composition bien plus diversifiée.

Concernant le pilier environnemental (E), le Portefeuille 2 se distingue par une prédominance de valeurs européennes et nord-américaines, ces dernières ayant une meilleure notation environnementale (E) que leurs homologues asiatiques. Malgré une sous-pondération des valeurs asiatiques, elles pondéraient tout de même pour 26,63% de pondération dans le portefeuille en date du 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. Les valeurs européennes représentaient quant à elles 36,20% à cette même date. Ces deux régions, enregistrant une volatilité inférieure à celle des valeurs nord-américaines (cf. Figure 5.31), contribuent à la volatilité faible du Portefeuille 2, par rapport à l'*ETF* JETS. De plus, la diversification sous-sectorielle du Portefeuille 2, composé principalement de compagnies aériennes et d'aéroports, peut également expliquer cette volatilité faible. En effet, ce sont les deux sous-secteurs ayant connu la volatilité la plus faible parmi tous les sous-secteurs étudiés (cf. Figure 5.32).

En ce qui concerne le pilier social (S), le Portefeuille 3 est caractérisé par une surpondération des valeurs nord-américaines, qui ont tendance à avoir une meilleure notation sociale (S). Malgré une sous-pondération des valeurs asiatiques et un équilibre des valeurs européennes, ces deux régions représentaient 55,37% du portefeuille à la date du 30 avril 2015, date de fixation du poids des valeurs. Cette diversification géographique peut en partie expliquer la volatilité faible du Portefeuille 3 par rapport à l'*ETF* JETS, ainsi que sa volatilité légèrement supérieure à celle du Portefeuille 2 (plus de valeurs nord-américaines que dans P2). Par ailleurs, la diversification sous-sectorielle du Portefeuille 3, avec une forte représentation des compagnies aériennes et des aéroports, peut également contribuer à cette volatilité faible.

Enfin, pour le pilier gouvernance (G), le Portefeuille 4 se caractérise par une surpondération des valeurs nord-américaines et européennes, qui ont tendance à avoir une meilleure notation de gouvernance (G). Malgré une sous-pondération des valeurs asiatiques, ces dernières représentaient 27,57% du portefeuille à la date du 30 avril 2015, date à laquelle le poids de chaque valeur est fixé. Cette diversification géographique, ainsi que la diversification sous-sectorielle du Portefeuille 4, peuvent expliquer sa volatilité faible par rapport à l'*ETF* JETS.

En conclusion, cette étude du risque financier souligne l'importance d'une diversification à la fois géographique et sous-sectorielle dans le secteur de l'aviation civile afin d'atténuer considérablement un potentiel risque de concentration autour de valeurs partageant des caractéristiques similaires. Notre méthodologie, en assurant une répartition équilibrée entre les différentes zones géographiques et sous-secteurs, confère à nos portefeuilles une diversification importante. Cela permet de limiter le risque de concentration inhérent à la méthodologie de l'*ETF* JETS.

### **Risque financier élevé de l'*ETF* JETS**

Dans le cadre de notre étude sur la mesure du risque financier des portefeuilles, nous avons identifié les facteurs ayant influencés la volatilité durant la période étudiée. Nous avons constaté que les portefeuilles constitués présentaient une volatilité nettement inférieure à celle de l'*ETF* JETS.

Nous avons remarqué une relation marquée entre la volatilité de l'*ETF* JETS et celle des compagnies aériennes nord-américaines (pondérées en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant). Ce rapprochement s'explique par la méthodologie de l'*ETF* JETS, qui at-

tribue systématiquement dix pour cent à chacune des quatre plus grandes compagnies aériennes américaines ou canadiennes selon leur capitalisation boursière au moment des révisions, ainsi que quatre pour cent pour chacune des cinq suivantes. Cela représente un total de soixante pour cent ( $4 \times 10\%$  et  $5 \times 4\%$ ) de la totalité de l'*ETF JETS*. Cette très forte concentration autour des grandes compagnies aériennes nord-américaines a engendré une volatilité élevée, comme le montre la Figure 5.34. Par ailleurs, nous l'avons mis en confrontation avec les compagnies aériennes européennes et asiatiques (pondérées en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant). Il est intéressant de noter que, malgré leur appartenance au même sous-secteur, ces dernières présentent une volatilité considérablement plus faible.

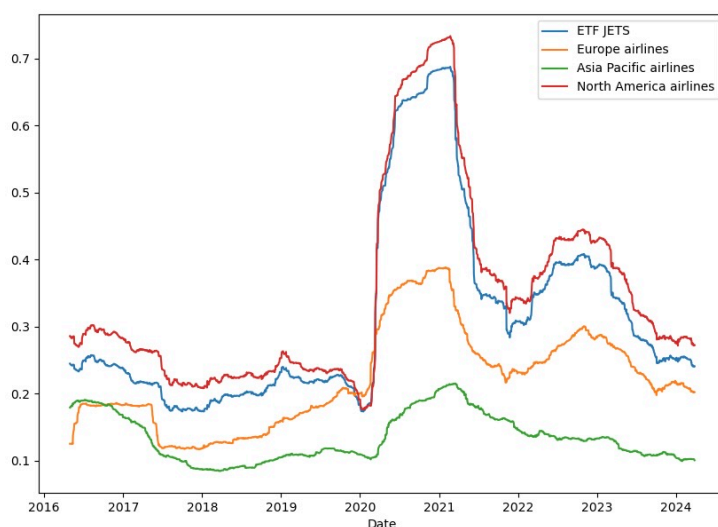


FIGURE 5.34 – Volatilité mobile sur 252 jours de l'*ETF JETS*, des compagnies aériennes nord-américaines, européennes et asiatiques.

Nous reviendrons plus en détails sur cette observation, dans la Sous-section 5.5.4.

## 5.5 Mesure de la performance financière des portefeuilles

### 5.5.1 Rendement annualisé

La performance financière des portefeuilles est évaluée en fonction de l'évolution du prix des valeurs les constituant au fil du temps. Par conséquent, les dividendes distribués ne sont pas pris en compte, permettant ainsi une comparaison équitable avec l'*ETF JETS*, pour lequel les dividendes n'ont également pas été considérés (cf. Sous-section 4.1.4). Bien que l'exclusion des dividendes puisse influencer la performance financière (ces derniers pouvant constituer une part importante du rendement total d'un investissement), il est important de mentionner que le secteur de l'aviation civile, caractérisé par un fort endettement, a tendance à distribuer des dividendes très faibles, ce qui n'influe donc que très légèrement sur le rendement total (Moon et al., 2015).

La Table 5.3 développe le rendement annualisé des différents portefeuilles constitués. Elle en permet la comparaison avec celui de l'*ETF JETS*. Comme précédemment, il est calculé depuis

la création de l'*ETF* JETS, ainsi que sur des périodes de 5 ans, 3 ans et 1 an précédant le 28 mars 2024.

Dans notre analyse du rendement annualisé de l'*ETF* JETS, nous avons constaté, tout comme pour la volatilité, les dégâts provoqués par l'incertitude inédite dans le secteur de l'aviation civile au cours des dernières années, résultant en un rendement négatif de l'*ETF* JETS sur toutes les périodes, à l'exception de la dernière année écoulée (sur 1 an). Lorsque nous nous penchons sur les rendements obtenus sur les différents portefeuilles constitués, nous remarquons un rendement nettement meilleur que celui de l'*ETF* JETS, bien que relativement faible. La différence dans les rendements confirme, une fois de plus, que la méthodologie utilisée peut avoir un impact majeur sur le rendement généré. Cela va de pair avec la volatilité.

|                         | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b><i>ETF</i></b> |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Depuis le 30 avril 2015 | 1,96%     | 2,34%     | 4,52%     | 3,90%     | 3,62%     | -1,58%            |
| 5 ans                   | -2,34%    | 0,86%     | 4,06%     | 2,44%     | 2,51%     | -6,21%            |
| 3 ans                   | 2,66%     | 2,07%     | 5,81%     | 3,01%     | 3,70%     | -7,43%            |
| 1 an                    | 16,99%    | 7,77%     | 21,41%    | 15,34%    | 15,13%    | 18,09%            |

TABLE 5.3 – Rendements annualisés des portefeuilles et de l'*ETF* JETS depuis la création de l'*ETF*, sur 5 ans, 3 ans et 1 an.

La Figure 5.35 montre graphiquement l'évolution du cours des différents portefeuilles constitués et de l'*ETF* JETS, tous ajustés en base 100 le 30 avril 2015. Nous pouvons voir que, depuis la création de l'*ETF* JETS, en avril 2015, tous les portefeuilles constitués ont un rendement positif, contrairement à l'*ETF* JETS qui a largement sous-performé. Bien que le Portefeuille 1, qui pondère uniquement en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, présente une volatilité supérieure à celles des portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5), il a enregistré le rendement le plus faible sur la période étudiée. Le Portefeuille 2, qui pondère uniquement en fonction de la notation du pilier environnemental (E), a enregistré la volatilité la plus faible, mais ne se situe qu'en quatrième position en termes de rendement, juste devant le Portefeuille 1. Le Portefeuille 3, qui pondère uniquement en fonction de la notation du pilier social (S), a affiché le rendement le plus élevé sur la période.

Comme pour l'*ETF* JETS, nos portefeuilles ont subi un impact important sur leurs rendements lors de la pandémie de coronavirus SARS-CoV-2. Cependant, l'effet a été relativement atténué par rapport à l'*ETF* JETS, surtout pour le Portefeuille 4, qui est uniquement pondéré en fonction du pilier gouvernance (G).

