

HEC MONTRÉAL

Couverture d'un portefeuille international d'actions

par

Alexandre Maurer

Sciences de la gestion

(Économie Financière Appliquée)

*Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de
maîtrise ès sciences (M.Sc.)*

Jun 2021

© Alexandre Maurer, 2021

Résumé

Cet essai effectue la synthèse sur la littérature concernant les ratios de couverture pour des portefeuilles internationaux. Les thématiques de ce sujet concernent les méthodes d'estimation pour obtenir de meilleures couvertures ainsi que les théories macroéconomiques pour comprendre les relations entre les actifs. Par la suite, nous nous posons la question de savoir si un portefeuille international non couvert au risque de taux de change est dominé par un portefeuille international couvert. En somme, est-ce que l'ajout de devises est significatif pour un portefeuille? D'après les différents auteurs, une covariance négative entre la devise et les indices boursiers mondiaux est la caractéristique centrale pour notre couverture de portefeuille. De ces thématiques, un critère pour ce sujet semble se dégager plus que les autres, celui de la monnaie de réserve.

Dans ce travail, nous démontrons que cette condition de monnaie de réserve est nécessaire, mais insuffisante. Nous mettons en évidence que le ratio de couverture fonctionne, notamment pour minimiser le risque et qu'il ne suffit pas d'évincer le risque de devises pour améliorer son portefeuille. Nous argumentons que le meilleur moyen pour minimiser la variance d'un portefeuille est de s'exposer avec parcimonie aux taux de change selon son portefeuille. Ainsi, nous pouvons, avec des méthodes connues d'économétrie, tester nos résultats pour mieux les comprendre et définir des règles d'utilisation pour un investisseur avec une utilité maximisée lorsque la variance est minimale. Nous définissons également les caractéristiques de nos devises qui permettent ou non d'obtenir ces résultats avec des estimateurs de données longitudinales. Le résultat obtenu est une généralisation de la stratégie de couverture de Campbell et al. (2010) et le développement d'une matrice de décision pour la gestion des risques du taux de change.

Mots clés : Gestion des risques, risque de taux de change, devise, monnaie, portefeuille international, parité des taux non couverte, parité des taux couverte, relation de Fisher, ratio de couverture, monnaie de réserve.

Table des matières

Résumé.....	i
Table des matières.....	ii
Liste des graphiques.....	iv
Liste des tableaux.....	v
Remerciements.....	vi
Chapitre 1. Introduction	1
Chapitre 2. Revue de littérature	5
2.1. Introduction & contexte	5
2.2. Études empiriques	6
2.2.1. Type d'investisseur	6
2.2.2. Horizon de placement	7
2.2.3. « Forward premium puzzle » ou « Unbiased hypothesis failure »	9
2.2.4. Tarification & rendements espérés d'une monnaie	14
2.2.5. Couverture statique et dynamique	18
2.3. Synthèse	20
Chapitre 3. Données & statistiques descriptives.....	22
3.1. Calculs des rendements	22
3.1.1 Rendements des indices boursiers et des devises	22
3.1.2. Taux d'intérêt.....	24
3.1.3. Rendements excédentaires	24
3.2. Données & statistiques descriptives.....	26
3.2.1. Présentation des données	26
3.2.2. Statistiques descriptives	27
Chapitre 4. Méthodologie des stratégies de couverture	30
4.1. Introduction & objectif.....	30
4.2. Stratégies de couverture	31
4.2.1 Couverture classique.....	31
4.2.2 Couverture optimale.....	33
4.2.3 Choix de portefeuille optimal et couverture	37
4.2.4 Stratégie de couverture de Campbell	44

4.3.	Monnaies de réserve.....	47
4.3.1.	Fondements théoriques	47
4.3.2.	Preuves empiriques	48
4.4.	Stabilité et fonctionnement temporel des ratios de couverture	51
4.4.1.	Racine unitaire	51
4.4.2.	Anticipations adaptatives	54
Chapitre 5. Résultats		55
5.1.	Présentation des résultats	55
5.1.1.	Introduction.....	55
5.1.2.	Aucune couverture	55
5.1.3.	Couverture classique.....	58
5.1.4.	Couverture optimale inconditionnelle et conditionnelle.....	60
5.1.5.	Couverture inconditionnelle et conditionnelle de Campbell	63
5.1.6.	Théorie moderne de portefeuille & ratio de couverture.....	67
5.1.7.	Stationnarité et prédiction du ratio de couverture.....	68
5.2.	Significativité statistique	70
5.3.	Interprétation économique & financière	72
5.3.1.	Caractéristiques des monnaies	72
5.3.2.	Effets fixes et aléatoires des primes <i>forwards</i>	75
5.3.3.	Implications pour les investissements.....	77
5.4.	Matrice de décision	79
5.5.	Comparaison à la littérature	81
5.5.1.	Variance des portefeuilles.....	81
5.5.2.	Monnaie de réserve	81
5.5.3.	Couverture classique, statique et dynamique.....	83
5.5.4.	Différentiel de taux d'intérêt.....	83
Chapitre 6. Conclusion.....		85
6.1.	Synthèse	85
6.2.	Limites et extensions.....	86
Annexes.....		88
Bibliographie.....		101

Liste des graphiques

Graphique 1 : Relation entre la variance des portefeuilles équipondérés et les coefficients β	56
Graphique 2 : Relation entre la variance des portefeuilles optimaux et les coefficients β	57
Graphique 3 : Matrice de décision de la gestion du risque de devises pour un portefeuille.....	79

Liste des tableaux

Tableau I : Statistiques Descriptives – Taux d’intérêt & Indices boursiers.....	27
Tableau II: Statistiques Descriptives – Taux de change	28
Tableau III : Portefeuille International Équipondéré - Couverture unitaire et optimale.....	60
Tableau IV : Portefeuille International Optimal – Couverture unitaire et optimale	62
Tableau V : Portefeuille Équipondéré – Couverture Campbell	63
Tableau VI : Portefeuille Optimal – Couverture Campbell	66
Tableau VII : Portefeuille Équipondéré & Optimal – Markovitz	67
Tableau VIII : Statistiques Descriptives – F-Test & Adj-R ²	71
Tableau IX : Portefeuille Équipondéré - Couverture Campbell	72
Tableau X : Portefeuille Équipondéré – Impact des mouvements de notre portefeuille	73
Tableau XI : Statistiques des distributions des devises	74
Tableau XII : Test de Mundlak.....	76
Tableau A : Statistiques Descriptives – Asymétrie et Kurtosis par paire de devises	88
Tableau B : Pondérations des Portefeuilles Optimaux	89
Tableau C : Portefeuille Équipondéré - Couverture unitaire et optimale	90
Tableau D : Portefeuille Équipondéré - Couverture Campbell, unitaire et optimale.....	91
Tableau E : Portefeuille Optimal - Couverture unitaire et optimale.....	92
Tableau F : Portefeuille Optimal - Couverture Campbell, unitaire et optimale.....	93
Tableau G : Couverture pour un portefeuille d’un pays	94
Tableau H : Couverture pour un Portefeuille Équipondéré	95
Tableau I : Couverture pour un Portefeuille Optimal	96
Tableau J : Test de Dickey-Fuller Augmenté – Portefeuille Équipondéré (récuratif)	97
Tableau K : Test de Dickey-Fuller Augmenté – Portefeuille Équipondéré (fenêtre glissante)	98
Tableau L : Test de Dickey-Fuller Augmenté – Portefeuille Optimal (récuratif).....	99
Tableau M : Test de Dickey-Fuller Augmenté – Portefeuille Optimal (fenêtre glissante).....	100

Remerciements

Je remercie ma famille et mes amis pour leur soutien inconditionnel et leurs commentaires constructifs pendant l'ensemble de ce processus intellectuel.

Je remercie l'ensemble de la communauté de HEC Montréal qui m'a assisté pendant l'élaboration de cet essai. En particulier, le Fonds Denyse et Marcel Dagenais pour sa confiance avec l'octroi de la bourse d'excellence Dagenais qui m'a permis de me concentrer sur la rédaction de mon mémoire.

Je tiens à remercier le professeur Georges Dionne, mon directeur de recherche, d'avoir soutenu mes recherches. Ses conseils et sa disponibilité ont été cruciaux dans la réussite de mon mémoire. Je sais que son suivi me permettra de continuer dans de futures études avec succès. Je remercie également le professeur Valeri Sokolovski pour ses conseils et commentaires lors de l'analyse quantitative de mes données.

Chapitre 1.

Introduction

La mondialisation et la croissance des flux de capitaux internationaux ont permis aux investisseurs de gagner en confiance pour investir dans des pays étrangers afin de diversifier leurs portefeuilles et de gérer leurs risques. Mais il y a encore un obstacle pour ces investisseurs : les devises. En effet, avec plus de 165 devises dans le monde, il devient difficile de gérer un portefeuille de plusieurs classes d'actifs avec plusieurs devises, car il semble que la volatilité s'additionne pour augmenter la variance totale d'un portefeuille international et semble être l'actif le plus difficile à tarifier, car sa valeur est relative à une autre. Ainsi, une question simple vient avec ceci : quel rôle les devises devraient-elles jouer dans un portefeuille d'actions internationales?

Ce sujet concerne les entreprises financières et non financières. En effet, les entreprises ont de plus en plus d'activités extérieures à leur pays domestique. De fait, la multiplication de ces activités exige la mise en place d'une politique de gestion des risques afin de limiter les risques et les pertes. La préservation du capital est donc un enjeu pour les entreprises qui souhaitent diversifier leurs activités à l'international. Par exemple, un fonds d'investissement effectuant des investissements dans des actions étrangères doit subir le risque de devises en plus du risque de ses actifs financiers. Étant donné la nature de l'investissement, ces risques sont indissociables. Il en est de même pour une entreprise non financière avec des investissements à l'étranger.

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'une entreprise financière ayant pour but d'investir sur le long terme. Autrement dit, cet essai s'adresse aux investisseurs de long terme qui cherchent à couvrir leur portefeuille sur l'ensemble de l'horizon de placement. Nous constatons que l'exposition au risque de devises comporte plus d'éléments pour les investissements longs termes contrairement aux investissements courts termes. Cette question alors répondue pour certains avec la littérature sur les contrats à terme semble se complexifier pour le long terme. Le cas le plus simple est d'annuler la position des devises avec un ratio de couverture égal à la position à laquelle on est exposée.

La méthode la plus connue est de réaliser une régression des rendements non couverts sur les rendements des contrats à terme des devises. Cette méthode est la couverture optimale. Néanmoins, cette méthode possède également des failles du fait de sa faible quantité de risque éliminée et de la sous-optimisation induite par la méthode économétrique.

Cependant, de nombreux économistes ont remis en cause cette optimisation pour plusieurs raisons. D'abord, en agissant de telle sorte, on obtient une sous-optimisation. En effet, on oublie les corrélations des différentes classes d'actifs et des devises. Ce constat est démontré par Glen et Jorion (1993). Également, une étude de Froot (1993) démontre que l'utilisation de stratégie de couverture sur le long terme peut avoir un effet contraire à celui désiré. Les conclusions sont étonnantes et pourtant statistiquement significatives. D'un point de vue pratique, cela constitue un enjeu majeur pour les institutions financières, car les investissements de plusieurs millions, voire de plusieurs milliards font que le moindre point de base de gain sera considérable pour ces entreprises.

Ainsi, pour de nombreux économistes, les investisseurs devraient plutôt utiliser des stratégies actives d'investissement pour diversifier leur portefeuille international pour s'exposer aux devises. Les stratégies les plus connues sont le *Carry Trade* et le *Momentum*. En effet, ces investissements ne sont pas corrélés aux classes d'actifs habituelles et donnent un ratio de Sharpe deux fois supérieur aux marchés des actions. Ce qui est particulièrement intéressant pour un portefeuille. Comme l'explique Neely et al. (2009), ces stratégies d'investissement sont bénéfiques pour des portefeuilles composés de différentes classes d'actifs. Cependant, nous sortons du cadre de la couverture où nous cherchons à ne pas nous exposer aux taux de change.

Notre étude empirique nous permet aussi de nous inscrire dans un cadre plus large, celui de la théorie qui cherche à expliquer les relations économiques internationales. Grâce à la relation de la parité du pouvoir d'achat relative, la relation de Fisher, la parité des taux d'intérêt couverte et non couverte ainsi que le taux marginal de substitution, nous pouvons comprendre nos résultats en les interprétant économiquement. Nous commenterons également les conséquences d'un point de vue

pratique d'une institution financière afin de comprendre comment elle peut mettre en place cette stratégie.

De fait, il est justifié théoriquement et empiriquement de contribuer à répondre à cette question. Grâce aux techniques économétriques, nous pouvons exploiter des informations supplémentaires afin d'optimiser notre portefeuille international et d'éviter une sous-optimisation qui peut s'avérer coûteuse en termes de rendements et de risques. En somme, comment transformer le risque de taux de change en un avantage pour les portefeuilles internationaux? Autrement dit, est-ce qu'un portefeuille international couvert domine un portefeuille international non couvert?

Dans cet essai, nous démontrerons que le différentiel des taux d'intérêt est un indicateur et un outil à utiliser pour minimiser la variance totale de notre portefeuille. Un investisseur exposé à un risque à court terme ne doit pas utiliser cette technique de couverture, car elle utilise indirectement le temps pour lisser les rendements et donc diminuer la volatilité. C'est-à-dire que la corrélation entre les actifs peut être significativement différente selon l'horizon. Ici, cette stratégie utilise des relations macroéconomiques de long terme. Ainsi, en théorie, les rendements excédentaires des devises et des indices boursiers devraient trouver leur équilibre. Pour comparer nos résultats, nous utiliserons la méthode de couverture optimale ainsi qu'une méthode d'optimisation de portefeuille en estimant les devises comme classe d'actifs. Après estimation, notre objectif est d'analyser qu'elle est la couverture optimale, ou s'il existe des règles de décision, établir un cadre de décision pour nos investissements.

Notre étude se concentre également sur la transformation des données en série temporelle au format longitudinal. Ce processus nous permet d'obtenir de nouveaux estimateurs pour étudier l'équation de gestion des risques de Campbell et al. (2010). La contribution principale de ce mémoire est l'obtention d'une généralisation du modèle de Campbell et al. (2010). Cette généralisation nous permet, d'une part d'obtenir nos ratios de couverture, de l'autre, de comprendre les relations macroéconomiques globales. Ainsi, nous testons formellement les ratios de couverture tout en observant la relation globale de nos *forwards* relativement aux marchés boursiers mondiaux.

Dans ce travail, nous présenterons d'abord la revue de littérature afin d'explicitier les différentes théories économiques et financières ainsi que les résultats et conclusions des différents auteurs. Puis, nous présenterons les données utilisées et leurs caractéristiques et nous les commenterons brièvement. Ensuite, nous discuterons de la méthodologie des stratégies de couverture. Nous continuerons par nos résultats et des tests statistiques afin d'étudier pleinement notre échantillon et confirmer la robustesse des stratégies de couverture. Ces résultats feront l'objet d'interprétations économiques et financières. Enfin, nous terminerons par la conclusion afin de résumer nos résultats et interprétations économiques ainsi que de répondre à notre problématique.