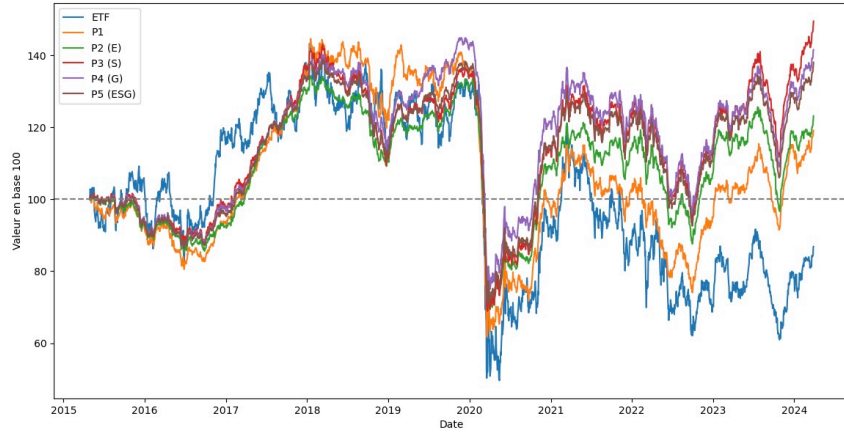


FIGURE 5.35 – Cours des portefeuilles et de l'*ETF* JETS en base 100 ( $I = 100$ ).

### 5.5.2 Forward Price-to-Earnings

Comme nous l'avons vu dans l'analyse de la performance financière de l'*ETF* JETS (cf. Sous-section 4.1.4), le ratio *forward Price-to-earnings* (*forward P/E*) est une variante du *P/E* qui prend en compte la prévision des bénéfices futurs d'une entreprise (Wu et al., 2014). Il convient tout de même de rappeler que le *forward P/E* repose sur des estimations et non sur des chiffres effectivement réalisés par les entreprises.

À la clôture du 28 mars 2024, le *forward P/E* du Portefeuille équi pondéré était de 17,08. Le *forward P/E* équi pondéré est identique pour tous les portefeuilles, car ils sont tous constitués sur base des valeurs de l'échantillon final (cf. Annexe A.4).

Comme le montre la Table 5.4, à la même date, les portefeuilles constitués affichent de manière générale des *forward P/E* pondérés inférieurs à celui du Portefeuille équi pondéré. Seul le Portefeuille 4 se distingue avec un *forward P/E* pondéré supérieur (18,15). Cette observation indique une surpondération des entreprises à faible *forward P/E* dans les portefeuilles constitués, à l'exception du Portefeuille 4. Ce dernier privilégie les entreprises à *forward P/E* élevé. Il est important de préciser que, comme pour le calcul du *forward P/E* de l'*ETF* JETS, les entreprises avec une perte anticipée ne sont pas incluses dans le calcul ; cela concerne quinze valeurs présentes dans l'échantillon final.

Il est également à noter que les *forward P/E* de tous les portefeuilles constitués se situent autour de celui de l'*ETF* JETS, ce qui suggère une valorisation relativement similaire entre ces portefeuilles et l'*ETF* JETS, compte tenu des bénéfices futurs attendus.

|                    | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b>ETF</b> |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <i>forward P/E</i> | 13,68     | 13,92     | 16,52     | 18,15     | 16,30     | 15,50      |

TABLE 5.4 – *forward P/E* pondérés des portefeuilles et de l'*ETF* JETS.

5.5.3 Ratio de Sharpe

Le ratio de Sharpe est un autre indicateur clé qui permet de mesurer la performance d’un actif financier par rapport au risque, en le confrontant au rendement d’un actif sans risque. Dans l’analyse de la performance financière de l’*ETF* JETS (cf. Sous-section 4.1.4), nous avons considéré comme actif sans risque la cotation moyenne des obligations d’État américaines à 10 ans, soit 2,3534%.

La Table 5.5 reprend le ratio de Sharpe pour chaque portefeuille et pour l’*ETF* JETS sur la période entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. Outre l’*ETF* JETS, deux portefeuilles (P1 et P2) présentent un ratio de Sharpe négatif. Ils sont cependant moins défavorables que celui de l’*ETF* JETS. Un ratio de Sharpe négatif indique qu’ils offrent des rendements inférieurs par rapport à un actif sans risque, en prenant en compte le risque.

Le Portefeuille 3 se distingue avec le ratio de Sharpe le plus élevé (0,1505), grâce à un rendement supérieur et une volatilité limitée, générant ainsi un rendement supérieur de 0,1505 pour chaque unité de risque supplémentaire. Le Portefeuille 5, pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers pour chaque pilier), affiche également un ratio de Sharpe positif (0,1008). Ces observations suggèrent que l’intégration des critères sociaux (S) et de gouvernance (G) dans la pondération des portefeuilles peut améliorer le rendement par rapport au risque.

|                 | P1      | P2      | P3     | P4     | P5     | ETF     |
|-----------------|---------|---------|--------|--------|--------|---------|
| Ratio de Sharpe | -0,0229 | -0,0011 | 0,1505 | 0,1193 | 0,1008 | -0,1174 |

TABLE 5.5 – Ratio de Sharpe des portefeuilles et de l’*ETF* JETS.

Pour mieux visualiser les observations précédentes, la Figure 5.36 compare le rendement à la volatilité de chaque portefeuille et de l’*ETF* JETS sur la période entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. Nous pouvons voir trois catégories distinctes de portefeuilles : (1) ceux caractérisés par un rendement élevé et une volatilité faible (P3, P4 et P5), (2) ceux dont le rendement est inférieur à un actif sans risque mais avec une volatilité faible (P2 et P1), et (3) l’*ETF* JETS présentant un rendement négatif associé une volatilité élevée.

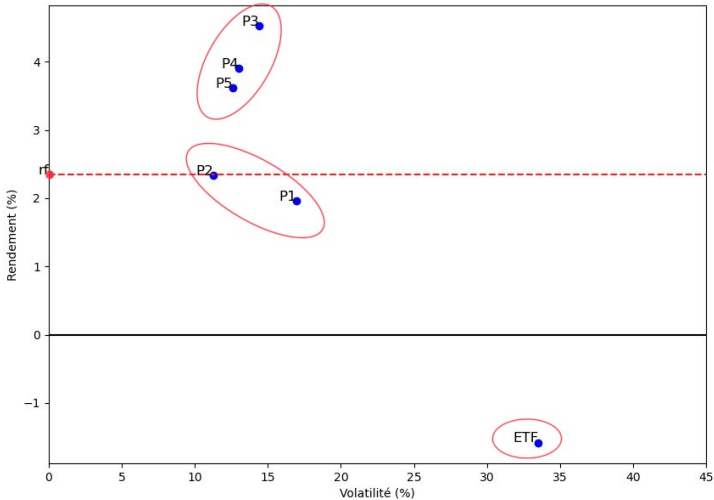


FIGURE 5.36 – Comparaison du rendement et de la volatilité des portefeuilles et de l’*ETF* JETS.



## 5.5.4 Principales observations concernant la performance financière

### Facteurs de rendement

Comme nous l'avons fait pour la volatilité, pour déterminer les sources de rendement qui impactent les portefeuilles, nous allons étudier le rendement associé à chaque caractéristique des lignes individuelles présentes dans l'échantillon final (cf. Annexe A.4).

Pour l'analyse des facteurs de rendement, nous avons utilisé la même technique que pour les facteurs de volatilité, où les valeurs de l'échantillon final sont réparties dans différents paniers en fonction de leurs caractéristiques, avec, dans chaque panier, un poids équipondéré pour chaque valeur (cf. Sous-section 5.4.3). Rappelons tout de même que certains paniers sont moins fournis, limitant ainsi l'analyse.

En étudiant minutieusement le comportement de chaque caractéristique, nous serons en mesure de déterminer les éléments clés qui modulent le rendement de nos portefeuilles. Notre objectif principal est, comme pour l'analyse des facteurs de volatilité, de comprendre pourquoi les portefeuilles que nous avons constitués sur base de notre propre méthodologie présentent un rendement nettement supérieur à celui de l'*ETF* JETS sur la même période.

La Figure 5.37 illustre le rendement des valeurs durant la période étudiée, en fonction de leur situation géographique. Les valeurs nord-américaines et européennes sont celles qui ont le mieux performé. En revanche, les valeurs asiatiques ont stagné, et ce, même durant la pandémie de la COVID-19, corroborant ainsi la volatilité faible précédemment observée. La seule valeur d'Amérique latine (Embraer SA), malgré une volatilité marquée, a largement sous-performé.

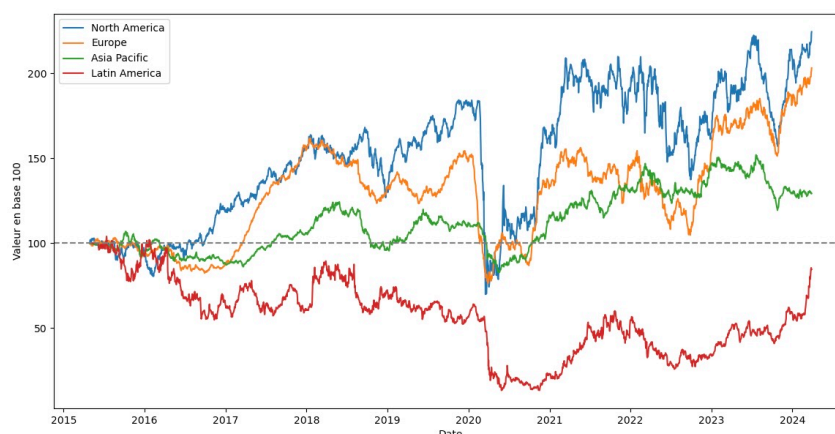


FIGURE 5.37 – Cours moyen en fonction de la situation géographique en base 100 ( $I = 100$ ).

La Figure 5.38 illustre le rendement des valeurs durant la période analysée, en fonction de leur sous-secteur. Les fabricants d'aéronefs, les fabricants de composants ainsi que les entreprises de services sont les sous-secteurs ayant le mieux performé. La performance des aéroports est solide, alors que les compagnies aériennes ont sous-performé par rapport au reste du secteur.

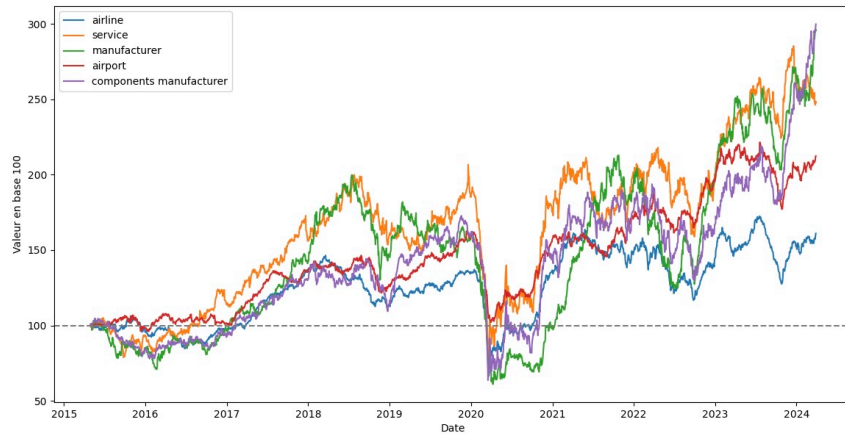


FIGURE 5.38 – Cours moyen en fonction du sous-secteur en base 100 ( $I = 100$ ).

Le dernier facteur de rendement à analyser est celui de la capitalisation boursière, illustré à la Figure 5.39. Les *Large-Caps* ont généré un rendement nettement supérieur à celui des *Mid-Caps* et des *Small-Caps*, au cours de la période étudiée.



FIGURE 5.39 – Cours moyen en fonction de la capitalisation boursière en base 100 ( $I = 100$ ).

## Performance financière des portefeuilles

Le Portefeuille 1, uniquement pondéré en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, se caractérise par sa volatilité annualisée élevée (16,95%) et son rendement annualisé faible (1,96%) entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024. Le rendement positif de ce portefeuille, contrastant avec le rendement négatif de l'*ETF JETS* (-1,58%), remet à nouveau en question la capacité de ce dernier à représenter fidèlement le marché global de l'aviation civile, tant sur le plan géographique que sectoriel. De part sa méthodologie de pondération, le Portefeuille 1 est, comme nous l'avons expliqué plus tôt, plus à même de refléter l'importance relative de chaque entreprise dans le secteur. Malgré son rendement positif, il est en retrait par rapport aux autres portefeuilles constitués, et ce, sur la plupart des périodes analysées. Sa volatilité élevée et son rendement moindre sur la période se traduisent par le ratio de Sharpe le plus faible (-0,0229) (cf. Figure 5.36). En termes de valorisation, son *forward P/E* (13,68), est parmi les plus faibles analysés, suggérant une potentielle sous-évaluation par rapport aux autres portefeuilles.

Le rendement positif du Portefeuille 1 peut être attribué à sa diversification géographique et sous-sectorielle. Le Portefeuille 1 est principalement composé de valeurs européennes et nord-américaines, qui ont tous deux affiché un rendement largement positif (cf. Figure 5.37). Au cours de la période étudiée, la part de l'Europe dans la capitalisation boursière du secteur de l'aviation civile a fortement progressé, se traduisant par une augmentation de la pondération des valeurs européennes (+8,41%) dans ce portefeuille (cf. Figure 5.5). De plus, d'un point de vue sous-sectoriel, il a connu une évolution impressionnante, aboutissant à un équilibre entre les différents sous-secteurs (cf. Figure 5.7). Cette évolution est due à une croissance de la capitalisation boursière dans des sous-secteurs autres que les compagnies aériennes. Par conséquent, le Portefeuille 1 a subi un rééquilibrage, caractérisé par une forte diminution de la pondération des compagnies aériennes (-22,32%), au profit des fabricants de composants (+9,59%) et des fabricants d'aéronefs (+9,45%).

Le Portefeuille 5, pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers pour chaque pilier), se démarque par un rendement particulièrement élevé, logiquement comparable à celui des portefeuilles basés sur chaque pilier individuel (P2, P3 et P4). Ces derniers ont tous enregistré un rendement positif sur toutes les périodes étudiées. Entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024, le Portefeuille 3, uniquement pondéré en fonction du pilier social (S), a même enregistré un rendement annualisé de 4,52%, surpassant l'*ETF* JETS de plus de six pour cent. Comme pour le Portefeuille 1, la performance supérieure de ces portefeuilles par rapport à l'*ETF* JETS peut être attribuée à leur composition plus diversifiée.

Mettant en avant le pilier environnemental (E), le Portefeuille 2 se distingue par sa volatilité annualisée la plus faible (11,26%), et un rendement annualisé inférieur (2,34%) à celui des autres portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG, ce qui explique son ratio de Sharpe légèrement négatif (-0,0011). Sa valorisation, avec un *forward P/E* de 13,92, est proche de celle du Portefeuille 1. Grâce à leur meilleure notation environnementale (E) que les valeurs asiatiques, les valeurs nord-américaines et européennes sont prépondérantes dans le Portefeuille 2. Ces régions, ayant enregistré les meilleures performances durant la période étudiée, contribuent au rendement positif du portefeuille (cf. Figure 5.37). L'évolution de la composition géographique du Portefeuille 2 montre un léger retrait des valeurs asiatiques (-5,47%), confirmant leur sous-performance par rapport aux valeurs nord-américaines et européennes (cf. Figure 5.10). Sa sous-performance par rapport aux autres portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG peut être attribuée à sa composition sous-sectorielle, dominée par les compagnies aériennes et les aéroports, deux sous-secteurs ayant affiché les rendements les plus faibles durant la période étudiée (cf. Figure 5.38). Cette tendance est reflétée par une diminution importante de la pondération des compagnies aériennes (-10,10%) dans le Portefeuille 2 (cf. Figure 5.12).

Le Portefeuille 3, représentant le pilier social (S), affiche la volatilité annualisée la plus élevée (14,39%) des portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG, mais également un rendement annualisé supérieur (4,52%) à tous les portefeuilles constitués, et ce, sur toutes les périodes. Ce rapport rendement/volatilité explique son ratio de Sharpe le plus élevé (0,1505) (cf. Figure 5.36). Sa surperformance peut être attribuée à sa composition sous-sectorielle, avec une présence accrue des sous-secteurs les plus performants tels que les fabricants de composants et les fabricants d'aéronefs (cf. Figure 5.38).

Enfin, pour le pilier gouvernance (G), le Portefeuille 4 a un rendement annualisé relativement élevé (3,90%) qui se situe entre ceux du Portefeuille 2 et du Portefeuille 3. C'est également le cas au niveau de sa volatilité annualisée. Cet entre-deux peut s'expliquer par sa composition géographique et sous-sectorielle. Sa valorisation, avec un *forward P/E* de 18,15, est la plus élevée, suggérant une potentielle surévaluation par rapport aux autres portefeuilles.

En conclusion, comme pour l'étude du risque financier, cette étude de la performance financière souligne l'importance d'une diversification à la fois géographique et sous-sectorielle dans le secteur de l'aviation civile, afin de réduire considérablement un risque potentiel de concentration autour de valeurs partageant des caractéristiques similaires. En assurant une répartition équilibrée entre les différentes zones géographiques et sous-secteurs, notre méthodologie confère à nos portefeuilles une diversification importante. Cela permet de dissiper le risque de concentration inhérent à la méthodologie de l'*ETF JETS*.

### **Rendement négatif de l'*ETF JETS***

Dans le cadre de notre étude sur la performance financière des portefeuilles, nous avons déterminé les facteurs ayant influencé le rendement durant la période étudiée. Nous avons constaté que les portefeuilles constitués présentaient un rendement nettement supérieur à celui de l'*ETF JETS*. Cette observation est convergente avec la disparité notée en termes de volatilité.

Dans notre étude des risques financiers des portefeuilles, une relation marquée a été observée entre la volatilité de l'*ETF JETS* et celle des compagnies aériennes nord-américaines. Cette relation peut s'expliquer par la méthodologie de l'*ETF JETS*, qui attribue automatiquement soixante pour cent de la pondération de l'*ETF* aux compagnies aériennes nord-américaines. Nous avons constaté, dans le cadre de l'étude sur la performance financière des portefeuilles, que cette relation se manifeste également dans les rendements. En effet, en raison de sa méthodologie, l'*ETF JETS* est fortement corrélé avec la performance des grandes compagnies aériennes nord-américaines.