Chapitre 2.

Revue de littérature

2.1. Introduction & Contexte

Dans cette partie, nous présentons les différents articles sur lesquels ce mémoire s'appuie. Tout d'abord, les articles fondamentaux pour ce travail sont, dans l'ordre d'importance : « Global currency hedging » de Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010), « Currency hedging for international stock portfolios : The usefulness of mean-variance analysis » de Roon, Nijman et Werker (2003) et « Currency hedging for international portfolios » de Glen et Jorion (1993). La sélection de ces articles se base sur trois critères. Premièrement, il s'agit des articles les plus récents et pertinents sur le sujet. Celui de Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010) a l'approche la plus innovante. Deuxièmement, ces trois articles utilisent la théorie de la parité des taux d'intérêt couverte et non couverte pour chercher de l'information supplémentaire afin de couvrir notre portefeuille. Cet ajout s'est montré pertinent dans les trois derniers articles cités. Troisièmement, et dernièrement, l'utilisation d'une couverture conditionnelle s'est montrée relativement efficace, notamment chez Glen et al. (1993) et Roon et al. (2003). Autrement dit, la dimension temporelle est importante. Nous nous appuyerons également sur les résultats des articles de Solnik (1974), Stulz (1984), Black (1989), Froot (1993), Brunnermeier, Nagel et Pedersen (2008), Lustig et al. (2011) et Menkhoff et al. (2012). L'ensemble de ces articles devraient soutenir notre recherche dans l'intérêt d'identifier la meilleure stratégie de couverture pour un portefeuille international afin de minimiser le risque.

2.2. Études empiriques

Les articles présentés dans cette revue de littérature peuvent se catégoriser en différents sujets tous reliés. Nous les présenterons pour comprendre les différents facteurs afin d'obtenir la meilleure stratégie de couverture. La présentation de ces thèmes dépasse le simple besoin de couvrir un portefeuille, c'est-à-dire qu'elle rejoint celui de la tarification et de l'espérance de rendements d'une monnaie ainsi que de la méthode d'estimation du ratio de couverture.

Pour trouver des éléments de réponses à notre question, présenter les travaux reconnus est nécessaire afin de comprendre les tenants et les aboutissants de notre problématique. Chaque chercheur se place dans un cadre différent dont nous essayerons de synthétiser chaque article pour comparer et contraster les résultats.

2.2.1. Type d'investisseur

D'abord, les types d'investisseurs ont en effet un impact sur la décision de couverture. Tel que démontré chez Roon et al. (2003), on présente deux types d'investisseurs. Le premier est un groupe d'investisseurs ayant une fonction d'utilité qui suit une logique d'optimisation de portefeuille moyenne-variance. Autrement dit, un maximum d'espérance de rendement pour un minimum de variance du portefeuille. Ce type d'investisseur peut être principalement associé à des institutions financières qui cherchent à améliorer le plus possible le ratio rendement-risque. Le second groupe suit une fonction d'utilité iso élastique. C'est-à-dire que le niveau de richesse n'est pas un facteur de l'investissement dans l'actif risqué. On parle de *Constant Relative Risk Aversion* (CRRA).

Les travaux empiriques de Glen et Jorion (1993) et Roon, Nijman et Werker (2003) se différencient sur l'hypothèse du comportement de l'investisseur. Pour la majorité des chercheurs, un comportement moyenne-variance est la norme. Le choix qui paraît le plus judicieux pour une étude empirique est celui qui se rapproche du comportement d'institutions financières. En effet, seuls des investissements massifs peuvent justifier la mise en place d'une couverture avec des contrats à terme. Un simple investisseur ne peut utiliser ces outils de façon pragmatique. La démonstration

de Roon, Nijman, Werker (2003) est importante, car elle établit que l'aversion au risque d'un investisseur a une influence sur la décision de couvrir ou non le risque du taux de change. Cependant, on doit noter que toutes les institutions financières n'ont pas le même comportement face au risque du fait de leurs spécificités (banques de dépôt, banques d'investissement, fonds d'investissement, fonds de pension, etc.). Bien que les hypothèses d'aversion au risque se reflètent dans les résultats de Roon et al. (2003), il serait plus raisonnable de penser que l'investisseur décide simplement d'investir localement. Son aversion au risque aurait un biais sur ses décisions d'investissement. Il n'aura qu'une préférence pour des investissements locaux, donc aucune demande de gestion des risques pour des investissements étrangers. D'après les résultats, un investisseur peu averse au risque aurait un ratio de couverture plus grand qu'un investisseur très averse au risque. Cela semble peu probable et ne prend pas en compte le biais précédemment explicité. Ce résultat peut également s'expliquer par un comportement spéculatif sur les devises, mais dans notre contexte, nous sortons de notre objectif de réduction du risque de notre portefeuille.

2.2.2. Horizon de placement

Puis, l'horizon de placement est également un facteur de décision et sera commenté avec la présentation de nos résultats. Selon Froot (1993), l'horizon a une influence significative sur un portefeuille international. D'après ses résultats, nous obtiendrons des effets indésirables allant en grandissant avec le temps, car la variance augmente avec l'horizon lors de l'utilisation d'une couverture. En substance, plus l'horizon est important, moins il devient intéressant d'utiliser une couverture. Plus étonnant encore, cela devient une mauvaise décision, car la variance à long terme augmente. Selon Froot (1993), sous l'hypothèse d'un taux de change réel avec un retour à la moyenne, le portefeuille se couvre naturellement avec le temps.

Le constat réalisé par l'ensemble des auteurs est que les devises sont problématiques pour un portefeuille international. Il n'y a pas d'articles qui conseillent unanimement de ne pas couvrir un portefeuille sur le court terme ou moyen terme, et cela, peu importe l'aversion au risque, la volatilité, les actifs, l'horizon de placements, etc. L'unique exception à cette conclusion de

l'ensemble des auteurs est l'article de Froot (1993) qui est moins catégorique pour le moyen terme. Cependant, on peut relativiser ces résultats, car ils concernent uniquement un investisseur britannique ayant un portefeuille d'actifs américains et non une multitude de devises et d'investissements.

Par la suite, pour l'ensemble de ces articles est qu'une couverture classique¹ n'est pas satisfaisante pour une exposition à long terme sur les marchés financiers. Bien que cette stratégie soit efficace pour un horizon de placement court terme², tel que le présente Froot (1993), ses résultats contiennent deux biais importants. Ainsi, l'échantillon observé et étudié par Froot contient des périodes de taux de change fixe, c'est-à-dire que le risque de devises disparaît pendant de nombreuses années ce qui influence positivement la décision de ne pas utiliser une stratégie de couverture. Également, ce même échantillon couvre presque deux siècles de données, de 1802 à 1990. Cet échantillon n'est pas représentatif d'un investissement proche d'un cycle de vie. Donc cela sous-entend que la conclusion de l'auteur serait exagérée. Néanmoins, comme le précise l'auteur : « Thus, if hedging involves even small transactions costs and counterparty risks, the optimal hedge ratio will decline rapidly toward zero as the investment horizon increases », ce qui supporte ses conclusions sur l'utilisation de stratégie de couverture. On peut également ajouter que trouver des contrats à terme de longue durée est rare et coûteux. Tous les autres auteurs présentés dans cette section discutent toujours d'un investissement long terme. De fait, toutes ces remarques nous informent que « unhedged portfolios yield both lower long-horizon risk and higher average return than their fully-hedged counterparts ».

Chez Glen et Jorion (1993) ainsi que Roon, Nijman et Werker (2003), les ratios de couverture inconditionnelle et conditionnelle sont inférieurs à une valeur absolue d'une unité. Ce que nous apprennent ces résultats, c'est que nous pouvons exploiter la relation entre les rendements de notre portefeuille non couverts et les mouvements des devises. Donc, ignorer cette relation est une condition de la sous-optimalité. Dans l'échantillon étudié par Glen et Jorion (1993), une couverture unitaire a pour effet de réduire le risque, mais également les rendements, ce que nous souhaitons éviter. De fait, un ratio inférieur à un en valeur absolue nous permet de réduire de facto les coûts de transaction liés à une couverture unitaire. Néanmoins, ce système peut s'avérer très difficile à

¹ Une couverture classique correspond à un ratio de couverture $h = 1$.

² D'après les résultats du tableau 3 et 4 de Froot (1993), un investissement de trois ans ou plus ne nécessite pas une couverture.

mettre en place, car la relation entre les marchés des actions et des devises peut évoluer dans le temps. Nous prouverons dans ce travail que c'est le cas.

2.2.3. « Forward premium puzzle » ou « Unbiased hypothesis failure »

Ensuite, le prochain sujet abordé par les auteurs de ces articles plus ou moins explicitement est connu sous le nom de « *forward premium puzzle* » ou « *unbiased hypothesis failure* ». C'est la contradiction empirique de la parité des taux d'intérêt couverte selon laquelle une augmentation du taux d'intérêt domestique n'implique pas une dépréciation de la devise domestique et inversement. Cette violation est surprenante, car elle permet un arbitrage sur les taux d'intérêts des deux pays.

Pour comprendre l'utilité de l'écart des taux d'intérêt dans une stratégie de couverture optimale, nous devons développer sur cette théorie. D'après la parité des taux d'intérêt couverte et non couverte, nous devrions obtenir un estimateur non biaisé du taux de change. Cette théorie est une combinaison de la parité du pouvoir d'achat et de la relation de Fisher et met en lien le taux de change, l'espérance conditionnelle du taux de change et le taux d'intérêt domestique et étranger.

La parité du pouvoir d'achat absolue stipule que le ratio des paniers de consommation (ie. indice des prix à la consommation) de deux pays nous donne le taux de change. Ainsi, nous pouvons évaluer si ce panier est correctement évalué ou non. Sur le long terme, cette relation tient, car toutes les violations ne sont que temporaires et la devise devrait retrouver sa valeur fondamentale.

Parité du pouvoir d'achat absolue :

$$S_t = \frac{IPC_{c,t}}{IPC_{d,t}} \quad (2.1)$$

Où

S_t correspond à la devise du pays étranger c pour chaque unité de monnaie du pays domestique d à la période t

$IPC_{c,t}$ l'indice des prix à la consommation du pays c au temps t

$IPC_{d,t}$ l'indice des prix à la consommation du pays d au temps t

De cette précédente relation macroéconomique, nous pouvons obtenir la parité du pouvoir d'achat relative. Cette relation économique est plus subtile, car elle nous permet de capturer la relation des chocs inflationnistes entre les deux pays. Rappelons que l'inflation π_t est définie par :

$$\pi_t = \frac{IPC_t}{IPC_{t-1}} - 1 \quad (2.2)$$

Parité du pouvoir d'achat relative :

$$S_{t+1} = S_t \frac{(1 + \pi_{c,t+1})}{(1 + \pi_{d,t+1})} \quad (2.3)$$

Où

S_{t+1} est le taux de change à la période $t + 1$

$\pi_{c,t+1}$ est le taux d'inflation du pays c à la période $t + 1$

$\pi_{d,t+1}$ est le taux d'inflation du pays d à la période $t + 1$

Cette relation établit que le taux de change de la prochaine période S_{t+1} est un ratio des variations de l'indice des prix à la consommation $IPC_{c,t}$ et $IPC_{d,t}$.

La relation de Fisher explicite le lien entre le taux d'intérêt nominal, le taux d'intérêt réel et l'espérance conditionnelle de l'inflation de la prochaine période. Ainsi, un investisseur doit, pour obtenir son rendement, faire la meilleure prévision de l'inflation. De fait, selon cette théorie, les fluctuations des taux correspondent à des changements de prévision et non d'un mouvement du taux d'intérêt réel.

Relation de Fisher :

$$(1 + I_t) = (1 + \bar{I})(1 + E_t(\pi_{t+1}))$$

Où

I_t est le taux d'intérêt nominal à la période t

\bar{I} est le taux d'intérêt réel

$E_t(\pi_{t+1})$ est l'espérance conditionnelle de l'inflation au temps t pour $t + 1$

Nous pouvons mettre la relation de Fisher en lien entre deux pays. Nous obtenons un ratio. Ce ratio correspond à la relation de Fisher du pays étranger c divisé par la relation sur le pays domestique d .

$$\frac{(1 + I_{c,t})}{(1 + I_{d,t})} = \frac{(1 + \bar{I}_c)(1 + E_t(\pi_{c,t+1}))}{(1 + \bar{I}_d)(1 + E_t(\pi_{d,t+1}))}$$

Nous pouvons réarranger les équations comme suit, car la relation de Fisher implique que les taux d'intérêt réels sont égaux entre les pays. Autrement dit, l'inflation est le seul indicateur pour comprendre les variations de taux de change, et sont approximés par le ratio des taux d'intérêt nominaux.

$$\frac{(1 + I_{c,t})}{(1 + I_{d,t})} = \frac{(1 + E_t(\pi_{c,t+1}))}{(1 + E_t(\pi_{d,t+1}))}$$

Avec cette relation établie, nous pouvons la substituer avec la parité du pouvoir d'achat. Nous obtenons la parité des taux d'intérêt non couverte.

Parité des taux d'intérêt non couverte :

$$E_t(S_{t+1}) = S_t \frac{(1 + I_{c,t})}{(1 + I_{d,t})} \quad (2.4)$$

Où

$E_t(S_{t+1})$ est l'espérance conditionnelle au temps t du taux de change S pour $t + 1$

$I_{c,t}$ est le taux d'intérêt nominal du pays c à t

$I_{d,t}$ est le taux d'intérêt nominal du pays d à t

L'utilisation de contrats à terme doit donc être égale à un emprunt local au taux d'intérêt $I_{d,t}$, un investissement étranger au taux d'intérêt $I_{c,t}$ du montant emprunté et converti à S_t , donc une exposition au taux de change de S_t à S_{t+1} .

Parité des taux d'intérêt couverte :

$$F_{t,t+1} = S_t \frac{(1 + I_{c,t})}{(1 + I_{d,t})} \quad (2.5)$$

Où

$F_{t,t+1}$ est un *forward* sur le taux de change de la période t à $t + 1$.

D'un point de vue pratique, cela implique qu'un écart de taux d'intérêt positif (négatif) devrait être compensé par une appréciation (dépréciation) de l'espérance conditionnelle de la devise domestique pour empêcher tout arbitrage.

Par conséquent, la parité des taux d'intérêt couverte tient par arbitrage. De fait, si nous utilisons des contrats à terme, l'écart de taux d'intérêt devrait être un prédicteur non biaisé et ce produit dérivé devrait avoir un rendement espéré inconditionnel nul.