La Figure 5.40 illustre graphiquement cette observation. Nous avons comparé la performance de l'*ETF JETS* avec celui des compagnies aériennes nord-américaines, pondérées en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant (North America airlines MCW), favorisant les grandes compagnies aériennes, ainsi qu'avec celui des mêmes compagnies aériennes nord-américaines, mais, cette fois-ci, équipondérées (North America airlines EW). Il semble évident que la performance de l'*ETF JETS* est très semblable à celle des compagnies aériennes nord-américaines pondérées en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, résultant en un rendement négatif. En revanche, lorsque nous analysons la performance des mêmes compagnies aériennes de manière équipondérée, nous pouvons voir qu'elles ont délivré un rendement, certes léger, mais positif.

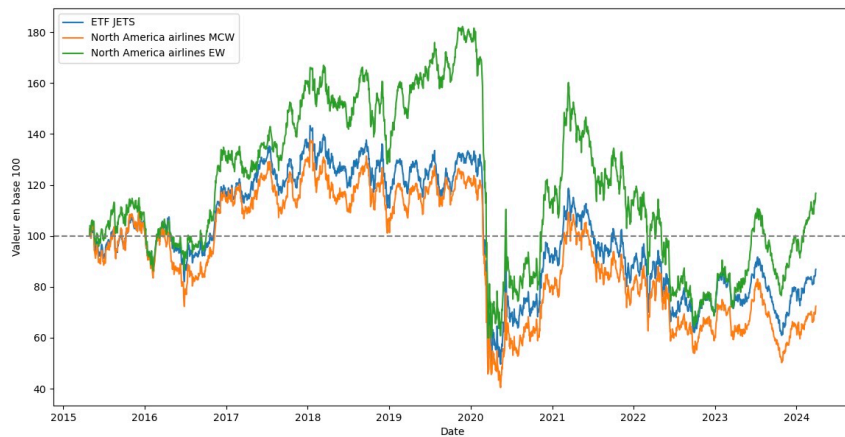


FIGURE 5.40 – Cours de l'*ETF* JETS et des compagnies aériennes nord-américaines MCW/EW en base 100 ( $I = 100$ ).

Pour confirmer les observations, aussi bien au niveau de la volatilité que du rendement, nous avons calculé la corrélation entre les rendements de l'*ETF* JETS et ceux des compagnies aériennes nord-américaines (pondérées en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant). Comme le montre la Figure 5.41, le constat est frappant : le coefficient de corrélation est élevé, à 0,9758, démontrant clairement la concentration de l'*ETF* JETS autour des grandes compagnies aériennes nord-américaines.

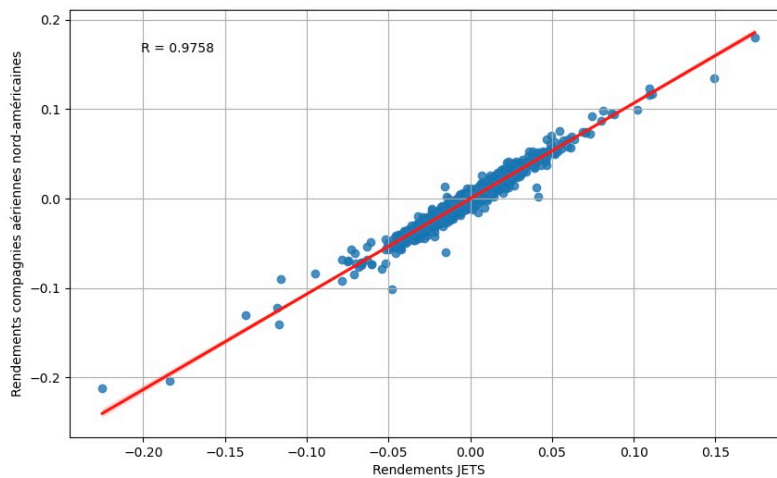


FIGURE 5.41 – Corrélation entre l'*ETF* JETS et les compagnies aériennes nord-américaines depuis la création de l'*ETF* JETS.

Ces analyses appuient ce que nous avons mentionné dans la Sous-section 4.1.1, où nous craignons que l'approche méthodologique d'U.S. Global Investors surreprésente les compagnies aériennes nord-américaines avec des implications non-négligeables pour la gestion des risques. Nous en avons maintenant la preuve : la concentration autour des grandes compagnies aériennes nord-américaines contribue de manière importante à la forte volatilité et au rendement négatif de l'*ETF* JETS depuis sa création le 30 avril 2015.

En outre, cela confirme notre point de vue selon lequel l'objectif principal de l'*ETF* JETS n'est pas atteint en raison d'un problème majeur de diversification. Les compagnies aériennes

nord-américaines sont surreprésentées par rapport à leur véritable importance dans le secteur de l’aviation civile.

## 5.6 Mesure de la performance ESG des portefeuilles

### 5.6.1 Bloomberg (ESG)

Il convient de rappeler que les notations Bloomberg ESG Scores se basent sur une échelle de 1 à 10, les notes les plus élevées indiquant une meilleure gestion ESG. Il est également important de rappeler les limites de l’analyse passive utilisée par Bloomberg dans l’attribution de ses Bloomberg ESG Scores. En effet, ces notations sont uniquement basées sur des rapports d’entreprises, ce qui n’est pas exempt d’erreurs potentielles ou de *greenwashing*, malgré le fait qu’un contrôle externe soit effectué sur les publications de ces entreprises.

À la clôture du 28 mars 2024, tous les portefeuilles présentaient un Bloomberg ESG Score (notation ESG globale) équipondéré de 4,65. Les notations équipondérées pour les piliers E, S et G étaient respectivement de 4,64, 3,37 et 5,95. Il est important de souligner que ces notations sont uniformes pour tous les portefeuilles (comme c’était le cas pour le *forward P/E*), étant donné qu’ils sont tous basés sur les valeurs de l’échantillon final (cf. Annexe A.4).

La Table 5.6 reprend les notations ESG pondérées, à la clôture du marché le 28 mars 2024, pour les portefeuilles constitués, mais aussi pour l’*ETF* JETS.

|             | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b><i>ETF</i></b> |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| E           | 4,63      | 5,50      | 4,11      | 3,97      | 4,48      | 5,05              |
| S           | 3,57      | 3,63      | 5,01      | 3,72      | 4,16      | 3,57              |
| G           | 6,94      | 5,85      | 6,23      | 6,22      | 6,11      | 6,66              |
| ESG globale | 5,05      | 4,99      | 5,12      | 4,64      | 4,92      | 5,09              |

TABLE 5.6 – Bloomberg ESG Scores pondérés des portefeuilles et de l’*ETF* JETS.

### 5.6.2 Principales observations concernant la performance ESG

#### Performance extra-financière des portefeuilles

La première constatation réside dans le fait que les notations ESG - environnementale (E), sociale (S), gouvernance (G) et ESG globale - de chaque portefeuille surpassent presque toutes celles du Portefeuille équipondéré, ce qui semble indiquer que notre méthodologie surpondère les entreprises avec de meilleures notations ESG.

Le Portefeuille 1, qui est uniquement pondéré en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, a la deuxième meilleure notation ESG globale (5,05) parmi tous les portefeuilles constitués. Il se situe cependant en dessous de la performance ESG globale de l’*ETF* JETS (5,09).

La bonne notation du Portefeuille 1 est troublante, d'autant plus qu'il ne prend pas en compte les critères ESG dans sa méthodologie de pondération, au contraire des autres portefeuilles constitués (P2, P3, P4 et P5). Cette performance est principalement expliquée par la notation du pilier gouvernance (G), la plus élevée. Cela suggère que, dans le secteur de l'aviation civile, les grandes capitalisations ont une meilleure notation du pilier gouvernance (G) que les plus petites.

Encore plus surprenant, le Portefeuille 5, pondéré en fonction de la notation de chaque pilier ESG (un tiers pour chaque pilier), affiche l'une des plus faibles notations ESG globales (4,92). Seul le Portefeuille 4 présente une notation inférieure (4,64).

En règle générale, les portefeuilles axés sur un pilier ESG spécifique affichent la notation la plus élevée observée pour ce pilier. Le Portefeuille 2 a la meilleure notation environnementale (E) (5,50), le Portefeuille 3 a la meilleure notation sociale (S) (5,01), et le Portefeuille 4 a la deuxième meilleure notation gouvernance (G) (6,11).

Cependant, il est important de souligner que l'analyse de la performance extra-financière des portefeuilles pondérés en fonction de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5) comporte un biais. En effet, nous analysons les Bloomberg ESG Scores en date du 28 mars 2024, alors que le poids de chaque valeur a été établi le 30 avril 2015 et a fluctué en fonction du mouvement des cours de bourse. Nous l'avons vu au niveau de l'évolution géographique et sous-sectorielle, où des changements importants ont été enregistrés, introduisant un biais dans l'analyse des notations en date du 28 mars 2024. Par exemple, certains sous-secteurs initialement sous-pondérés lors de la fixation des poids ("mauvais élèves") ont potentiellement gagné en importance dans les portefeuilles au fil du temps, notamment s'ils ont affiché une meilleure performance financière durant la période que les sous-secteurs jugés performants d'un point de vue ESG ("bons élèves").

## 5.7 Simulations de Monte Carlo sur les portefeuilles

Les simulations de Monte Carlo se basent sur le mouvement brownien géométrique, et permettent d'anticiper les fluctuations potentielles d'un actif financier. Rappelons que pour réaliser ces simulations, nous devons en premier lieu définir différents paramètres comme la valeur initiale de l'actif, le rendement moyen ou la volatilité moyenne, qui permettront de calculer différentes probabilités (Harrison, 2010).