Prédicteur non biaisé:

$$F_{t,t+1} = E_t(S_{t+1}) \quad (2.6)$$

$$E \left[\frac{S_{t+1}}{S_t} (1 + I_{d,t}) - (1 + I_{c,t}) \right] = 0$$

Donc cette théorie économique nous permet d'obtenir de l'information sur le taux de change. Glen et Jorion (1993), Roon, Nijman et Werker (2003) ainsi que Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010) utilisent cette théorie pour améliorer la stratégie de couverture optimale. Bien que plusieurs études aient démontré que la parité des taux d'intérêt couverte était systématiquement non respectée à court terme, il semble que cette relation tienne, comme la parité du pouvoir d'achat, sur le long terme. Nonobstant l'ajout d'information grâce au taux d'intérêt, les variations du taux de change expliquent principalement le ratio de couverture d'après Campbell et al. (2010). Ainsi, les auteurs soulignent le fait que la majorité de la covariance provient de la variation du taux de change, notamment pour une couverture optimale conditionnelle. Ce commentaire est cohérent avec les études empiriques de Bekaert et Hodrick (2013) qui démontrent que la régression test de la prime de risque des contrats à terme ne correspond pas à la théorie³. Cette équation économétrique nous informe que la variation du taux de change ΔS_{t+1} doit être égale à la prime des contrats à terme $f_{t,t+1} - s_t$. On peut tester statistiquement cette relation avec l'équation

³Le tableau « Regression tests of the Unbiasedness Hypothesis » de Bekaert et Hodrick (2013) présente des résultats surprenants, car le coefficient β devrait être statistiquement 1 et le R^2 élevé. Nous obtenons un coefficient négatif et un pouvoir explicatif R^2 faible (ie. inférieur à 3%).

suivante. Nous devrions obtenir un coefficient $\beta = 1$ pour ne pas rejeter la parité des taux d'intérêt couverte.

Régression test de la prime de risque :

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta(f_{t,t+1} - s_t) + \varepsilon_{t+1}$$

Néanmoins, comme le démontre Froot (1993), l'importance de cet écart va en grandissant dans le temps⁴, ce qui rejoint les études empiriques discutées précédemment. Cette observation est similaire comme l'explique Bekaert et Hodrick (2013) avec la parité des taux d'intérêt qui tient sur le long terme.

Comparativement aux travaux de Froot (1993), on constate que Glen et Jorion (1993) et Roon et al. (2003) s'accordent sur la nécessité de l'utilisation d'une couverture optimale⁵. Chez Campbell et al. (2010), ce constat est plus contrasté, car les auteurs élaborent sur le lien entre les primes de risque des actifs et des devises. On peut donc avoir besoin d'une surprotection tout comme d'aucune protection. Stulz (1984) rejoint cette idée que le ratio de couverture peut être supérieur ou inférieur à un avec son modèle théorique de couverture optimale.

2.2.4. Tarification & rendements espérés d'une monnaie

Ce sujet est développé chez Brunnermeier et al. (2009), Lustig et al. (2011) et Menkhoff et al. (2012). Il rejoint le phénomène du *Carry Trade*. Cette stratégie d'investissement active exploite

⁴Tableau 5 : Décomposition des rendements couverts. Sur 10 ans, la corrélation entre les rendements couverts et le différentiel des taux augmente de 14 points de pourcentage. Alors que la corrélation entre le taux de change réel et les rendements couverts diminue de 40 points de pourcentage.

⁵La couverture optimale correspond au coefficient d'une régression linéaire simple des rendements non couverts R^u sur les rendements des contrats à terme R^F , soit : $h^* = \frac{cov(R^u, R^F)}{var(R^F)}$

les écarts de taux d'intérêt, c'est-à-dire la violation de la parité des taux d'intérêt non couverte, pour effectuer un rendement. Les résultats estimés par ces auteurs sont similaires. Ils constatent que le rendement excédentaire annuel moyen est environ de 5% avec un ratio de Sharpe de presque 1, soit le double du marché des actions. Ces trois articles cherchent donc à expliquer les performances financières de cette stratégie d'investissement. Avec une analyse en composante principale, Lustig et al. (2011) observent que 80% des variations des rendements des six portefeuilles de devises sont dus à deux facteurs. Le premier est le plus important, avec 71.95% de variation commune dans les six portefeuilles. Le deuxième facteur explique 11.82% des variations. Les auteurs de ces articles parviennent à démontrer avec la procédure Fama-Macbeth que le *dollar risk factor* est le plus important dans la variation des devises. Cela signifie que les auteurs s'accordent sur l'idée qu'il existe un facteur central pour les devises. Il s'agit du rendement excédentaire moyen de toutes les devises contre le dollar américain⁶. En effet, lorsque le dollar américain et les indicateurs économiques associés de ces pays ont des difficultés, toutes les devises du monde sont influencées par ce facteur.

En revanche, les auteurs de ces deux articles se confrontent sur le deuxième facteur. Pour l'un, le facteur essentiel est le *High-minus-Low* (HML), soit l'écart des taux d'intérêt entre les portefeuilles des pays à haut taux d'intérêt et à bas taux d'intérêt, ce qui revient à utiliser la parité des taux d'intérêt non couverte et couverte. Ces hypothèses de tarification et les résultats confirment ce que la théorie de la parité des taux d'intérêt couverte semble tenir sur le long terme. Pour l'autre, le facteur dominant le *carry factor* est le *volatility risk factor* (VOL) tel qu'exprimé⁷ dans l'article de Menkhoff et al. (2012). Ce facteur de volatilité contient également le risque de liquidité qui constitue un enjeu pour un portefeuille international. Ce sujet concerne notre essai, car il permet de comprendre d'une façon globale, en calculant la prime de risque d'une monnaie, comment cette dernière se comporte selon des facteurs macroéconomiques et macrofinanciers. De fait, dans notre travail, nous devrions commenter les résultats obtenus relativement aux résultats de ces deux articles.

⁶ Ce facteur est cohérent avec les recherches de Roll (1988) ainsi que Goetzmann, Li et Rouwenhorst (2005) sur l'impact du marché financier des États-Unis sur les autres pays.

⁷ On peut remplacer le calcul de la volatilité de Menkhoff et al. (2012) par le *Volatility Index* (VIX) ou le *TED spread*.

Équation d'Euler :

$$E_t[M_{t+1}rx_{t+1}^i] = 0 \quad (2.7)$$

Soit le facteur d'escompte stochastique M_{t+1} auquel l'investisseur est prêt à substituer sa consommation à $t + 1$ pour celle à t .

Chez Lustig et al. (2011), le facteur d'escompte stochastique M_{t+1} est une fonction du *dollar risk factor* et du *carry factor*. Comme indiqué dans l'équation d'Euler ci-dessus, nous devrions trouver que les rendements excédentaires escomptés espérés de la prochaine période sont de zéro avec ces deux facteurs. Autrement dit, ce sont les facteurs qui récompensent ou punissent notre état du monde.

Après définition de notre facteur d'escompte stochastique, nous pouvons estimer la sensibilité des rendements excédentaires de chaque portefeuille i selon les deux facteurs. Cette sensibilité est définie par β_{DOL}^i et β_{HML}^i pour le *dollar risk factor* et *carry factor* respectivement. La sensibilité s'interprète comme la réaction du portefeuille aux facteurs. Enfin, nous obtenons la dernière équation du modèle de Lustig et al. (2011). Cette équation est la seconde étape de la procédure Fama-Macbeth. Il s'agit de calculer la prime de risque ou le prix du risque, λ_{DOL} et λ_{HML} .

Modèle de Lustig et al. :

$$M_{t+1} = 1 - b_{DOL}(DOL_{t+1} - \mu_{DOL}) - b_{HML}(HML_{t+1} - \mu_{HML})$$

$$rx_{t+1}^i = c + \beta_{DOL}^i DOL_{t+1} + \beta_{HML}^i HML_{t+1} + \varepsilon_{t+1}$$

$$\bar{r}x^i = \lambda_{DOL}\hat{\beta}_{DOL}^i + \lambda_{HML}\hat{\beta}_{HML}^i + \alpha^i$$

Où

rx_{t+1}^i est le rendement mensuel du portefeuille de devises i

$\bar{r}x^i$ est le rendement mensuel moyen du portefeuille de devises i

DOL_{t+1} est le *dollar risk factor* de la période $t + 1$

HML_{t+1} est le *carry factor* de la période $t + 1$

Pour Menkhoff et al. (2012), la principale différence se trouve dans la définition du facteur d'escompte stochastique. Ici, le *carry factor* est remplacé par le *volatility risk factor*. Donc au lieu d'obtenir la sensibilité du *carry factor*, nous avons celle du *volatility risk factor*, β_{VOL}^i . De fait, la seconde étape de la procédure Fama-Macbeth nous donne le prix du risque de la volatilité sur le marché des devises, λ_{VOL} .

Modèle de Menkhoff et al. :

$$M_{t+1} = 1 - b_{DOL}(DOL_{t+1} - \mu_{DOL}) - b_{VOL}\Delta\sigma_{t+1}^{FX}$$

$$rx_{t+1}^i = c + \beta_{DOL}^i DOL_{t+1} + \beta_{VOL}^i VOL_{t+1} + \varepsilon_{t+1}$$

$$\bar{r}x^i = \lambda_{DOL}\hat{\beta}_{DOL}^i + \lambda_{VOL}\hat{\beta}_{VOL}^i + \alpha^i$$

Où

VOL_{t+1} est le *volatility risk factor* de la période $t + 1$

Avec les précédentes régressions de la procédure Fama-Macbeth, nous pouvons calculer le rendement espéré inconditionnel :

$$E[rx^i] = \lambda' \beta^i \quad (2.8)$$

Où

λ' est le vecteur des primes de risque de chaque facteur

β^i est le vecteur des coefficients de sensibilité de chaque portefeuille de devises i

Avec les études empiriques sur la tarification d'une devise, on explique jusqu'à 93.84% des rendements avec le modèle de Lustig et al. (2011) et jusqu'à 83% avec celui de Menkhoff et al. (2012). D'après Menkhoff et al. (2012), son modèle est plus efficace en termes de minimisation des erreurs de prédiction et ne nécessite pas le *carry factor*, ce qui est surprenant sachant que l'écart des taux d'intérêt est théoriquement le plus adéquat sur le taux de change. Mais le *carry factor* domine dans l'explication des rendements des portefeuilles selon une série temporelle. Nous sommes donc en présence d'un paradoxe puisque le théorique et l'empirique se contredisent. Pour résumer, la volatilité, le différentiel de taux d'intérêt et la covariance entre les actifs sont les facteurs les plus importants.

2.2.5. Couverture statique et dynamique

Le dernier sujet de notre essai est la couverture conditionnelle et inconditionnelle. On remarque dans plusieurs études réalisées que la dimension temporelle de la couverture est relativement importante. Cela se traduit par le fait qu'un ajustement continu de notre couverture est plus

pertinent qu'un ratio unique sur notre horizon d'investissement. Les articles de Glen et Jorion (1993) ainsi que Roon et al. (2003) vont dans ce sens.

Un point de désaccord des différents auteurs de cette revue de littérature est la conditionnalité du ratio de couverture. En effet, Campbell et al. (2010) trouve des résultats divergents des deux précédentes études de Glen et Jorion (1993) ainsi que Roon et al. (2003). Pour ces deux derniers, le ratio conditionnel performe mieux, alors que ce résultat est plus contrasté chez Campbell et al. (2010), car il souligne que cette conditionnalité dépend de chaque relation entre les pays. Ce fait semble nous indiquer que les ratios de couverture des monnaies de réserve sont moins volatiles que les autres monnaies pour un investissement dans un portefeuille international équilibré dans chaque pays. Ainsi, on trouve que si l'investisseur est dans un des pays ayant une monnaie de réserve, la couverture optimale conditionnelle performe mieux qu'une couverture optimale inconditionnelle. Par exemple, selon les résultats de Campbell et al. (2010), les investisseurs américains, européens ou suisses auront besoin d'une couverture conditionnelle car ils investissent dans des pays avec une devise risquée.

L'ensemble de ces sujets sont couverts de manière régulière comme étant des facteurs influençant la décision de couverture du taux de change. Nous remarquons que les facteurs les plus importants sont les trois derniers, soit le *forward premium puzzle*, l'espérance de rendements et la conditionnalité, selon les chercheurs ayant développé cette problématique. De fait, notre essai se concentrera principalement sur ces aspects de la problématique du risque de taux de change.

2.3. Synthèse

En somme, nous remarquons qu'il n'y a pas de consensus sur le sujet, mais seulement quelques points d'accord et cela, pour plusieurs raisons. D'abord, la méthodologie n'est pas la même. On remarque que les objectifs des investisseurs ne sont pas similaires, les méthodes peuvent varier également comme avec l'écart de taux d'intérêt standardisé par Roon et al. (2003). Également, sur celui des contraintes des positions autorisées dans notre portefeuille avec Glen et Jorion (1993) qui interdisent les positions courtes et la valeur des contrats à terme ne peut dépasser la valeur du portefeuille. Toutefois, les résultats convergent vers plusieurs conclusions importantes dans notre cadre d'étude de la gestion des risques de taux de change pour les institutions financières.

De cette revue de littérature, nous pouvons conclure avec les points suivants. Premièrement, les coûts de transaction sont constamment ignorés par simplification, néanmoins l'ajout de ces derniers ne constitue pas un enjeu majeur puisqu'il confirmerait les conclusions de ces auteurs.

Deuxièmement, un ratio de couverture unitaire n'est pas optimal pour la majorité des investissements, particulièrement ceux à long terme. Cette remarque est démontrée par Stulz (1984), Glen et Jorion (1993), Roon, Nijman et Werker (2003) et Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010). Cependant, les portefeuilles d'obligations ont une demande de gestion des risques de devises unitaire inconditionnelle. Cette particularité de cette classe d'actifs est liée à la faible volatilité des obligations ainsi qu'à la corrélation nulle entre les rendements des obligations et des devises telle qu'explicité par Froot (1993) et Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010).

Troisièmement, une couverture dynamique fonctionne mieux d'après Glen et Jorion (1993) ainsi que Roon, Nijman et Werker (2003), ce qui signifie qu'un suivi continu des contrats à terme et un ajustement de ces derniers sont nécessaires dans un cadre de couverture. Ce dernier propos est fonction du pays domestique de l'investisseur chez Campbell et al. (2010). Les résultats sont plus nuancés.

Quatrièmement, l'utilisation du différentiel de taux d'intérêt a des effets significatifs sur un portefeuille international. Les résultats obtenus par les différents auteurs présentés sont cohérents entre eux. Glen et Jorion (1993), Roon, Nijman et Werker (2003) ainsi que Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010) établissent que les pays avec un taux d'intérêt élevé doivent être couverts et inversement. Cette stratégie est cohérente avec les résultats présentés dans les articles essayant de calculer l'espérance de rendements d'une monnaie. En effet, les travaux de Brunnermeier, Nagel et Pedersen (2008) nous indiquent que plus le taux d'intérêt d'un pays est élevé, plus l'asymétrie conditionnelle des rendements de la devise est négative et que plus le taux d'intérêt est bas, plus l'asymétrie conditionnelle des rendements de la devise est positive. Sur les marchés, cela signifie que les devises qui ne sont pas des monnaies de réserve connaissent des effondrements soudains. Cette statistique implique un rendement exigé supérieur comme l'expliquent les auteurs, pour les investisseurs qui détiennent de telles devises. On retrouve cet argument chez Lustig, Roussanov et Verdelhan (2011) avec le *carry factor* ou chez Menkhoff, Sarno, Schmeling et Schrimpf (2012) avec le *volatility risk factor*.

Nonobstant ce faible pouvoir explicatif, peut-il être corrigé? Même s'il est peu probable de trouver un facteur surpassant l'impact de la variation des devises : existe-t-il une manière d'améliorer l'efficacité de la couverture et de mieux comprendre la causalité? Comme l'explique Froot (1993), le R^2 se traduit par la quantité de risque éliminé par la couverture à variance minimale, donc sur cette seule statistique, l'ajout d'information par la parité des taux d'intérêt couverte justifie l'utilisation, car elle permet de lier l'écart de taux d'intérêt, au rendement du portefeuille, mais reste relativement peu impactante. Toutefois, il est difficile de trouver la combinaison parfaite entre risque et rendement sans sortir du cadre de la couverture. Nous testerons la méthode Campbell et al. (2010) relativement aux méthodes les plus connues pour obtenir des éléments de réponse.

Chapitre 3.

Données & statistiques descriptives

3.1. Calculs des rendements

3.1.1 Rendements des indices boursiers et des devises

Par souci de comparaison, nous adoptons la méthodologie de calculs des rendements de Campbell et al. (2010). Ainsi, nos rendements calculés sont composés en continu.

Nous obtenons les rendements bruts et couverts pour le pays c au temps $t + 1$ de la valeur des indices boursiers $P_{c,t}$ avec :

$$R_{c,t+1} = \frac{P_{c,t+1}}{P_{c,t}} \quad (3.1)$$

Puis, les rendements couverts nets composés en continu pour le pays c au temps $t + 1$ par :

$$r_{c,t+1} = \log(R_{c,t+1})$$

Pour les taux de change, nous définissons d'abord $S_{c,t}$ comme les unités de devises du pays domestique d relativement à une unité de devise étrangère c de la période t .

Les variations nettes pour le pays c à t s'écrivent ainsi par :

$$\Delta s_{c,t} = \log\left(\frac{S_{c,t+1}}{S_{c,t}}\right)$$

$$\Delta s_{c,t} = s_{c,t} - s_{c,t-1} \quad (3.2)$$

Enfin, pour connaître l'impact de nos stratégies de couverture nous devons définir les rendements exposés relativement au taux de change. Nous obtenons les rendements bruts et non couverts pour le pays c au temps $t + 1$ de la valeur des indices boursiers $P_{c,t}$ et du taux de change $S_{c,t}$ avec :

$$R_{c,t+1}^U = \frac{P_{c,t+1}}{P_{c,t}} \frac{S_{c,t+1}}{S_{c,t}}$$

Puis, les rendements nets non couverts et composés en continu pour le pays c au temps $t + 1$ par :

$$r_{c,t+1}^u = \log\left(\frac{P_{c,t+1}}{P_{c,t}} \frac{S_{c,t+1}}{S_{c,t}}\right)$$

$$r_{c,t+1}^u = \log\left(\frac{P_{c,t+1}}{P_{c,t}}\right) + \log\left(\frac{S_{c,t+1}}{S_{c,t}}\right)$$

$$r_{c,t+1}^u = r_{c,t+1} + \Delta s_{c,t+1} \quad (3.3)$$

3.1.2. Taux d'intérêt

Avec les taux d'intérêt nominaux du pays c au temps t , nous pouvons écrire les taux composés en continu :

$$i_{c,t} = \log(1 + I_{c,t}) \quad (3.4)$$

Où

$I_{c,t}$ est le taux d'intérêt nominal net du pays c à la période t

$i_{c,t}$ est le taux d'intérêt nominal net composé en continu du pays c à la période t

Grâce aux définitions précédemment établies, nous pouvons établir les rendements excédentaires des deux variables stochastiques, soit les indices boursiers et les devises.

3.1.3. Rendements excédentaires

Pour utiliser la stratégie de Campbell et al. (2010), nous devons trouver les rendements excédentaires de chacun de nos actifs financiers, soit les indices boursiers et les taux de change.

Rendement excédentaire de l'indice boursier :

$$r_{c,t+1}^{he} = r_{c,t+1} - i_{c,t} \quad (3.5)$$

Soit la prime de risque $r_{c,t+1}^{he}$ du pays c à $t + 1$, la différence entre le rendement boursier $r_{c,t+1}$ et le taux d'intérêt $i_{c,t}$ du pays c au temps t .

Rendement excédentaire de la devise :

$$r_{c,t+1}^{ce} = \Delta s_{c,t+1} + i_{c,t} - i_{d,t} \quad (3.6)$$

Cette définition correspond à la prime de risque de notre *forward*, c'est-à-dire la somme de la variation de la devise c à $t + 1$ et du différentiel de taux d'intérêt court terme entre le pays c et d au temps t . Soit le *synthetic forward*, une position longue pour la devise $s_{c,t}$:

$$f_{c,t} = s_{c,t+1} + i_{c,t} - i_{d,t} \quad (3.7)$$

Cette équation s'interprète comme un emprunt dans notre pays domestique d au taux $i_{d,t}$ et un investissement dans un pays étranger c au taux $i_{c,t}$ exposé aux fluctuations du taux de change jusqu'à $s_{c,t+1}$. Elle correspond également à la parité des taux d'intérêt couverte (2.5) sous forme logarithmique tel que présentée dans la revue de littérature.

$$\frac{F_{c,t}}{S_{c,t}} = \frac{1 + I_{c,t}}{1 + I_{d,t}}$$

$$\log\left(\frac{F_{c,t}}{S_{c,t+1}}\right) = \log\left(\frac{1 + I_{c,t}}{1 + I_{d,t}}\right)$$

$$f_{c,t} = s_{c,t+1} + i_{c,t} - i_{d,t}$$

3.2. Données & statistiques descriptives

3.2.1. Présentation des données

Ce mémoire effectue les travaux nécessaires sur des données mensuelles⁸ des principaux indices boursiers, des cotations moyennes des taux de change et des taux d'intérêt de sept pays. Ces pays sont la Zone Euro⁹, l'Australie, le Canada, le Japon, la Suisse, le Royaume-Uni et les États-Unis. Tous ces pays sont membres de l'Organisation de Coopération et de Développement Économique (OCDE). Les données des indices boursiers et des taux de change ont été récupérées sur Bloomberg. Pour les taux d'intérêt, la source est la Federal Reserve Bank of Saint-Louis (FRED). Ce taux représente la moyenne mensuelle du LIBOR 3 mois. Nos données correspondent donc à une série temporelle où le nombre d'observations n correspond à T , le nombre de périodes multiplié par la fréquence. Notre échantillon commence en janvier 1999 et se termine en avril 2021, soit un total de 268 observations par variable d'intérêt par pays.

Ce nouvel échantillon nous permet d'éliminer les biais introduits par Froot et al. (1993) et Campbell et al. (2010). En effet, nous étudions les relations entre sept pays, la taille de l'échantillon est plus proche d'un cycle de vie et il n'existe aucune période de taux de change fixe contrairement à Froot et al. (1993). Nous supprimons aussi la création de données artificielles avec la construction de la devise européenne de 1975 à 1999 chez Campbell et al. (2010).

Ces données sont disposées en une série temporelle pour chaque variable d'intérêt. Dans un premier temps, nous utiliserons ce format de données pour effectuer nos analyses économétriques. Dans un second temps, ces données seront redispesées dans un format longitudinal selon le pays c et le temps t afin de compléter nos analyses économétriques avec de nouveaux estimateurs.

⁸ Pour chaque donnée, il s'agit de la dernière observation du mois indiqué.

⁹ La Zone Euro n'est pas un pays, mais une union monétaire et politique. Ainsi, elle peut être traitée comme telle grâce à son intégration économique importante pour les 19 pays membres.

3.2.2. Statistiques descriptives

Dans cette section, nous présentons les statistiques afin de comprendre le comportement de notre échantillon.

Tableau I : Statistiques Descriptives – Taux d'intérêt & Indices boursiers

	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume- Uni	États-Unis
<i>Taux d'intérêt</i>							
<i>Moyenne</i>	1.61	3.84	2.23	0.18	0.58	2.61	2.03
<i>Écart-type</i>	1.77	1.93	1.57	0.26	0.13	2.27	2.00
<i>Rendements excédentaires des indices boursiers</i>							
<i>Moyenne ajustée</i>	-0.58	0.48	2.72	3.44	1.59	-0.16	3.62
<i>Écart-type</i>	5.44	3.95	4.18	5.58	3.87	4.08	4.41

Tous les nombres sont annualisés en pourcentage.

Dans notre échantillon, nous avons deux pays avec une prime de risque négative pour leurs indices boursiers : la Zone Euro et le Royaume-Uni. Ces rendements négatifs s'expliquent par la bulle internet des années 2000, la crise des *subprimes* de 2008 et la crise de la dette européenne de 2011. Le Brexit également, bien qu'étant une question politique, a joué un rôle sur les marchés financiers.

La moyenne des variations ou rendement des devises nous informe que sur l'ensemble de la période de notre échantillon, la plupart n'ont pas connu de dépréciation ou appréciation significatives. La devise avec la plus grande variation mensuelle moyenne est le Franc suisse. Ce fait est probablement dû au désarrimage de l'euro en 2015.

Tableau II: Statistiques Descriptives – Taux de change

Panel A : Moyenne des taux de change							
Devise	EUR	AUD	CAD	JPY	CHF	GBP	USD
EUR	1	1.58066	1.47040	127.16	1.35530	0.76899	1.20065
AUD	0.63897	1	0.93524	80.912	0.85883	0.49373	0.76989
CAD	0.68308	1.07500	1	86.506	0.92366	0.52514	0.81922
JPY	0.00799	0.01258	0.01170	1	0.01078	0.00614	0.00950
CHF	0.75587	1.18535	1.10898	95.659	1	0.58908	0.90603
GBP	1.32366	2.10299	1.94589	168.22	1.81886	1	1.57371
USD	0.84923	1.34716	1.24674	106.91	1.15119	0.64642	1

Panel B : Moyenne des variations mensuelles des taux de change							
Devise	EUR	AUD	CAD	JPY	CHF	GBP	USD
EUR	0%	-0.055%	-0.056%	-0.002%	-0.143%	0.087%	0.021%
AUD	0.055%	0%	-0.002%	0.053%	-0.088%	0.142%	0.076%
CAD	0.056%	0.002%	0%	0.053%	-0.088%	0.143%	0.077%
JPY	0.002%	-0.053%	-0.053%	0%	-0.141%	0.089%	0.023%
CHF	0.143%	0.088%	0.088%	0.141%	0%	0.230%	0.164%
GBP	-0.086%	-0.142%	-0.142%	-0.089%	-0.230%	0%	-0.065%
USD	-0.021%	-0.076%	-0.077%	-0.023%	-0.164%	0.065%	0%

Ce tableau doit s'interpréter de la façon suivante : les lignes nous donnent la valeur des devises de référence relativement aux devises exprimées. Par exemple, la première ligne nous informe que le taux de change EUR:AUD s'interprète comme 1 EUR est égal à 1.58066 AUD en moyenne.

Panel C : Écart-type des variations mensuelles des taux de change

Devise	EUR	AUD	CAD	JPY	CHF	GBP	USD
EUR	-						
AUD	2.65%	-					
CAD	2.60%	2.43%	-				
JPY	3.34%	1.67%	3.50%	-			
CHF	1.78%	3.15%	3.10%	3.12%	-		
GBP	2.28%	3.03%	2.54%	3.53%	2.74%	-	
USD	2.79%	3.56%	2.54%	2.67%	2.86%	2.49%	-

Les écarts-types de nos devises ne communiquent pas d'information particulière. Hormis le fait que les écarts-types sont relativement faibles, il ne se dégage pas de règle de ces statistiques. On aurait pu penser que les paires de devises risquées seraient volatiles, mais ce n'est pas le cas. Par exemple, le taux de change CAD:AUD à un écart-type mensuel de 2.43% alors que le USD:JPY est à 2.67%. La volatilité la plus faible concerne le JPY:AUD avec 1.67%.

Maintenant que nous avons présenté notre échantillon de données, nous allons présenter la méthodologie des stratégies de couverture afin d'obtenir des résultats pour les commenter.

Chapitre 4.

Méthodologie des stratégies de couverture

4.1. Introduction & objectif

Lors d'un investissement à l'étranger, nous sommes directement exposés au risque de taux de change. Ainsi, nous sommes en présence de deux risques. D'abord le risque de notre investissement, puis le risque de la devise.

Nous pouvons démontrer que les devises ne peuvent être uniquement considérées comme un risque supplémentaire, mais bien un moyen d'optimiser notre portefeuille en utilisant des outils statistiques pour comprendre les mouvements des taux de change, et ceux même en considérant les *forwards* comme un investissement avec une espérance de rendements nulle.

L'objectif est de prouver que dans le cadre de la gestion des risques, avec comme mesure la minimisation de la variance de notre portefeuille, nous devrions trouver que de supprimer le risque de taux de change avec une couverture classique peut s'avérer limité, voire contre-productif. Ainsi, pour arriver à notre fin, nous devons définir des règles avec les stratégies de couverture et des outils statistiques.

4.2. Stratégies de couverture

4.2.1 Couverture classique

Pour commencer, reprenons la définition précédemment établie dans la section Données et statistiques descriptives (3.3). Comme démontré ci-dessus, on constate que les rendements non couverts contiennent deux éléments distincts. Le premier est le rendement de l'indice boursier $r_{c,t}$ et le second, la variation de la devise $\Delta s_{c,t}$. De fait, nous pouvons théoriquement annuler ce second composant par l'utilisation de *forward*.

$$r_{c,t+1}^u = r_{c,t+1} + \Delta s_{c,t+1}$$

Afin de supprimer, du moins, réduire l'exposition au risque de taux de change, nous devrions prendre une position courte de $f_{c,t}$. En effet, nous sommes plus affectés par la dépréciation de $s_{c,t+1}$, car notre investissement correspond à une position longue sur la devise. Donc prendre une position opposée avec notre *forward* permet, en théorie, d'évincer ce risque de devise. Le rendement de notre *forward* est $r_{c,t}^f$, soit le rendement excédentaire $r_{c,t+1}^{ce}$

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1}^u - r_{c,t}^f \quad (4.1)$$

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1} + \Delta s_{c,t+1} - r_{c,t}^f$$

Théoriquement, nous devrions obtenir :

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1}$$

Cela revient à dire que, l'espérance inconditionnelle de rendements sur le taux de change devrait être égale à zéro :

$$E[\Delta s_{c,t+1} - r_{c,t}^f] = 0$$

En substance, cela rejoint la parité des taux d'intérêt couverte qui explicite que le différentiel de taux d'intérêt doit être l'opposé de la variation du taux de change afin d'empêcher un arbitrage.

Avec la couverture classique, nous faisons une hypothèse que la pondération du rendement de l'indice boursier doit être égale à la pondération du notre *forward*. Autrement dit, la valeur du contrat à terme $V_{c,t}^f$ est égale à la valeur de notre portefeuille d'actions $V_{c,t}^p$.