Pour les portefeuilles, comme pour les simulations de Monte Carlo sur l'*ETF JETS*, nous allons réaliser 150 000 simulations pour obtenir un résultat aussi précis que possible. Ces simulations s'établiront sur une période d'un an, correspondant à 252 jours ouvrables. Pour chaque simulation, le prix initial est le prix du portefeuille associé au 28 mars 2024. Il a été calculé pour chaque portefeuille en ajustant tous les rendements journaliers à une valeur en base de 100, fixée le 30 avril 2015.

Après 150 000 simulations pour chaque portefeuille, nous pouvons constater que les résultats moyens obtenus à partir des simulations de Monte Carlo corroborent le rendement annualisé et la volatilité annualisée de chaque portefeuille, enregistrés depuis le 30 avril 2015.

|                                       | <b>P1</b> | <b>P2</b> | <b>P3</b> | <b>P4</b> | <b>P5</b> | <b><i>ETF</i></b> |
|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|
| Volatilité annualisée projetée (1 an) | 16,74%    | 11,66%    | 13,99%    | 12,63%    | 12,62%    | 35,21%            |
| Rendement annualisé projeté (1 an)    | 2,01%     | 2,38%     | 4,64%     | 4,00%     | 3,71%     | -1,52%            |

TABLE 5.7 – Résultats moyens des simulations de Monte Carlo sur les portefeuilles et l'*ETF* JETS.



# PARTIE 6

## Discussions et limites

### 6.1 Limites du travail

L'objectif principal de ce mémoire est d'explorer la possibilité de concilier performance financière, stabilité du risque, ainsi que responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance dans le secteur de l'aviation civile, un secteur souvent perçu comme problématique. Pour ce faire, nous avons constitué et analysé différents portefeuilles (cf. Section 5.1), en les comparant en tous points à l'*ETF* JETS, seule solution d'investissement concrète actuellement disponible dans le secteur.

L'élaboration de ce projet a révélé de nombreuses contraintes, principalement liées à l'obtention ou à la non-existence de données, rendant le travail à la fois limité et complexe. Tous les portefeuilles constitués dépendent de deux facteurs : la fluctuation des cours de bourse entre le 30 avril 2015 et le 28 mars 2024 ainsi que les notations ESG au 28 mars 2024.

Le Portefeuille 1 pondère en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant. Notre méthodologie (cf. Sous-section 4.4.1) admet un biais malheureusement inévitable dans le calcul de cette capitalisation. Faute de données quotidiennes antérieures sur le flottant et le nombre d'action en circulation (*outstanding shares*), nous nous sommes basés sur les données fixes à la clôture du marché le 28 mars 2024. Cela constitue une limite dans notre analyse, car cette manière de procéder pourrait influencer les résultats. En effet, nous ne prenons pas en compte les variations du flottant et du nombre d'actions en circulation tout au long de la période.

Le Portefeuille 2, le Portefeuille 3, le Portefeuille 4 et le Portefeuille 5 pondèrent en fonction des notations ESG. Notre méthodologie (cf. Sous-section 4.4.2) présente un biais dû à la fixation des poids des valeurs dans les portefeuilles le 30 avril 2015, et ce, alors que nous utilisons les notations ESG à la clôture le 28 mars 2024 pour la pondération. Cette approche méthodologique est inévitable, car due à l'absence de données évolutives sur les notations ESG depuis le 30 avril 2015. Après la fixation des poids, l'évolution de chaque poids dans ces portefeuilles dépend uniquement de la fluctuation des cours de bourse, comme pour le Portefeuille 1.

Notre méthodologie peut être qualifiée d'active, bien que l'effort intellectuel soit principalement consacré à la méthodologie de pondération, et à l'analyse statistique qui s'en suit. Cette approche

peut être qualifiée de gestion purement statistique, par définition, se basant sur des données quantitatives, telles que l'évolution des cours de bourse et les notations ESG, pour pondérer nos portefeuilles. L'argument principal de l'utilisation de cette méthode est qu'elle permet une analyse objective en évitant les biais cognitifs qui peuvent survenir lors de l'utilisation de critères plus subjectifs. En effet, l'utilisation de paramètres fondamentaux tels que le *Price-to-Earnings* ( $P/E$ ), l'*Earnings-Per-Share* ( $EPS$ ) ou la *Book Value* aurait grandement complexifié l'obtention des données, mais aussi l'interprétation des résultats. De nombreux facteurs macro-économiques (comme la pandémie de la COVID-19) et micro-économiques (comme les problèmes de sécurité chez Boeing Co/The) influencent la valorisation des entreprises, et impactent la fluctuation des cours de bourse, complexifiant davantage l'analyse. En nous basant uniquement sur le cours de bourse et les notations ESG, nous partons du principe que les marchés sont rationnels et efficaces, toutes choses étant égales par ailleurs.

### 6.1.1 Amélioration de la notation ESG globale, signe de la performance financière ?

Notre analyse du risque financier et de la performance financière des portefeuilles a révélé une meilleure performance des portefeuilles qui pondèrent en fonction de la notation ESG (P2, P3, P4 et P5), avec une volatilité plus faible et un rendement plus élevé par rapport au Portefeuille 1, qui pondère en fonction de la capitalisation boursière ajustée au flottant, et par rapport à l'*ETF JETS* (cf. Figure 5.36). Cependant, nous ne disposons pas de preuves formelles que cette performance soit due à la bonne gestion ESG, selon les Bloomberg ESG Scores, des entreprises constituant les portefeuilles.

Face à ces limites et ces observations, nous avons mené une étude pour déterminer s'il existe un lien quelconque entre la performance financière et extra-financière. Cette étude, qui clôturera notre travail, est basée sur les seules données disponibles concernant l'évolution de la notation ESG au fil du temps, à savoir la progression de la notation ESG globale sur les cinq dernières années (2018-2023).

Pour être faciliter la lisibilité, nous avons créé des quartiles, permettant de comparer la performance financière des entreprises de notre échantillon final (cf. Annexe A.4) en fonction de l'évolution de leur notation ESG globale. Chaque quartile utilise la même technique que celle utilisée pour les facteurs de volatilité et de rendement (cf. Sous-sections 5.4.3 et 5.5.4), où les valeurs de l'échantillon final sont réparties dans différents paniers, en fonction de l'évolution de leur notation ESG globale sur les cinq dernières années, avec, dans chaque panier (quartile), un poids équipondéré pour chaque valeur.

La répartition des quartiles est la suivante :

- Quartile n°1 → représente 14 valeurs avec une évolution comprise entre -31,54% et 6,60%.
- Quartile n°2 → représente 15 valeurs avec une évolution comprise entre 6,60% et 33,51%.
- Quartile n°3 → représente 15 valeurs avec une évolution comprise entre 33,51% et 69,43%.
- Quartile n°4 → représente 15 valeurs avec une évolution comprise entre 69,43% et 441,18%.

La Figure 6.1 compare le cours moyen des entreprises du secteur par quartile, en fonction de l'évolution de leur notation ESG globale sur les cinq dernières années, ajustés en base 100 le 28 mars 2019 (5 ans avant le 28 mars 2024).

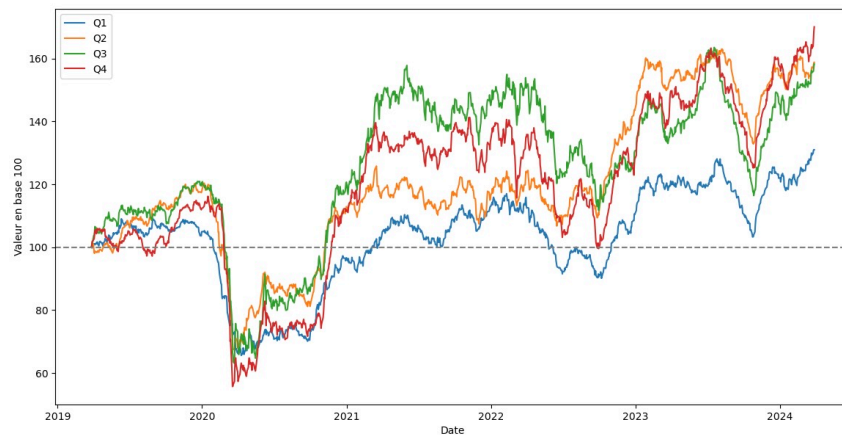


FIGURE 6.1 – Cours moyen par quartile en fonction de l'évolution de la notation ESG globale sur 5 ans ( $I = 100$ ).

Il semble exister un lien entre performance extra-financière, représentée par l'amélioration de la notation ESG globale, et performance financière dans le secteur de l'aviation civile sur les cinq dernières années. Le Quartile n°4, qui comprend les entreprises ayant le plus amélioré leur notation ESG globale, a enregistré un rendement nettement supérieur au Quartile n°1, qui comprend les entreprises ayant le moins amélioré, voir détérioré, leur notation ESG globale. Le Quartile n°2 et le Quartile n°3, quartiles intermédiaires, présentent des rendements très similaires sur les cinq dernières années, tout en surpassant nettement le rendement du Quartile n°1.

Cependant, bien que cette divergence dans les rendements entre les quartiles soit indéniable, nous ne pouvons pas affirmer avec certitude que l'amélioration de la notation ESG globale est le facteur clé de leur performance financière. Comme déjà mentionné, de nombreux facteurs macro-économiques et micro-économiques influencent la valorisation des entreprises sur les marchés boursiers, rendant l'analyse très complexe.