Nous pouvons définir ce ratio par h , tel que :

$$h = \frac{V_{c,t}^f}{V_{c,t}^p} \quad (4.2)$$

Implicitement, avec une couverture classique, notre position est :

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1}^u - h \times r_{c,t}^f$$

Dans le cadre d'une couverture classique, $h = 1$, c'est-à-dire que notre ratio de couverture est égal à une couverture unitaire. Ce ratio est par défaut inconditionnel.

4.2.2 Couverture optimale

Couverture inconditionnelle

La théorie sur une couverture optimale est originaire de la littérature sur les produits dérivés. Elle implique qu'il existe un $h \neq 1$ tel que la variance de notre portefeuille est inférieure à celle d'une couverture unitaire, qui efface cette exposition au différentiel de taux d'intérêt et au taux de change. Ce ratio est en réalité une variable de décision de l'investisseur, car nous pouvons également ne pas couvrir notre portefeuille, ce qui signifie $h = 0$ avec $V_{c,t}^f = 0$.

De fait, il devient intéressant d'observer la relation entre la devise et l'indice boursier pour comprendre qu'une couverture classique peut être sous optimale, notamment si la corrélation entre ces deux actifs est négative. En effet, lorsque nous reprenons l'équation des rendements couverts (4.1), nous avons :

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1} + \Delta s_{c,t+1} - r_{c,t}^f$$

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1} + \Delta s_{c,t+1} - \Delta s_{c,t+1} + i_{c,t} - i_{d,t}$$

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1} + i_{c,t} - i_{d,t}$$

Cependant, nous constatons que la couverture unitaire est approximative, car elle expose à la différence de taux d'intérêt en le pays c et d en plus de nos rendements boursiers. C'est le rendement excédentaire tel que défini avec l'équation (3.6). Même si les taux d'intérêt sont relativement faibles, ce différentiel peut s'avérer être conséquent sur le long terme, en particulier pour des investissements dans des pays émergents. Il devient donc d'autant plus important de contrôler cet écart de taux en plus de la relation entre la devise et l'indice boursier.

L'objectif de notre investisseur est de minimiser le risque de son portefeuille avec comme mesure la variance. Pour ce faire, il doit diminuer la variance totale de son portefeuille avec comme instrument financier notre *forward* pour diminuer le risque de change auquel il souhaite limiter son exposition, c'est-à-dire, qu'il existe un ratio h^* qui minimise la variance inconditionnelle totale du portefeuille. En cherchant la variance de nos rendements couverts de notre portefeuille, nous obtenons :

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t+1}^u - h_c \times r_{c,t}^f \quad (4.3)$$

$$\text{var}(r_c^h) = \text{var}(r_c^u - h_c \times r_c^f)$$

$$\text{var}(r_c^h) = \text{var}(r_c^u) + h_c^2 \times \text{var}(r_c^f) - 2h_c \times \text{cov}(r_c^u, r_c^f)$$

La variance totale de notre portefeuille est une fonction du second degré. Ce type de problématique mathématique peut se résoudre grâce à une analyse marginale de notre fonction. Nous pouvons donc obtenir une variance des rendements couverts de telle sorte qu'elle est inférieure à la variance des rendements couverts avec $h = 1$. Pour connaître notre ratio de couverture optimal h_c^* de notre investissement dans le pays c , nous devons trouver la dérivée de la variance des rendements couverts selon h_c égale à zéro. Ainsi, nous obtenons :

$$\frac{\partial \text{var}(r_c^h)}{\partial h_c} = 0$$

$$\frac{\partial \text{var}(r_c^h)}{\partial h_c} = 2h_c \times \text{var}(r_c^f) - 2 \text{cov}(r_c^u, r_c^f) = 0$$

$$h_c^* = \frac{\text{cov}(r_c^u, r_c^f)}{\text{var}(r_c^f)} \quad (4.4)$$

Ce ratio optimal correspond à une régression linéaire simple avec une estimation analytique par moindres carrés ordinaires (MCO). Nous pouvons écrire :

$$r_c^u = \alpha_c + h_c^* \times r_c^f + e_c \quad (4.5)$$

Le ratio h_c^* est exprimé dans la régression linéaire de telle sorte qu'il est inconditionnel au temps t pour un investissement dans le pays c .

Couverture conditionnelle

Pour plus de précision dans notre objectif de minimisation du risque, nous pouvons effectuer une régression linéaire simple conditionnelle. La conditionnalité signifie que nous calculons le ratio de couverture grâce à toutes les informations disponibles jusqu'à aujourd'hui, et qu'au fur et à mesure que T grandit, nous recalculons notre ratio. C'est une estimation récursive. Cependant, le ratio conditionnel peut être ajusté pour tenir compte uniquement des dernières n observations. Cet ajustement avec une fenêtre glissante permet un meilleur suivi de l'évolution du ratio de couverture dans le temps, car conservé l'ensemble des observations diminue l'impact des dernières observations. L'influence de ces observations devient inversement proportionnelle au nombre d'observations T . En théorie, une fenêtre glissante de n observations devrait être plus efficace pour couvrir notre portefeuille. En somme, la couverture optimale peut s'ajuster à chaque période pour suivre au plus près.

$$r_{c,t}^u = \alpha_c + h_{c,t}^* \times r_{c,t}^f + e_{c,t} \quad (4.6)$$

$$h_{c,t}^* = \frac{\text{cov}(r_{c,t}^u, r_{c,t}^f)}{\text{var}(r_{c,t}^f)} \quad (4.7)$$

Le ratio h_c^* implique que la variance d'une couverture unitaire est supérieure ou égale¹⁰ à la variance d'une couverture optimale inconditionnelle. De même, un ajustement continu de notre ratio de couverture à chaque période de n observations permet théoriquement d'obtenir une variance plus petite qu'un calcul du ratio de couverture de manière récursive. Ainsi :

$$\text{var}(r_c^u - r_c^f) \geq \text{var}(r_c^u - h_c^* \times r_c^f) \geq \text{var}(r_{c,t}^u - h_{c,t}^* \times r_{c,t}^f) \geq \text{var}(r_{c,n}^u - h_{c,n}^* \times r_{c,n}^f)$$

Le principal défaut de la stratégie de couverture optimale inconditionnelle et conditionnelle est qu'elle ne prend pas en compte les relations de tous les investissements de notre portefeuille, notamment des indices boursiers. Ainsi, elle remplit une condition de sous optimalité, car les ratios de couverture sont calculés après nos choix de portefeuille et indépendamment les uns des autres. On peut donc voir que si la corrélation ρ de tous les actifs est inférieure à un, cette condition est satisfaite et nous devrions faire une estimation conjointe.

¹⁰ Si $h_c^* = 1$, alors le ratio de couverture optimale devient une couverture unitaire. Donc, les variances seront égales.

4.2.3 Choix de portefeuille optimal et couverture

Définitions

Une autre solution et stratégie pour notre portefeuille international est de considérer simultanément la détention d'actions et de devises afin de minimiser la variance. Pour ce faire, il faut considérer une optimisation moyenne-variance de choix de portefeuille comme définie par Markovitz. Nous devrions obtenir un vecteur de pondération de nos actifs. Pour les devises, la pondération obtenue correspond à notre ratio de couverture pour minimiser la variance de notre portefeuille. Posons les deux variables de préférences d'un investisseur. Ces deux variables sont, le rendement espéré \bar{Z} et la variance σ_p^2 de notre portefeuille.

Le vecteur de pondération des actifs est désigné par w et les rendements de ces actifs par \bar{z} :

$$w = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{pmatrix}$$

$$\bar{z} = \begin{pmatrix} \bar{z}_1 \\ \vdots \\ \bar{z}_m \end{pmatrix}$$

Le rendement espéré de notre portefeuille est :

$$\bar{Z} = w' \bar{z} = \sum_{i=1}^m w_i \bar{z}_i \quad (4.8)$$

Matrice de variance-covariance :

$$\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \cdots & \sigma_{m,1} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{m,2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{m,1} & \sigma_{m,2} & \cdots & \sigma_m^2 \end{pmatrix} \quad (4.9)$$

Variance de notre portefeuille :

$$\sigma_p^2 = w' \Sigma w = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_i w_j \sigma_{ij} \quad (4.10)$$

Afin de ne pas disqualifier automatiquement les autres stratégies de couvertures et de les comparer le plus équitablement possible, nous devons définir ce problème et ses contraintes. Soit m le nombre d'actifs et d'instruments financiers à notre disposition. Pour un pays donné, nous avons sept indices boursiers, c'est-à-dire l'indice boursier domestique $P_{d,t}$ et les six indices boursiers étrangers $P_{c,t}$. De plus, nous avons nos six *forwards* $f_{c,t}$ pour chaque pays c , puisque notre indice boursier domestique n'a pas d'exposition au risque de taux de change. Nous avons donc un total de :

$$m = 2 \times 7 - 1 = 13$$

Donc $m = 13$, le nombre d'indices boursiers et de *forwards* dans notre univers de placement pour chaque pays c .

La première contrainte de notre portefeuille est que la somme des pondérations doit être égale à 1. C'est un prérequis à notre problème de portefeuille. La deuxième contrainte est pour les investissements dans les indices boursiers. Nous imposons une restriction sur les ventes à découvert. Cette condition est nécessaire pour la réalisation de notre étude sur les ratios de couverture et les investissements à long terme. Troisièmement, nous interdisons, tout comme les autres stratégies, le *proxy hedging*. Cette interdiction se comprend de deux façons. D'une part, nous ne pouvons prendre position sur des contrats à terme entre des pays sans lien avec notre pays domestique à nos investissements en actions (ie. une exposition au USD:CAD avec comme pays domestique l'Australie), de l'autre, nous ne pouvons utiliser des contrats à terme entre la devise domestique et étrangère dans un pays où nous n'avons aucun actif. De fait, nous ne pouvons avoir des positions de *forwards* sur des devises sur lesquelles nous n'avons aucune exposition au risque de taux de change.

Optimisation en deux étapes et généralisation de la couverture optimale

Cette stratégie est plus connue sous le nom d'*overlay*. Elle consiste en un problème de choix de portefeuille en deux étapes avec toujours le même objectif, minimiser la variance de notre portefeuille international.

Dans un premier temps, il faut effectuer une optimisation uniquement sur les indices boursiers pour chaque pays. Le problème de portefeuille de Markovitz devient :

$$\min_{w^p} \sigma_{p'}^2 \quad (4.11)$$

s. c. :

$$\sum_{c=1}^7 w_c = 1$$

$$w^p = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_7 \end{pmatrix} \geq 0$$

$$w^f = \begin{pmatrix} w_8 \\ \vdots \\ w_{13} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \end{pmatrix}$$

Puis, une fois les pondérations optimales trouvées pour les indices boursiers de chaque pays w^p , nous faisons une deuxième optimisation afin de minimiser la variance de notre portefeuille avec les contrats à terme. Les pondérations w^p sont fixes dans notre nouvelle optimisation. Le problème devient :

$$\min_{w^f} \sigma_p^2 \quad (4.12)$$

s. c. :

$$\sum_{c=1}^7 w_c = 1$$

$$w^p = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \bar{w}_1 \\ \vdots \\ \bar{w}_7 \end{pmatrix}$$

$$w^f = \begin{pmatrix} w_8 \\ \vdots \\ w_{13} \end{pmatrix}$$

Avec quelques réécritures matricielles, nous développons l'argumentation selon laquelle le choix de portefeuille en deux étapes correspond à une généralisation de la stratégie de couverture optimale.

Cette optimisation en deux étapes est une réécriture matricielle de la couverture optimale, ainsi en reprenant l'équation (4.6) :

$$r_c^u = \alpha + h_c^* \times r_c^f + e_c$$

Sous forme matricielle, nous obtenons :

$$\tilde{r}_c^u = A + H_c^* \times \tilde{r}_c^f + E_c \quad (4.13)$$

$$\begin{pmatrix} r_1^u \\ r_2^u \\ \vdots \\ r_c^u \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \vdots \\ \alpha_c \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} r_{1,1}^f & r_{1,2}^f & \cdots & r_{1,6}^f \\ r_{2,1}^f & r_{2,2}^f & \cdots & r_{2,6}^f \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{c,1}^f & r_{c,2}^f & \cdots & r_{c,6}^f \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} h_{c,1}^* \\ h_{c,2}^* \\ \vdots \\ h_{c,6}^* \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_c \end{pmatrix}$$

Nous constatons que le vecteur H_c^* correspond à l'opposé du vecteur w^f des pondérations des *forwards*. En effet, il s'agit des vecteurs qui permettent de minimiser la variance de notre portefeuille avec d'une part, la réduction de la matrice variance-covariance des termes d'erreur, et de l'autre, la combinaison vectorielle linéaire pour réduire la variance de notre portefeuille. On parle de projection linéaire des rendements *forwards* dans l'espace des rendements boursiers.

Notre régression linéaire multiple des ratios de couverture est donnée par :

$$H_c^* = (\tilde{r}_c^{f'} \tilde{r}_c^f)^{-1} \tilde{r}_c^f \tilde{r}_c^{u'}$$

Et pour les pondérations du portefeuille optimal à variance minimale :

$$w_c^f = \frac{1}{2} \Sigma'^{-1} \Lambda \quad (4.14)$$

Où

Λ est le multiplicateur de Lagrange

Σ' est la matrice de variance-covariance avec les rendements de notre portefeuille et des *forwards*

Ce qui est équivalent à :

$$w_c^f = -(\tilde{r}_c^{f'} \tilde{r}_c^f)^{-1} \tilde{r}_c^f \tilde{r}_c^{u'}$$

Avec comme vecteur de variables explicatives, le vecteur des rendements des *forwards*, \tilde{r}_c^f et les variables dépendantes ou le vecteur des rendements non couverts de notre portefeuille international \tilde{r}_c^u . La principale différence entre ces deux estimations est que le vecteur des ratios H_c^* et w_c^f sont de signes opposés, car l'estimation avec le problème de portefeuille nous indique les positions courtes ou longues en plus des ratios.

$$H_c^* = -w_c^f$$

Cette méthode est une estimation conjointe des rendements de nos *forwards*. Nous devrions obtenir des résultats supérieurs qu'avec des estimations non conjointes. Néanmoins, elle reste problématique, car elle ne nous permet pas d'utiliser pleinement la matrice de variance-covariance avec les contraintes sur la première et seconde étape. La non-exploitation de la relation des devises et des indices boursiers afin de trouver le portefeuille à variance minimale est une condition de

sous-optimalité. Notre portefeuille est affecté d'autant plus que les liens entre ces rendements sont négatifs.

Optimisation globale

Contrairement au choix de portefeuille précédent, l'optimisation globale évalue conjointement les indices boursiers et les contrats à terme. Ainsi, notre problème d'optimisation devient :

$$\min_w \sigma_p^2$$

s. c. :

$$\sum_{c=1}^7 w_c = 1$$

$$w = \begin{pmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_m \end{pmatrix} \geq 0$$

Avec une optimisation globale, nous retirons les contraintes sur les pondérations de l'optimisation en deux étapes. Ce problème de portefeuille tel que noté ci-dessus nous permet de tenir compte des corrélations entre les devises et les indices boursiers. La condition de sous-optimalité n'est plus satisfaite. Les résultats devraient être similaires pour les pondérations dans les indices, mais relativement différents pour les expositions aux devises. Le résultat obtenu doit surtout nous servir d'indice de référence, car il est impossible de connaître les pondérations optimales *ex ante*.

4.2.4 Stratégie de couverture de Campbell

Couverture inconditionnelle

Chez Campbell et al. (2010), la solution à cette question de diminution du risque d'un portefeuille international passe par les primes des deux actifs. Ainsi, on ne cherche pas uniquement le lien ou corrélation entre ces deux variables, mais la relation intrinsèque des rendements excédentaires de ces actifs. Cette stratégie de couverture suppose que nous cherchons le lien de long terme, comme l'explicitent les auteurs de cet article. C'est-à-dire que cette stratégie utilise indirectement le temps afin de lisser les rendements pour diminuer la variance de notre portefeuille alors qu'une couverture optimale cherche le lien direct entre les deux actifs, ce qui correspond plus à une couverture de court terme.

La littérature sur les produits dérivés nous informe, comme présentée ci-dessus, qu'il faut chercher la relation de nos variables avec une régression linéaire de nos rendements. Or, dans notre cas, le sous-jacent est un actif relatif exposé au risque de taux d'intérêt. Il faut donc un ajustement pour tenir compte de la spécificité de notre sous-jacent. Sur ce constat, chercher la corrélation entre le rendement excédentaire de l'indice boursier et le rendement excédentaire de la devise semble plus judicieux. Cependant, cette couverture satisfait la condition de sous-optimalité telle que présentée ci-dessus, car il s'agit d'une optimisation en deux étapes.

La régression linéaire simple de Campbell et al. (2010) est :

$$r_{c,t+1} - i_{c,t} = \gamma + \psi_c^* \times r_{c,t+1}^f + \xi_{c,t+1} \quad (4.15)$$

Où

ψ_c^* est la demande de gestion des risques pour notre investissement

Pour obtenir le ratio de couverture, il faut additionner la demande de gestion des risques de taux de change et un¹¹.

$$h_c^* = 1 + \psi_c^*$$

$$r_{c,t+1}^h = r_{c,t}^u - (1 + \psi_{c,t}) \times r_{c,t}^f \quad (4.16)$$

L'estimation de la demande de gestion des risques se fait par :

$$\psi_c^* = \frac{\text{cov}(r_{c,t+1} - i_{c,t}, r_{c,t+1}^f)}{\text{var}(r_{c,t+1}^f)} \quad (4.17)$$

Nous pouvons réécrire cette régression linéaire sous forme matricielle, ce qui nous permet d'obtenir un vecteur de ratio de couverture pour chacun de nos investissements dans le pays c , ainsi :

$$\tilde{r}_{c,t+1} - \tilde{i}_c = \Gamma + \Psi_c^* \times \tilde{r}_{c,t+1}^f + E_{c,t+1} \quad (4.18)$$

Le ratio de couverture chez Campbell et al. (2010) correspond à un vecteur de demande de gestion des risques. Ce vecteur est trouvé par l'équation suivante :

$$\Psi_c^* = (\tilde{r}_c^f \tilde{r}_c^f)^{-1} \tilde{r}_c^f (\tilde{r}_c - \tilde{i}_c)'$$

¹¹ Cette équation ne concerne que les estimations non conjointes et un investissement dans un seul pays c .

Couverture conditionnelle

La conditionnalité chez Campbell et al. (2010) est identique à celle définie ci-dessus avec la couverture optimale conditionnelle. Dans l'article des auteurs, le nombre d'observations n est ajusté à chaque période avec l'ajout des dernières informations disponibles.

Les équations deviennent donc :

$$r_{c,t+1}^h - i_{c,t} = (r_{c,t+1} - i_{c,t}) - h_{c,t}^e \times r_{c,t}^f$$

$$\psi_{c,t+1}^* = \frac{\text{cov}(r_{c,t+1} - i_{c,t}, r_{c,t+1}^f)}{\text{var}(r_{c,t+1}^f)} \quad (4.19)$$

$$\tilde{r}_{c,t+1}^h - \tilde{i}_{c,t} = \Gamma + \Psi_{c,t+1}^* \times \tilde{r}_{c,t+1}^f + E_{c,t+1}$$

$$\Psi_{c,t+1}^* = (\tilde{r}_{c,t+1}^f \tilde{r}_{c,t+1}^f)'^{-1} \tilde{r}_{c,t+1}^f (\tilde{r}_{c,t+1} - \tilde{i}_{c,t})'$$

Pour financer notre position, il suffit d'additionner l'ensemble des ratios de couverture et d'inverser le signe tel que présenté par Campbell et al. (2010). Si le ratio obtenu est négatif, nous devrions emprunter dans le pays domestique d pour financer nos positions dans les pays c et inversement si le signe est positif.

4.3. Monnaies de réserve

4.3.1. Fondements théoriques

Définitions

Les auteurs de articles fondamentaux pour cet essai font tous un constat. Le comportement de la devise relativement aux indices boursiers est central. Ce constat est surtout développé chez Campbell et al (2010). En effet, il qualifie de « monnaie de réserve » les devises qui covarient négativement avec les indices boursiers.

Pour mieux comprendre le concept de monnaie de réserve, établissons une définition. Dans cet article, les auteurs définissent les monnaies de réserve comme une monnaie négativement corrélée aux marchés boursiers, c'est-à-dire lorsque les marchés boursiers augmentent, la monnaie se déprécie par rapport aux autres devises. Les monnaies de réserve apparaissent comme des valeurs refuges pour les investisseurs souhaitant éviter les risques. Pour les devises risquées, elles covarient positivement avec son marché boursier domestique d par rapport aux autres devises. De telle manière qu'un krach boursier pourrait provoquer une dépréciation soudaine de la devise relativement aux autres devises ou vice versa. La crise financière asiatique en est un bon exemple. La principale cause de cette relation est le statut économique du pays à l'international. Dans ce cas, les marchés émergents comme le Brésil, la Russie, la Chine, l'Afrique du Sud, etc. La seule exception à cette règle concerne les pays dépendants des matières premières, comme l'Australie et le Canada. Ce sont des producteurs de matières premières rares (or, pétrole, diamant, etc.).

Cependant, aucun test statistique formel n'est effectué pour soutenir ce constat. Les auteurs constatent que certains pays ont plus de ratios positifs ou négatifs. Pour effectuer et vérifier les propos des auteurs, nous réorganisons notre série temporelle en données longitudinales selon le pays c et la période t pour observer l'ensemble des mouvements entre toutes les devises et indices boursiers. Puis, pour compléter et étendre les propos des auteurs sur les monnaies de réserve, nous testons différents modèles de données longitudinales pour comprendre si nous pouvons essayer de tester statistiquement notre échantillon pour comprendre les monnaies de réserve.

Ce test formel nous permet de comprendre si le lien entre la devise et l'indice boursier est plus important qu'un mouvement général sur les marchés financiers. Ainsi, nous pouvons établir les critères pour nos mesures de minimisation de la variance de notre portefeuille.

4.3.2 Preuves empiriques

Effets fixes et aléatoires

En plus de tester le lien entre le mouvement général des devises et des indices boursiers, nous testons la présence d'effets fixes et aléatoires. Comme notre échantillon ne respecte pas l'hypothèse d'homoscédasticité, nous ne pouvons effectuer le test de Hausman. Rappelons que les hypothèses d'homoscédasticité pour les données longitudinales sont :

$$E[v_c^2 | r_c^f, \bar{r}_c^f, \zeta_c] = \sigma_v^2 I_T$$

$$E[\zeta_c^2 | r_c^f, \bar{r}_c^f] = \sigma_\zeta^2$$

Avec le terme d'erreur $u_{c,t+1} = \zeta_c + v_{c,t+1}$

En présence d'hétéroscédasticité, nous devons suivre la procédure de Mundlak (1978). Nous ajoutons une variable de contrôle temporelle κ_t et la moyenne des primes de nos *forward* pour chaque c , soit \bar{r}_c^f comme variable explicative. De la régression linéaire simple de Campbell et al. (2010), nous pouvons en tirer une nouvelle pour nos données longitudinales :

$$r_{c,t+1}^h - i_{c,t} = \eta + \beta_c^* \times r_{c,t+1}^f + \lambda \times \bar{r}_c^f + \kappa_{t+1} + u_{c,t+1} \quad (4.20)$$

Ce que nous cherchons dans la présence d'effets fixes qui indiquent un biais dans nos estimations de données longitudinales des rendements excédentaires. Plus précisément, ce test nous permet de comprendre si le rapport économique entre ces pays est situationnel. Autrement dit, si λ n'est pas statistiquement différent de 0, alors il n'existe pas de primes *forward* telles que la conjoncture économique n'influence pas. Il y aurait donc une monnaie de réserve inconditionnellement au temps t . Elle ne respecte pas la condition d'exogénéité stricte suivante :

$$E[v_{c,t+1} | r_{c,t+1}^f, \bar{r}_c^f] = 0$$

Ce qu'il faut comprendre dans notre étude empirique, c'est que notre ratio de couverture est contextuel et situationnel. Il devrait faire l'objet d'un suivi.

Asymétrie de la distribution des primes forwards

On remarque cependant que dans notre étude, une covariance négative entre le marché boursier et le taux de change n'est pas suffisante. Cela exige deux caractéristiques supplémentaires. Une asymétrie positive et une espérance inconditionnelle de rendements négative¹². Pour compléter les propos de Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010), nous distinguons deux types de monnaies de réserve : relative et absolue. Une monnaie de réserve absolue se définit par une covariance négative avec les indices boursiers, une asymétrie positive et une espérance inconditionnelle de rendements négative. Pour une monnaie de réserve relative, les caractéristiques sont similaires, mais situationnels, c'est-à-dire que les facteurs statistiques ne sont pas globaux, mais relatifs à un pays. Nous présenterons des situations similaires dans les résultats. Enfin, les devises risquées sont, au contraire, des actifs avec une covariance positive, une asymétrie négative et une espérance inconditionnelle de rendements positive.

¹² L'asymétrie de la distribution des rendements *forwards* est déjà présentée comme une caractéristique des devises sur les marchés financiers chez Brunnermeier et al. (2008) et son espérance de rendements chez Menkhoff et al. (2012).

La définition d'un moment m_r d'une distribution avec T observations est :

$$m_r = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (x_i - \bar{x})^r$$

Nous obtenons le coefficient de l'asymétrie grâce au troisième moment de notre distribution :

$$m_3 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (x_i - \bar{x})^3 \quad (4.21)$$

Nous pouvons également obtenir la Kurtosis :

$$m_4 = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T (x_i - \bar{x})^4 \quad (4.22)$$

La moyenne est donnée par :

$$\bar{x} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^T x_i \quad (4.23)$$

Le troisième moment de la distribution nous informe comment se comporte la distribution des rendements aux extrémités. Ici, nous cherchons à savoir si les devises s'apprécient ou se déprécient fortement. Par ailleurs, le quatrième moment nous permet de comprendre si les rendements sont distribués autour de la moyenne ou non. On devait s'attendre à ce que ce soient principalement les monnaies de réserve relative qui ont une Kurtosis supérieure à trois.

4.4. Stabilité et fonctionnement temporel des ratios de couverture

4.4.1. Racine unitaire

La performance de la couverture devrait être améliorée sauf exception lorsqu'elle est conditionnelle. Particulièrement, si nous effectuons une régression avec une fenêtre glissante de $n = 12$ observations et de manière récursive avec comme nombre d'observations de base $n = 12$, soit une estimation du ratio de couverture sur un an. Cette décision de $n = 12$ est arbitraire, dans le sens où elle ne repose sur aucun test statistique. Ce n'est pas l'intérêt de cet essai. Toutefois, elle permet d'être relativement proche d'un équilibre entre ajustement et couverture conditionnelle récursive. Par la suite, pour comprendre le fonctionnement de nos ratios de couverture dans le temps, nous testons la présence d'une racine unitaire.

D'abord, nous devons évaluer qu'elle est la forme autorégressive de notre série temporelle pour réaliser notre test statistique. Ainsi, sur chaque ratio, nous évaluons qu'elle est le critère d'information bayésien et d'Akaike selon le nombre de retards p afin de minimiser ces derniers.

$$h_{c,t}^* = \delta + \phi_1 h_{c,t-1}^* + \phi_2 h_{c,t-2}^* + \dots + \phi_p h_{c,t-p}^* + \epsilon_t \quad (4.24)$$

$$\psi_{c,t}^* = \delta + \phi_1 \psi_{c,t-1}^* + \phi_2 \psi_{c,t-2}^* + \dots + \phi_p \psi_{c,t-p}^* + \epsilon_t \quad (4.25)$$

$$\min_p AIC, BIC$$

Les critères d'information se définissent respectivement par :

$$AIC = -2 \log L + 2(p + 1)$$

$$BIC = -2 \log L + (\log T)(p + 1)$$

Où

L est le logarithme de la fonction de vraisemblance

T est le nombre d'observations

p est le nombre de retards de la variable

Ensuite, nous effectuons un test de Ljung-Box afin de nous assurer les termes d'erreur sont des bruits blancs.

$$H_0 = \text{Corr}[y_t, y_{t-1}] = \dots = \text{Corr}[y_t, y_{t-k}] = 0$$

$$Q = T(T + 2) \sum_{i=1}^k \frac{\text{Corr}[\widehat{y}_t, \widehat{y}_{t-i}]^2}{T - i} \sim \chi^2(k) \quad (4.26)$$

Puis, nous sélectionnons le modèle avec parcimonie et des termes d'erreur bruits blancs.

Enfin, nous pouvons effectuer le test de Dickey-Fuller augmenté. Nous constatons que les ratios ont tous une moyenne non nulle et aucune tendance. La forme fonctionnelle est donc :

$$\Delta h_{c,t}^* = \theta + \tau h_{c,t-1}^* + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta h_{c,t-i}^* + \epsilon_t \quad (4.27)$$

$$\tau \equiv (\phi - 1)$$

$$H_0 : \tau = 0$$

$$H_1 : \tau < 0$$

C'est-à-dire :

$$H_0 : h_{c,t}^* \sim I(1)$$

$$H_1 : h_{c,t}^* \sim I(0) \text{ avec une moyenne non nulle}$$

$$t - stat \equiv \frac{(\hat{\phi} - 1)}{var(\hat{\phi})} \quad (4.28)$$

Comme présenté ci-dessus, nous faisons l'hypothèse que notre série temporelle possède une constante. Nos seuils de rejets de l'hypothèse nulle sont -3.46 , -2.88 et -2.57 avec $T = 250$ observations pour un degré de confiance de 1%, 5% et 10% respectivement. Si cette constante est assimilée à une marche aléatoire avec dérive, alors les seuils de rejets de l'hypothèse nulle sont -1.62 , -1.95 et -2.58 . De fait, l'hypothèse nulle H_0 est rejetée pour toute statistique t inférieure à ces valeurs critiques à 1%, 5% et 10%. Si nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle, alors la variable est intégrée d'ordre 1, $I(1)$.