## PARTIE 7

# Conclusion

### 7.1 Tableaux récapitulatifs des résultats obtenus

#### 7.1.1 Volatilités annualisées des portefeuilles par rapport à l'*ETF* JETS

|                         | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Depuis le 30 avril 2015 | -  | -  | -  | -  | -  |
| 5 ans                   | -  | -  | -  | -  | -  |
| 3 ans                   | -  | -  | -  | -  | -  |
| 1 an                    | -  | -  | -  | -  | -  |

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>Commentaires</b> | Nos portefeuilles constitués ont enregistré une volatilité fortement inférieure à celle de l' <i>ETF</i> JETS, et ce, sur toutes les périodes analysées. |
|---------------------|--|

#### 7.1.2 Rendements annualisés des portefeuilles par rapport à l'*ETF* JETS

|                         | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|-------------------------|----|----|----|----|----|
| Depuis le 30 avril 2015 | +  | +  | +  | +  | +  |
| 5 ans                   | +  | +  | +  | +  | +  |
| 3 ans                   | +  | +  | +  | +  | +  |
| 1 an                    | -  | -  | +  | -  | -  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Commentaires</b> | Nos portefeuilles constitués ont enregistré un rendement annualisé supérieur à celui de l' <i>ETF</i> JETS sur toutes les périodes analysées, à l'exception de la dernière année. |
|---------------------|---|

### 7.1.3 Bloomberg ESG Scores des portefeuilles par rapport à l'*ETF* JETS

|             | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
|-------------|----|----|----|----|----|
| E           | -  | +  | -  | -  | -  |
| S           | =  | +  | +  | +  | +  |
| G           | +  | -  | -  | -  | -  |
| ESG Globale | -  | -  | +  | -  | -  |

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Commentaires</b> | Nos portefeuilles constitués ont un bilan durable mitigé par rapport à l' <i>ETF</i> JETS. Seul le Portefeuille 2 fait mieux pour le pilier E, seul le Portefeuille 1 fait mieux pour le pilier G et seul le Portefeuille 3 fait mieux pour les trois piliers réunis (ESG). Le point positif se situe au niveau du pilier S où tous nos portefeuilles constitués font mieux que l' <i>ETF</i> JETS. |
|---------------------|---|

## 7.2 Conclusion générale

À l'heure actuelle, très peu de solutions d'investissement dans le secteur de l'aviation civile existent. Nous avons d'ailleurs constaté que seuls l'indice JETSEX et son *ETF* associé (JETS) offraient une véritable opportunité d'investissement ciblée sur ce secteur bien spécifique. Les autres indices sont trop larges et englobent l'aérospatiale et la défense. Ce mémoire visait à étudier la possibilité de concilier performance financière, stabilité du risque, ainsi que responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance dans le secteur de l'aviation civile.

Rapidement, nous avons constaté que la méthodologie de l'indice JETSEX et de son *ETF* associé (JETS) manquaient de pertinence et ne reflétaient pas de manière équilibrée le marché de l'aviation civile. Tout d'abord, leur méthodologie accorde une surpondération notable aux compagnies aériennes américaines et canadiennes, ce qui génère un risque accru de concentration autour de valeurs ayant les mêmes caractéristiques, ainsi qu'un risque de sureprésenter certaines entreprises par rapport à leur véritable importance dans le secteur. Différentes analyses ont confirmé la concentration au niveau de la volatilité, mais aussi des rendements. Nous avons observé une relation marquée entre la volatilité de l'*ETF* JETS et celle des grandes compagnies aériennes nord-américaines (cf. Figure 5.34). Cette observation s'est confirmée dans les rendements. Nous avons établi le coefficient de corrélation à 0,9758 entre l'*ETF* JETS et les grandes compagnies aériennes nord-américaines (cf. Figure 5.41). Cette forte concentration autour de ces compagnies aériennes a engendré une volatilité très élevée de l'*ETF* JETS, ainsi qu'un rendement négatif au cours de la période étudiée (depuis le 30 avril 2015). Par ailleurs, la méthodologie omet les aspects de durabilité, ce qui nous semblait toutefois important à prendre en considération sur base des constatations décrites dans la Partie 2.

Au vu de ces constatations sur l'*ETF* JETS, et afin de parvenir à notre objectif, nous avons constitué cinq portefeuilles, tous composés de la même sélection de cinquante-neuf valeurs, mais pondérés sur des critères différents. La méthodologie active utilisée pour l'élaboration de ces portefeuilles se limite à certains facteurs prédéterminés, comme la capitalisation boursière ajustée au flottant (*free float*) et la notation des piliers ESG. Ce choix de recourir à une gestion purement statistique est motivé par la volonté de réduire au maximum les biais cognitifs.

Après analyse de nos portefeuilles, nous sommes en mesure de dire qu'il est possible, dans le secteur de l'aviation civile, de concilier performance financière, stabilité du risque, ainsi que, dans une certaine mesure, responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance. En effet, nous avons souligné, aussi bien pour la performance financière que pour la stabilité du risque, qu'une diversification à la fois géographique et sous-sectorielle est nécessaire afin de réduire considérablement un risque potentiel de concentration autour de valeurs partageant des caractéristiques similaires. En assurant une répartition équilibrée entre les différentes zones géographiques et sous-secteurs, notre méthodologie confère à nos portefeuilles une diversification importante. Cette diversification est essentielle, car certaines zones géographiques ou sous-secteurs présentent une cyclicité différente au sein du secteur de l'aviation civile. Étant beaucoup moins diversifié que nos portefeuilles, l'*ETF* JETS a enregistré une volatilité nettement plus importante, tout en affichant une performance bien moins bonne.

Au niveau des responsabilités sociale, environnementale et de gouvernance, les résultats de nos portefeuilles sont, par contre, bien plus proches de ceux de l'*ETF* JETS. Bien que, de manière générale, les portefeuilles axés sur un pilier ESG spécifique obtiennent la meilleure notation pour ce pilier, ils restent dans l'ensemble moins satisfaisants que l'*ETF* JETS. Cela peut, une nouvelle fois, s'expliquer par la forte concentration de l'*ETF* JETS autour des grandes compagnies aériennes nord-américaines, qui tendent à avoir de bonnes notations ESG ("bons élèves"). Dans ce cas-ci, la forte concentration de l'*ETF* JETS favorise sa performance extra-financière.

Bien que notre méthodologie de pondération soit perfectible, elle permet de prendre en compte le marché de l'aviation civile de manière beaucoup plus large et équilibrée.

Il convient également de rappeler que l'élaboration de ce mémoire a rencontré de nombreuses contraintes, principalement liées à la difficulté d'accès ou à la non-existence de données. L'accès à des données historiques telles que les notations des piliers ESG évolutives dans le temps, le flottant (*free float*) évolutif dans le temps, ou encore le nombre d'action en circulation (*outstanding shares*) évolutif dans le temps aurait permis une analyse plus fine et précise.

Suite à ce mémoire, nous pourrions envisager une gestion d'investissement visant à générer une performance financière positive, une stabilité du risque et une inclusion des critères extra-financiers (ESG). Cela impliquerait de prendre en compte, dans une certaine mesure, la capitalisation boursière ainsi que les notations ESG et leur amélioration au fil du temps, avec des rééquilibrages périodiques similaires à ceux effectués par l'*ETF* JETS. Cette approche garantirait une diversification suffisante, représentant fidèlement le secteur de l'aviation civile, tout en intégrant les risques financiers et extra-financiers.

# Bibliographie

- Abate, G., Bonafini, T., and Ferrari, P. (2021). Fundamentals-weighting vs. capitalization-weighting : An empirical comparison. *Journal of Finance and Investment Analysis*, 10(2) :1–3. Recupéré de <https://doi.org/10.47260/jfia/1023>.
- ACI (2023). Global passenger traffic expected to recover by 2024 and reach 9.4 billion passengers. Recupéré de <https://aci.aero/2023/09/27/global-passenger-traffic-expected-to-recover-by-2024-and-reach-9-4-billion-passengers/>.
- Agustini, E., Kareng, Y., and Victoria, O. A. (2021). The role of icao (international civil aviation organization) in implementing international flight safety standards. *Kne Social Sciences*, pages 100–114. Recupéré de <https://doi.org/10.18502/kss.v5i1.8273>.
- ATAG (2005). The economic and social benefits of air transport. Recupéré de [https://www.icao.int/Meetings/wrdss2011/Documents/JointWorkshop2005/ATAG\\_SocialBenefitsAirTransport.pdf](https://www.icao.int/Meetings/wrdss2011/Documents/JointWorkshop2005/ATAG_SocialBenefitsAirTransport.pdf).
- ATAG (2008). The economic and social benefits of air transport. Recupéré de [https://www.aerohabitat.eu/uploads/media/ATAG\\_-\\_The\\_Economic\\_of\\_Social\\_Benefits\\_of\\_Air\\_Transport\\_2008.pdf](https://www.aerohabitat.eu/uploads/media/ATAG_-_The_Economic_of_Social_Benefits_of_Air_Transport_2008.pdf).
- ATAG (2016). Aviation benefit beyond borders. Recupéré de [https://aviationbenefits.org/media/149649/ABBB2016\\_WEB.pdf](https://aviationbenefits.org/media/149649/ABBB2016_WEB.pdf).
- ATAG (2018). Aviation benefit beyond borders. Recupéré de [https://aviationbenefits.org/media/166711/abbb18\\_full-report\\_web.pdf](https://aviationbenefits.org/media/166711/abbb18_full-report_web.pdf).
- ATAG (2020). Aviation benefit beyond borders. Recupéré de <https://aviationbenefits.org/media/167517/aw-oct-final-atag-abbb-2020-publication-digital.pdf>.
- ATAG (2021). Covid-19 analysis fact sheet. Recupéré de [https://aviationbenefits.org/media/167482/abbb21\\_factsheet\\_covid19-1.pdf](https://aviationbenefits.org/media/167482/abbb21_factsheet_covid19-1.pdf).
- Bera, A. K. and Jarque, C. M. (1982). Model specification tests : A simultaneous approach. *Journal of econometrics*, 20(1) :59–82. Recupéré de [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(82\)90103-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(82)90103-8).
- Berg, F., Koelbel, J. F., and Rigobon, R. (2022). Aggregate confusion : The divergence of esg ratings. *Review of Finance*, 26(6) :1315–1344. Recupéré de <https://doi.org/10.1093/rof/rfac033>.

- Bloomberg (2023). Bloomberg esg scores. Recupéré de <https://hr.bloomberglia.com/data/files/Pitanja%20i%20odgovori%20o%20Bloomberg%20ESG%20Scoreu.pdf>.
- Bock, L. and Burkhardt, U. (2019). Contrail cirrus radiative forcing for future air traffic. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 19(12) :8163–8174. Recupéré de <https://doi.org/10.5194/acp-19-8163-2019>.
- Brown, R. S. and Kline, W. A. (2020). Exogenous shocks and managerial preparedness : A study of us airlines’ environmental scanning before the onset of the covid-19 pandemic. *Journal of Air Transport Management*, 89 :101899. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101899>.
- Brueckner, J. K. (2003). Airline traffic and urban economic development. *Urban Studies*, 40(8) :1455–1469. Recupéré de <https://doi.org/10.1080/0042098032000094388>.
- Cahill, J., Cullen, P., Anwer, S., and Gaynor, K. (2021). The impact of the covid 19 pandemic on aviation workers and the aviation system. In *29th International Symposium on Aviation Psychology*, page 164. Recupéré de [https://corescholar.libraries.wright.edu/isap\\_2021/28/](https://corescholar.libraries.wright.edu/isap_2021/28/).
- CAPA (2014). Air travel rises with a country’s wealth. law of nature, or can government policy make a difference? Recupéré de <https://centreforaviation.com/analysis/reports/air-travel-rises-with-a-countrys-wealth-law-of-nature-or-can-government-policy-make-a-di>.
- Chiambaretto, P. and Combe, E. (2023). *Le transport aérien*. La Découverte.
- Chiambaretto, P., Mayenc, E., Chappert, H., Engsig, J., Fernandez, A.-S., and Le Roy, F. (2021). Where does flygskam come from ? the role of citizens’ lack of knowledge of the environmental impact of air transport in explaining the development of flight shame. *Journal of Air Transport Management*, 93 :102049. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2021.102049>.
- Collopy, P. D. (2004). Military technology pull and the structure of the commercial aircraft industry. *Journal of aircraft*, 41(1) :85–94. Recupéré de <https://arc.aiaa.org/doi/pdf/10.2514/1.2121>.
- Dev, A., Faizan, S., Vaibhavi, R., and Prasanna (2023). The economic impact of aviation. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4 :4193–4198. Recupéré de <https://ijrpr.com/uploads/V4ISSUE12/IJRPR20674.pdf>.
- Doganis, R. (2005). *Airline business in the 21st century*. Routledge.
- Dolšák, N. and Prakash, A. (2022). Different approaches to reducing aviation emissions : reviewing the structure-agency debate in climate policy. *Climate Action*, 1(1) :2. Recupéré de <https://doi.org/10.1007/s44168-022-00001-w>.
- ERM Sustainability Institute (2020). Rate the raters 2020. Recupéré de <https://www.sustainability.com/globalassets/sustainability.com/thinking/pdfs/sustainability-ratetheraters2020-report.pdf>.



- ERM Sustainability Institute (2023). Rate the raters 2023. Recupéré de <https://www.sustainability.com/thinking/rate-the-raters-2023/>.
- EuropeanCommission (2023). European green deal : new law agreed to cut aviation emissions by promoting sustainable aviation fuels. Recupéré de [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip\\_23\\_2389/IP\\_23\\_2389\\_EN.pdf](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_23_2389/IP_23_2389_EN.pdf).
- FRED (2024). Market Yield on U.S. Treasury Securities at 10-Year Constant Maturity. Recupéré de <https://fred.stlouisfed.org/series/DGS10>.
- Gillen, D. W., Morrison, W. G., and Stewart, C. (2008). Air travel demand elasticities : Concepts, issues and measurement. *Department of Finance, Government of Canada*, 2 :365–410.
- Gössling, S. and Humpe, A. (2020). The global scale, distribution and growth of aviation : Implications for climate change. *Global Environmental Change*, 65 :102194. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102194>.
- Graver, B., Zhang, K., and Rutherford, D. (2019). Co2 emissions from commercial aviation, 2018. In *International Council on Clean Transportation*. Recupéré de [https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/ICCT\\_CO2-commercl-aviation-2018\\_20190918.pdf](https://theicct.org/wp-content/uploads/2021/06/ICCT_CO2-commercl-aviation-2018_20190918.pdf).
- Ha, M., Zheng, L., Lo, D., and Suen, A. (2015). Investment portfolio liquidity risk management. *International Journal of Financial Markets*, 2(1) :1–5. Recupéré de [https://www.researchgate.net/publication/368392736\\_Investment\\_Portfolio\\_Liquidity\\_Risk\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/368392736_Investment_Portfolio_Liquidity_Risk_Management).
- Hansman, R. J. and Ishutkina, M. (2009). Analysis of the interaction between air transportation and economic activity : A worldwide perspective. *ICAT papers*. Recupéré de <http://hdl.handle.net/1721.1/44957>.
- Harrison, R. L. (2010). Introduction to monte carlo simulation. In *AIP conference proceedings*, volume 1204, page 17. NIH Public Access. Recupéré de <https://doi.org/10.1063%2F1.3295638>.
- IATA (2015). Iata forecast. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---2015-mid-year---tables/>.
- IATA (2016). Iata forecast. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---2016-end-year---tables/>.
- IATA (2021a). Industry statistics. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/airline-industry-economic-performance---october-2021---data-tables/>.
- IATA (2021b). Élimination des émissions nettes de carbone d'ici 2050. Recupéré de <https://www.iata.org/contentassets/dcd25da635cd4c3697b5d0d8ae32e159/2021-10-04-03-fr.pdf>.

- IATA (2022). Understanding the pandemic's impact on the aviation value chain. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/understanding-the-pandemics-impact-on-the-aviation-value-chain>.
- IATA (2023a). Air cargo market analysis. Recupéré de [https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-cargo-market-analysis---november-2023/#:~:text=Air%20cargo%20capacity%2C%20measured%20by,pandemic%20levels%20\(Chart%202\)](https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-cargo-market-analysis---november-2023/#:~:text=Air%20cargo%20capacity%2C%20measured%20by,pandemic%20levels%20(Chart%202)).
- IATA (2023b). Air passenger market analysis. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/air-passenger-market-analysis---november-2023/>.
- IATA (2023c). Annual review 2023. Recupéré de <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/annual-review-2023.pdf>.
- IATA (2023d). The balanced approach to aircraft noise management. Recupéré de <https://www.iata.org/contentassets/1be02a5889fb439c902f654737e89fbe/fact-sheet-on-the-balanced-approach-2023-final-17-august.pdf>.
- IATA (2023e). Industry statistics. Recupéré de <https://www.iata.org/en/iata-repository/pressroom/fact-sheets/industry-statistics/>.
- ICAO (2010). Regional workshop on traffic forecasting and economic planning. Recupéré de [https://www.icao.int/MID/Documents/2010/fepw/docs/fepw\\_wp03.pdf](https://www.icao.int/MID/Documents/2010/fepw/docs/fepw_wp03.pdf).
- ICAO (2022). Corsia eligible fuels – life cycle assessment methodology. Recupéré de [https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA\\_Eligible\\_Fuels/CORSIA\\_Supporting\\_Document\\_CORSIA%20Eligible%20Fuels\\_LCA\\_Methodology\\_V5.pdf](https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA_Eligible_Fuels/CORSIA_Supporting_Document_CORSIA%20Eligible%20Fuels_LCA_Methodology_V5.pdf).
- Kalić, M., Babić, D., Dožić, S., Kuljanin, J., and Mijović, N. (2022). Impact of covid-19 on the aviation industry : An overview of global and some local effects. *Anali Pravnog fakulteta u Beogradu*, 70(4) :1079–1127. Recupéré de <https://www.cceol.com/search/article-detail?id=1087236>.
- Kong, D., Lu, S., Feng, L., and Xie, Q. (2011). Uncertainty and sensitivity analyses of heat fire detector model based on monte carlo simulation. *Journal of fire sciences*, 29(4) :317–337. Recupéré de <https://doi.org/10.1177/0734904110396314>.
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestedt, J., et al. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244 :117834. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>.
- Malighetti, P., Paleari, S., and Redondi, R. (2009). Pricing strategies of low-cost airlines : The ryanair case study. *Journal of Air Transport Management*, 15(4) :195–203. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2008.09.017>.
- Maneenop, S. and Kotcharin, S. (2020). The impacts of covid-19 on the global airline industry : An event study approach. *Journal of air transport management*, 89 :101920. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101920>.