4.4.2. Anticipations adaptatives

Les tests statistiques et critères d'information nous renseignent sur le comportement de nos ratios de couverture. Cependant, le ratio de couverture n'est trouvé que lorsque les réalisations des variables stochastiques ont été réalisées. Pour connaître le ratio de couverture de la période t , nous sommes dans une situation d'anticipations adaptatives ou le ratio de couverture est donné par :

$$E_{t-1}[h_{c,t}^*] = h_{c,t-1}^*$$

$$E_{t-1}[\psi_{c,t}^*] = \psi_{c,t-1}^*$$

Or, nous savons par les anticipations rationnelles que cette méthode est biaisée. Donc nous avons une nouvelle condition de sous-optimalité du ratio de couverture. Une intuition serait donc d'appliquer les théories d'économétrie des séries temporelles afin d'estimer qu'elle sera le ratio de couverture à la prochaine période. Afin d'effectuer une prédiction sans biais, nous devons vérifier que notre ratio n'est pas intégré, soit $h_{c,t}^*, \psi_{c,t}^* \sim I(0)$.

Ce test statistique du ratio de couverture nous permet de déduire si, d'une part, le ratio de couverture suit un processus stochastique et stationnaire, de l'autre, un biais nous informant que le ratio à une logique propre qui n'a pas été capturé par les taux d'intérêt et donc uniquement influencé par les variations des devises. Pour le premier cas, prévoir le ratio est utile pour minimiser la variance de notre portefeuille. En estimant le ratio de couverture pour t , nous réalisons en fait une prédiction de rendements du taux de change. Surtout, le fait que le processus soit stationnaire nous informe que le ratio de couverture doit être inconditionnel. Pour le second, le ratio est conditionnel. Il nous informe aussi qu'il y a un changement structurel dans nos ratios.

Nous avons donc terminé de présenter les méthodes utiles pour notre étude sur les ratios de couverture. Dans la section suivante, nous présenterons les résultats de notre recherche.

Chapitre 5.

Résultats

5.1. Présentation des résultats

5.1.1. Introduction

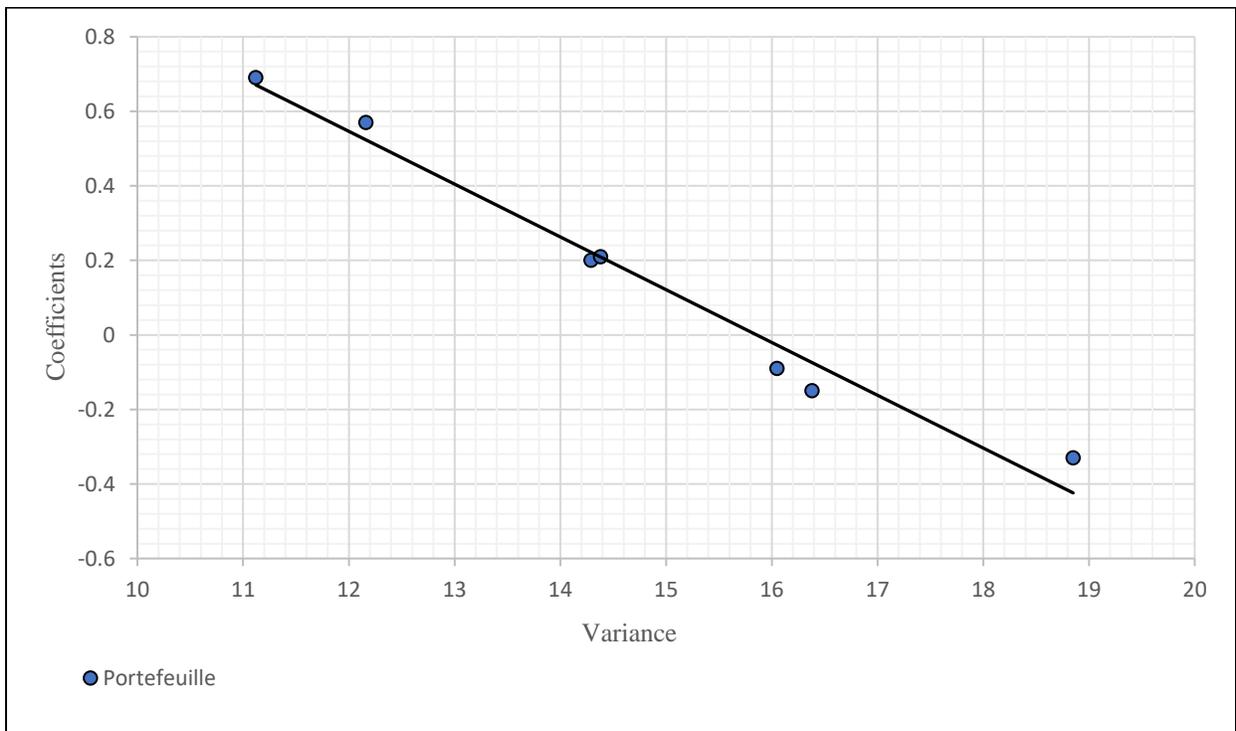
Dans cette partie, nous allons analyser les méthodologies mises en pratique. D'abord, nous discuterons des résultats sur deux types de portefeuilles. Le premier est un portefeuille équipondéré et le second un portefeuille optimal. Nous observons les effets de la couverture unitaire, optimale et Campbell. Nous observerons également la différence dans les résultats obtenus avec une optimisation globale de portefeuille selon Markovitz. Ce dernier doit être vu comme la référence ou l'objectif de variance minimal. Nous obtenons une série de tableaux pour chaque stratégie de couverture de nos portefeuilles avec un test statistique. Ainsi, nous pourrions énoncer des remarques afin de construire notre conclusion sur la meilleure méthodologie. Pour l'ensemble de la section sur les portefeuilles, nous utiliserons un seuil d'acceptation de 1%, 5% et 10% pour valider nos résultats.

5.1.2. Aucune couverture

Bien que nous n'appliquions aucune stratégie de couverture à nos deux types de portefeuilles, ils ne sont pas exempts de commentaires. En effet, il existe une tendance dans notre étude empirique. Les tableaux des portefeuilles nous indiquent deux résultats principaux. D'abord, le risque d'un portefeuille international provient majoritairement des indices boursiers. En comparant un portefeuille équipondéré et optimal, l'écart-type annualisé diminue en moyenne de 192 points de base. Ensuite, les variances et les coefficients β du tableau IX sont fortement liés.

Portefeuille équipondéré

D'après le tableau III, plus le pays domestique à une devise qui ne peut être qualifié de monnaie de réserve, moins la variance du portefeuille est importante. Ainsi, même en imposant des pondérations égales entre chacun de nos investissements, nous observons qu'un investisseur avec une monnaie qui covarie positivement avec les marchés boursiers bénéficie d'une grande diversification par l'exposition à d'autres devises. Ces résultats sont présentés dans le graphique 1.



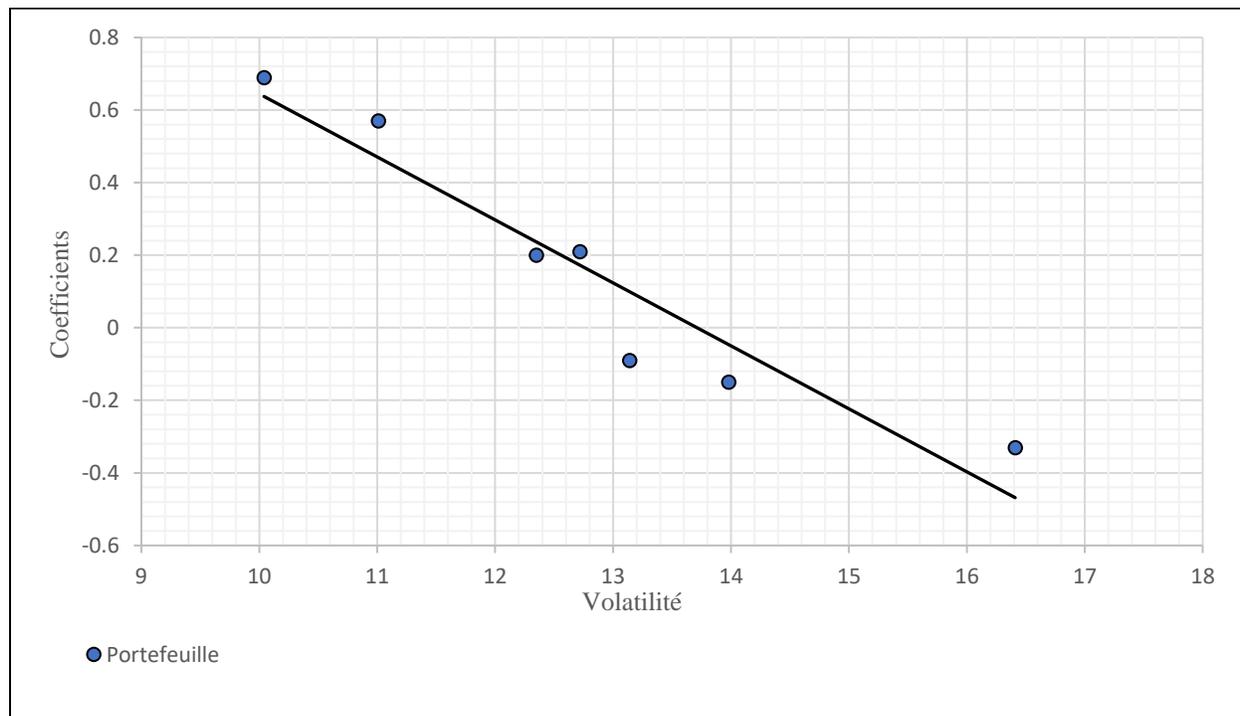
Graphique 1 : Relation entre la variance des portefeuilles équipondérés et les coefficients β

Portefeuille optimal

Avec une optimisation de nos pondérations, la remarque reste identique à celle précédemment formulée pour un portefeuille équipondéré. Plus la proportion d'investissement se trouve dans des

pays avec une monnaie de réserve, moins la variance de notre portefeuille est grande. Il semble que certaines monnaies agissent comme une diversification naturelle sur nos investissements.

Les graphiques de cette section peuvent sembler aprioris erronés, mais ils sont surtout contre-intuitifs. En effet, lorsqu'un investisseur d'un pays domestique ayant une monnaie de réserve investit ses capitaux dans des pays avec des devises risquées, la variance du portefeuille augmente significativement. La covariance s'additionne aux variances des actions et des devises. À l'inverse, un investisseur avec une devise risquée voit son risque de portefeuille diminuer grâce à son exposition implicite aux autres devises. La covariance se soustrait aux variances des actions et des devises. Par exemple, un investisseur japonais a une variance mensuelle annualisée de portefeuille optimal de 16.41% contre 10.04% pour un investisseur australien.



Graphique 2 : Relation entre la volatilité des portefeuilles optimaux et les coefficients β

Ces premiers résultats nous informent que la sélection de nos investissements est fortement influencée par les devises, car elles modifient les espérances et les variances de nos rendements. Cet aspect est notamment influencé par notre monnaie domestique, et que, dépendamment de son statut, nos risques et nos rendements en seront significativement différents. Une demande de gestion des risques se crée alors si nous ne souhaitons pas tenir compte des devises, si nous souhaitons couvrir nos risques de taux de change.

5.1.3. Couverture classique

Les résultats de la couverture classique ou unitaire qui consiste à évincer le risque de taux de change sont quasiment unanimes. En effet, selon le type de portefeuille, nous obtenons une réponse différente, mais parfaitement logique dans le cadre de la gestion de portefeuille.

La couverture classique est relativement efficace selon nos estimations pour les portefeuilles équipondérés. L'Australie et le Canada sont les seuls pays à être désavantagés par l'utilisation d'une couverture classique. En revanche, pour les portefeuilles optimaux, la situation est l'inverse. Uniquement deux pays ont une variance inférieure. Le Japon et les États-Unis bénéficient le plus d'une couverture unitaire avec une variance mensuelle annualisée de 12.90% et 12.83%. Ce résultat supporte notre remarque relative aux graphiques 1 et 2. Cette optimisation des indices boursiers disqualifie la couverture unitaire, car les variances de nos portefeuilles augmentent pour la majorité des portefeuilles optimaux. On en déduit que l'effets du risque de taux de change est important pour la réduction de la variance.

Portefeuille équipondéré

Pour un portefeuille équipondéré, on constate que l'ensemble des volatilités est inférieur à une couverture nulle, c'est-à-dire $h = 0$ sauf pour l'Australie et le Canada. Au contraire, ces deux portefeuilles voient leurs volatilités augmenter après l'ajout d'une couverture classique. Bien que

la variance pour le Royaume-Uni semble diminuer, ce n'est pas le cas statistiquement. Ces précédentes affirmations sont statistiquement significatives puisque nous ne pouvons rejeter l'hypothèse nulle que les variances avec $h = 0$ sont égales aux variances avec $h = 1$ ¹³ pour des seuils de 1%, 5% et 10%. Nous pouvons confirmer que la couverture classique est efficace selon la situation de la monnaie du pays.

Un autre constat est celui du fait de la proximité des variances de chaque portefeuille équi pondéré. La volatilité est de 13.33 à 13.42. Ces résultats correspondent à ce que nous devrions trouver théoriquement, car comme explicité précédemment, nous cherchons à supprimer le risque de taux de change, donc :

$$\text{var}(r_p) = \text{var}(r_p^h)$$

Si le risque de taux de change était parfaitement éliminé, la volatilité mensuelle annualisée serait de 13.37, ce qui correspond exactement à la moyenne de la colonne du tableau III du portefeuille équi pondéré pour une couverture classique, puisque dans le cadre des devises, le rendement excédentaire positif d'un pays est le rendement excédentaire négatif de l'autre. Donc nos erreurs de réplifications s'annulent avec la moyenne et correspondent à $\text{var}(r_p)$.

Portefeuille optimal

Pour un portefeuille optimal, le comportement est radicalement différent. En effet, comme le mentionnent les résultats du tableau IV, la stratégie d'une couverture unitaire performe mal puisque la volatilité augmente pour les portefeuilles sauf pour celui du Japon et des États-Unis. En revanche, seul le Japon est statistiquement significatif à 1%. Nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle pour les États-Unis à 1%, 5% et 10%. Ces résultats contradictoires nous apprennent que considérer le comportement de chaque actif couplé au comportement de la devise est plus important pour réduire le risque que de considérer le risque de taux de change uniquement. La couverture classique

¹³ Voir Annexes : Tableau C - Portefeuille équi pondéré - Couverture unitaire et optimale

est donc en échec relativement à une aucune stratégie de couverture avec un portefeuille optimal. L'optimisation des actifs est donc plus importante dans un objectif de minimisation du risque que celui du risque de devise.

5.1.4. Couverture optimale inconditionnelle et conditionnelle

Afin d'obtenir plus de résultats, les ratios de couverture inconditionnels ne sont pas calculés conjointement. Ainsi, nous pouvons observer les différences entre une optimisation non conjointe avec une optimisation conjointe selon Markovitz. Pour les ratios conditionnels, nous utilisons aussi une régression conjointe.