- Markatos, D. N. and Pantelakis, S. G. (2022). Assessment of the impact of material selection on aviation sustainability, from a circular economy perspective. *Aerospace*, 9(2) :52. Recupéré de <https://doi.org/10.3390/aerospace9020052>.
- Moon, J., Lee, W. S., and Dattilo, J. (2015). Determinants of the payout decision in the airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 42 :282–288. Recupéré de <https://doi.org/10.3390/axioms12050481>.
- Morrison, S. and Winston, C. (2010). *The economic effects of airline deregulation*. Brookings Institution Press. Recupéré de <https://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=G6fEEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=The+economic+effects+of+airline+deregulation&ots=0c6kmm1iwC&sig=yb1kHklbMUTGeJya8uFlCxBOuAQ>.
- MSCI (2024). Esg ratings methodology. Recupéré de <https://www.msci.com/documents/1296102/34424357/MSCI+ESG+Ratings+Methodology.pdf>.
- Nasdaq (2024). JETS Dividend History. Recupéré de <https://www.nasdaq.com/market-activity/etf/jets/dividend-history>.
- Nhamo, G., Dube, K., Chikodzi, D., Nhamo, G., Dube, K., and Chikodzi, D. (2020). Impact of covid-19 on the global network of airports. *Counting the Cost of COVID-19 on the Global Tourism Industry*, pages 109–133. Recupéré de [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56231-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56231-1_5).
- Nick, S. and Thalmann, P. (2022). Towards true climate neutrality for global aviation : A negative emissions fund for airlines. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(11) :505. Recupéré de <https://doi.org/10.3390/jrfm15110505>.
- OECD (2021). State support to the air transport sector : Monitoring developments related to the covid-19 crisis. Recupéré de <https://web-archive.oecd.org/2021-04-27/586228-State-Support-to-the-Air-Transport-Sector-Monitoring-Developments-Related-to-the-C.pdf>.
- OMS (2020). Director-general’s opening remarks at the media briefing on covid-19 - 11 march 2020. Recupéré de <https://www.who.int/director-general/speeches/detail/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing-on-covid-19---11-march-2020>.
- Petrescu, R. V., Aversa, R., Akash, B., Bucinell, R., Corchado, J., Apicella, A., and Petrescu, F. I. (2017). History of aviation-a short review. *Journal of Aircraft and Spacecraft Technology*, 1(1). Recupéré de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3073974](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3073974).
- Powley, T. and Bushey, C. (2020). Wealthy, virus-wary tourists turn to private jets ; influx of leisure passengers keen to create a safer travel bubble allows market to avoid the worst of crisis afflicting big carriers. *Financial Times*, 12.
- Prussi, M., Lee, U., Wang, M., Malina, R., Valin, H., Taheripour, F., Velarde, C., Staples, M. D., Lonza, L., and Hileman, J. I. (2021). Corsia : The first internationally adopted approach to calculate life-cycle ghg emissions for aviation fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 150 :111398. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111398>.

- Ranieri, A., Alsina, N., Castelli, L., Bolic, T., and Herranz, R. (2013). Airport slot allocation : performance of the current system and options for reform. *3rd SESAR Innovation Days (SIDs)*. Recupéré de [https://sesarju.eu/sites/default/files/sids2013\\_submission\\_11.pdf](https://sesarju.eu/sites/default/files/sids2013_submission_11.pdf).
- Ravix, J. T. and Mouchnino, N. (2009). L'évolution de l'industrie aéronautique : les incidences de la production modulaire. *La Revue de l'IRES*, (3) :135–157. Recupéré de <https://www.cairn.info/revue-de-l-ires-2009-3-page-135.htm>.
- Reinganum, M. R. (1999). The significance of market capitalization in portfolio management over time. *Journal of Portfolio Management*, 25(4) :39. Recupéré de <https://www.proquest.com/docview/195587583?pq-origsite=gscholar&fromopenview=true&sourcetype=Scholarly%20Journals>.
- Rhoades, S. A. (1993). The herfindahl-hirschman index. *Fed. Res. Bull.*, 79 :188. Recupéré de [https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get\\_pdf.cgi?handle=hein.journals/fedred79&section=37](https://heinonline.org/hol-cgi-bin/get_pdf.cgi?handle=hein.journals/fedred79&section=37).
- Sacchi, R., Becattini, V., Gabrielli, P., Cox, B., Dirnaichner, A., Bauer, C., and Mazzotti, M. (2023). How to make climate-neutral aviation fly. *Nature Communications*, 14(1) :3989. Recupéré de <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39749-y>.
- S&P Global (2022). S&p global esg scores. Recupéré de <https://www.spglobal.com/esg/solutions/data-intelligence-esg-scores>.
- Sun, X., Wandelt, S., and Zhang, A. (2020). How did covid-19 impact air transportation? a first peek through the lens of complex networks. *Journal of Air Transport Management*, 89 :101928. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101928>.
- Sustainalytics (2021). Esg risk ratings - methodology abstract. Recupéré de <https://connect.sustainalytics.com/esg-risk-ratings-methodology>.
- Szabo, S., Mako, S., Tobisova, A., Hanak, P., and Pilat, M. (2018). Effect of the load factor on the ticket price. *Transport problems*, 13(3) :41–49. Recupéré de <https://bibliotekanauki.pl/articles/374185.pdf>.
- Terrenoire, E., Hauglustaine, D., Gasser, T., and Penanhoat, O. (2019). The contribution of carbon dioxide emissions from the aviation sector to future climate change. *Environmental research letters*, 14(8) :084019. Recupéré de <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3086>.
- Thepchalerm, T. and Ho, P. (2021). Impacts of covid-19 on airline business : An overview. *Reference to this paper should be made as follows : Emamian, A*, pages 81–91. Recupéré de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3874441](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3874441).
- Tian, N., Lopes da Silva, D., Béraud-Sudreau, L., Liang, X., Scarazzato, L., and Assis, A. (2023). Developments in military expenditure and the effects of the war in ukraine. *Defence and Peace Economics*, 34(5) :547–562. Recupéré de <https://doi.org/10.1080/10242694.2023.2221877>.
- U.S. Global Investors (2023). U.s. global etfs. Recupéré de <https://www.usglobaletfs.com/wp-content/uploads/2022/01/us-global-etfs-prospectus.pdf>.

- Vaishnav, P., Petsonk, A., Avila, R. A. G., Morgan, M. G., and Fischbeck, P. S. (2016). Analysis of a proposed mechanism for carbon-neutral growth in international aviation. *Transportation Research Part D : Transport and Environment*, 45 :126–138. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.02.017>.
- Vardon, D. R., Sherbacow, B. J., Guan, K., Heyne, J. S., and Abdullah, Z. (2022). Realizing “net-zero-carbon” sustainable aviation fuel. *Joule*, 6(1) :16–21. Recupéré de [https://www.cell.com/joule/pdf/S2542-4351\(21\)00582-1.pdf](https://www.cell.com/joule/pdf/S2542-4351(21)00582-1.pdf).
- Wang, X., Zhang, J., and Wandelt, S. (2023). On the ramifications of airspace bans in aeropolitical conflicts : Towards a country importance ranking. *Transport Policy*, 137 :1–13. Recupéré de <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.04.003>.
- Weber, L. (2016). The chicago convention. In *Routledge handbook of public aviation law*, pages 9–32. Routledge.
- Weigand, R. A. and Irons, R. (2007). The market p/e ratio, earnings trends, and stock return forecasts. *The Journal of Portfolio Management*, 33(4) :87–101. Recupéré de [https://www.researchgate.net/profile/Robert-Irons/publication/228289399\\_The\\_Market\\_PE\\_Ratio\\_Stock\\_Returns\\_Earnings\\_and\\_Mean\\_Reversion/links/56e81c0608aea51e7f3b1773/The-Market-P-E-Ratio-Stock-Returns-Earnings-and-Mean-Reversion.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Robert-Irons/publication/228289399_The_Market_PE_Ratio_Stock_Returns_Earnings_and_Mean_Reversion/links/56e81c0608aea51e7f3b1773/The-Market-P-E-Ratio-Stock-Returns-Earnings-and-Mean-Reversion.pdf).
- Wu, W.-T. A. et al. (2014). The p/e ratio and profitability. *Journal of Business & Economics Research (JBER)*, 12(1) :67–76. Recupéré de <https://doi.org/10.19030/jber.v12i1.8380>.
- Yang, R. (2021). Research on the correlation between freight transportation and national economic development. In *E3S Web of Conferences*, volume 253. EDP Sciences. Recupéré de <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125301008>.
- York, R. and McGee, J. A. (2016). Understanding the jevons paradox. *Environmental Sociology*, 2(1) :77–87. Recupéré de <https://doi.org/10.1080/23251042.2015.1106060>.
- Yusaf, T., Fernandes, L., Abu Talib, A. R., Altarazi, Y. S., Alrefae, W., Kadirgama, K., Ramasamy, D., Jayasuriya, A., Brown, G., Mamat, R., et al. (2022). Sustainable aviation—hydrogen is the future. *Sustainability*, 14(1) :548. Recupéré de <https://doi.org/10.3390/su14010548>.
- Zhang and Graham (2020). Air transport and economic growth : a review of the impact mechanism and causal relationships. *Transport Reviews*, 40(4) :506–528. Recupéré de <https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1738587>.
- Zhang, J. and Cui, S. (2023). Investigating the number of monte carlo simulations for statistically stationary model outputs. *Axioms*, 12(5) :481. Recupéré de <https://doi.org/10.3390/axioms12050481>.
- Zhang, Y., Zhu, L., and Hao, F. (2022). The impact of the covid-19 pandemic on china’s airline industry. *Frontiers in public health*, 10 :865463. Recupéré de <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.865463>.