Tableau III : Portefeuille international équipondéré - Couverture unitaire et optimale

	Aucune couverture	Couverture unitaire	Couverture optimale		
			Inconditionnelle (non conjointe)	Conditionnelle (récuratif)	Conditionnelle (fenêtre glissante)
Pays domestique	$h = 0$	$h = 1$	$h = h_c^*$	$h = H_{c,t}^*$	$h = H_{c,n}^*$
Zone Euro	14.29%	13.33%	12.31%	11.23%	15.46%
Australie	11.12%	13.35%	11.17%	11.24%	15.65%
Canada	12.18%	13.37%	11.66%	11.29%	15.66%
Japon	18.85%	13.42%	12.31%	11.16%	15.61%
Suisse	16.05%	13.37%	12.43%	11.26%	15.55%
Royaume- Uni	14.24%	13.35%	12.43%	11.48%	15.66%
États-Unis	16.38%	13.39%	12.25%	11.30%	15.72%

Ce tableau présente la variance mensuelle annualisée de chaque portefeuille.

Portefeuille équipondéré

Pour ce type de portefeuille, les résultats sont sans nuances. Tous les portefeuilles avec une couverture inconditionnelle (non conjointe) dominent les portefeuilles avec un ratio de couverture nulle sauf pour l’Australie et le Canada¹⁴. Nous avons donc une utilité à l’utilisation de cette stratégie pour les pays avec une monnaie de réserve. Les résultats sont encore plus satisfaisants lorsque le calcul des pondérations se fait simultanément comme le présente la colonne Équipondéré Overlay du tableau VII des pondérations selon la théorie moderne du portefeuille. On remarque l’utilité de faire une estimation conjointe puisque la variance des portefeuilles est en moyenne inférieure de 185 points de base entre les couvertures inconditionnelles. Il est donc nécessaire de faire une optimisation ou régression conjointe de nos rendements.

Avec une estimation conditionnelle, les résultats sont pluriels. D’abord, lorsque nos estimations des ratios sont conjointes et récursives, nos résultats dominent les ratios inconditionnels non conjoints sauf pour le Canada, l’Australie et le Royaume-Uni. En effet, nous ne rejetons pas l’hypothèse nulle. Cette précédente affirmation est fausse lorsque les ratios inconditionnels sont régressés ou optimisés simultanément (*overlay*).

Nous constatons l’échec des ratios conditionnels avec une fenêtre glissante pour nos estimations. Cette méthode semble surestimer ou sous-estimer les ratios de couverture de sorte que les variances augmentent systématiquement. Ces résultats sont statistiquement vérifiés à un 1%, 5% et 10% respectivement¹⁵.

Portefeuille optimal

Également, l’utilisation d’une couverture optimale sur ce type portefeuille trouve une utilité puisque l’écart-type diminue dans une moindre mesure. Trois pays n’ont cependant aucuns intérêts à se couvrir, le Canada, l’Australie et la Suisse. Pour les deux premiers, les variances augmentent, et pour l’autre, elle est similaire. Ces précédentes remarques ne sont toutefois pas statistiquement

¹⁴ Voir Annexes : Tableau C - Portefeuille équipondéré - Couverture unitaire et optimale

¹⁵ Voir Annexes : Tableau C - Portefeuille équipondéré - Couverture unitaire et optimale

significatives. Nous échouons à rejeter l'hypothèse nulle aux seuils habituels que les variances soient statistiquement égales à part pour le Japon¹⁶.

Ce que nous apprend la couverture inconditionnelle, c'est que la théorie moderne du portefeuille peut attribuer des variations de façon erronée en évaluant l'origine du risque de notre portefeuille et ne pas entièrement couvrir la position implicite des taux de change. L'optimisation de nos portefeuilles uniquement avec les indices n'est pas suffisante pour contrôler le risque, car nous pouvons toujours supprimer une partie du risque de taux de change avec une couverture optimale conjointe ou *overlay*, notamment lorsque la devise de l'investisseur est une monnaie de réserve. Les résultats sont présents dans le tableau IV et VII.

Tableau IV : Portefeuille international optimal – Couverture unitaire et optimale

	Aucune couverture	Couverture unitaire	Couverture optimale		
			Inconditionnelle (non conjointe)	Conditionnelle (récursif)	Conditionnelle (fenêtre glissante)
Pays domestique	$h = 0$	$h = 1$	$h = h_c^*$	$h = H_{c,t}^*$	$h = H_{c,n}^*$
Zone Euro	12.35%	12.84%	11.93%	11.34%	15.08%
Australie	10.04%	12.39%	10.33%	10.31%	13.34%
Canada	11.01%	12.74%	11.12%	11.06%	11.00%
Japon	16.41%	12.90%	11.67%	13.38%	13.75%
Suisse	13.14%	13.18%	13.13%	13.45%	13.54%
Royaume- Uni	12.72%	12.91%	12.33%	12.98%	14.55%
États-Unis	13.98%	12.83%	12.60%	13.03%	14.63%

Ce tableau présente la variance mensuelle annualisée de chaque portefeuille.

¹⁶ Voir Annexes : Tableau E - Portefeuille optimal - Couverture unitaire et optimale

5.1.5. Couverture inconditionnelle et conditionnelle de Campbell

La première remarque de notre étude empirique sur la couverture Campbell est que nous obtenons des résultats similaires à la stratégie de couverture optimale. En effet, cette stratégie fonctionne puisque la variance de nos portefeuilles est en moyenne inférieure à une stratégie $h = 0$ ou $h = 1$. Cependant, il existe des différences notables dans le comportement des stratégies.

Tableau V : Portefeuille équipondéré – Couverture Campbell

	Aucune couverture	Couverture unitaire	Couverture Campbell		
			Inconditionnelle	Conditionnelle (récuratif)	Conditionnelle (fenêtre glissante)
Pays domestique	$h = 0$	$h = 1$	$h = \Psi_c^*$	$h = \Psi_{c,t}^*$	$h = \Psi_{c,n}^*$
Zone Euro	14.29%	13.33%	11.38%	12.11%	16.64%
Australie	11.12%	13.36%	12.84%	13.66%	17.66%
Canada	12.18%	13.37%	11.87%	12.68%	16.17%
Japon	18.85%	13.42%	13.46%	15.76%	18.22%
Suisse	16.05%	13.37%	11.98%	11.96%	17.09%
Royaume- Uni	14.24%	13.35%	11.89%	12.20%	16.20%
États-Unis	16.38%	13.39%	11.98%	13.12%	16.94%

Ce tableau présente la variance mensuelle annualisée de chaque portefeuille.

Nous pouvons ajouter un commentaire supplémentaire relatif à nos résultats. Dans notre échantillon de données, nous avons également la présence du paradoxe de Siegel entre la Suisse et les États-Unis¹⁷. Ce fait souligne qu'il existe une combinaison d'investissement tel que

¹⁷ Voir Annexes : Tableau G – Panel B des ratios pour un investissement dans un seul pays c .

surpondérée ou sous-pondérée de notre couverture pour un investissement du pays c à d ou à l'inverse d à c sera similaire entre les pays. D'un point de vue pratique, nous avons pour les deux pays une demande de gestion des risques de taux de change négative.

Portefeuille équipondéré

La stratégie Campbell inconditionnelle et conditionnelle (récursive) domine un portefeuille non couvert (sauf pour l'Australie et le Canada) ou couvert unitairement (excepté le Japon et l'Australie). On ne rejette pas l'hypothèse nulle pour l'Australie et le Canada relativement à aucune couverture et pour le Japon et l'Australie relativement à une couverture unitaire à 1%, 5% et 10%¹⁸. Un investisseur qui cherche à minimiser son risque a donc une utilité à mettre en place cette stratégie selon le pays domestique.

Comparativement à la couverture optimale, les résultats obtenus sont pluriels. De fait, nous obtenons de meilleurs résultats pour la Zone Euro, la Suisse, le Royaume-Uni et les États-Unis, soit les pays avec une monnaie de financement. Le Canada et l'Australie ont une augmentation de la variance relativement à une aucune couverture. Ces résultats semblent nous indiquer que la stratégie Campbell performe mieux lorsque les pays domestiques ont une monnaie plus stable que la plupart des devises. Comme avec la couverture optimale, une couverture est plus efficace lorsque l'investisseur possède une monnaie de réserve, c'est-à-dire que les devises auxquelles nous sommes exposés avec nos investissements covarient positivement avec les marchés.

En revanche, la conditionnalité de la couverture Campbell, ne semble pas fonctionner tout comme la couverture optimale. Ainsi, nous n'obtenons pas de résultats favorables à l'utilisation d'estimations récursives des ratios de couverture. Pour la stratégie de couverture conditionnelle avec une fenêtre glissante, elle ne performe pas et augmente la variance de nos portefeuilles. Les résultats obtenus sont similaires entre les deux stratégies.

¹⁸ Voir Annexes : Tableau D - Portefeuille équipondéré - Couverture Campbell, unitaire et optimale

Lorsque l'on compare la couverture inconditionnelle de Campbell et optimale, on constate que cette dernière est systématiquement plus efficace. Néanmoins, nous ne rejetons pas l'hypothèse nulle que les variances selon la couverture Campbell et optimale soient statistiquement égales¹⁹.

Toutefois, le comportement de la stratégie de Campbell semble être différent de la stratégie optimale puisque nous ne rejetons pas les mêmes hypothèses nulles. Pour la couverture Campbell et unitaire, les pays concernés sont l'Australie et le Japon alors que pour la couverture optimale et unitaire, les pays sont la Suisse et le Royaume-Uni. Ce fait nous démontre que les stratégies fonctionnent différemment.

Portefeuille optimal

Les résultats de la variance des portefeuilles avec une couverture inconditionnelle, conditionnelle récurrente ou fenêtre glissante sont identiques dans la logique des résultats d'une couverture optimale (Tableau IV et VI). Le meilleur résultat est obtenu avec une couverture inconditionnelle et ressemble beaucoup à la couverture optimale inconditionnelle. En effet, les variances des tableaux IV et VI sont égales avec des estimations inconditionnelles²⁰. On constate que les tests ne peuvent rejeter l'hypothèse nulle sauf pour la Zone Euro.

Ces résultats sont statistiquement confirmés relativement à une couverture $h = 0$ pour la Zone Euro et les États-Unis. Pour $h = 1$, nous rejetons l'hypothèse nulle que la variance est égale pour la Zone Euro et le Canada. Il y a une exception à ces résultats. Le Japon où la couverture unitaire performe mieux qu'une couverture Campbell inconditionnelle.

Avec les résultats d'une estimation en fenêtre glissante, nous pouvons aussi conclure qu'utiliser des estimations conditionnelles avec un nombre constant d'observations n est une mauvaise méthode pour minimiser la variance dans toutes les situations. Tous ces résultats conservent

¹⁹ Voir Annexes : Tableau D - Portefeuille équipondéré - Couverture Campbell, unitaire et optimale

²⁰ Voir Annexes : Tableau F - Portefeuille optimal - Couverture Campbell, unitaire et optimale

l'hypothèse nulle que les variances sont similaires à une couverture Campbell inconditionnelle, excepté pour le Japon²¹.

Malgré un portefeuille optimisé pour minimiser la variance, nous pouvons toujours la réduire avec une stratégie de couverture. Ce fait nous apprend que la théorie moderne du portefeuille n'isole totalement pas les variations liées aux taux de change, et ne les élimine pas entièrement avec une diversification par les indices boursiers.

Tableau VI : Portefeuille optimal – Couverture Campbell

	Aucune couverture	Couverture unitaire	Couverture Campbell		
			Inconditionnelle	Conditionnelle (récursif)	Conditionnelle (fenêtre glissante)
Pays domestique	$h = 0$	$h = 1$	$h = \Psi_c^*$	$h = \Psi_{c,t}^*$	$h = \Psi_{c,n}^*$
Zone Euro	12.35%	12.84%	10.76%	11.35%	15.13%
Australie	10.04%	12.39%	9.67%	10.34%	13.40%
Canada	11.01%	12.74%	10.62%	10.99%	11.42%
Japon	16.41%	12.90%	15.34%	13.47%	13.28%
Suisse	13.14%	13.18%	13.13%	13.47%	13.53%
Royaume- Uni	12.72%	12.91%	12.37%	13.12%	14.66%
États-Unis	13.98%	12.83%	13.09%	13.32%	14.74%

Ce tableau présente la variance mensuelle annualisée de chaque portefeuille.

²¹ Voir Annexes : Tableau F - Portefeuille optimal - Couverture Campbell, unitaire et optimale

5.1.6. Choix de portefeuille et ratio de couverture

Le tableau VII sur les choix de portefeuilles optimaux et des expositions optimales pour les devises nous présente les meilleurs portefeuilles à variance minimale. Ces résultats nous servent d'indice de référence relativement à nos stratégies. Pour obtenir des résultats similaires en termes de volatilité pour des portefeuilles contenant deux classes d'actifs (actions et devises) dont le comportement est parmi les plus stochastiques sur les marchés financiers, nous devrions faire une parfaite prédiction des rendements. Donc ces estimations sont obtenues *ex post*.

Il est intéressant de noter que les pondérations des différents investissements sont très différentes. Une constante est qu'aucun investisseur avec une utilité maximale avec une variance minimale n'investit dans la Zone Euro. D'un l'extrême l'autre, l'Australie investit dans tous les pays sauf la Zone Euro. Pour la Suisse, le seul pays étranger investit est le Japon²². Ce mouvement est progressif à mesure que le coefficient β passe du positif au négatif. Autrement dit, plus la devise du pays domestique est risquée, plus le gain à l'investissement dans un pays étranger est fort pour minimiser la variance du portefeuille.

On remarque aussi que notre contrainte de *proxy hedging* est « mordante » comme le démontrent nos résultats du tableau VII selon la méthodologie de Markovitz. En effet, les portefeuilles équipondérés *overlay* ont une variance inférieure aux portefeuilles optimaux *overlay*. Dès lors, l'utilisation de nos produits dérivés s'avère efficace, notamment lorsque notre univers de placement est étendu à plusieurs investissements dans plusieurs pays. Plus précisément, l'interaction entre les actions et les *forwards* est de plus en plus utile. Avec un univers de placements étendu de nos *forwards*, ces derniers trouvent une utilité et nous pouvons réduire la variance.

Une optimisation des actions sans nos *forwards* et une optimisation globale réduisent de 327 points de base en moyenne. Cette réduction de l'écart-type est divisée par deux pour le Japon de 16.41% à 9.51%, soit un écart de 6.90 points de pourcentage.

Comme attendu et démontré dans la partie sur la méthodologie, on devrait obtenir les meilleurs résultats. On observe en effet que l'écart-type du portefeuille optimal de chaque investisseur est

²² Voir Annexes : Tableau B - Pondérations des portefeuilles optimaux

inférieur à 10% excepté pour la Zone Euro. C'est la meilleure performance que nous pouvons obtenir. Nous sommes donc à mi-chemin avec nos stratégies de couverture les plus efficaces pour réduire la variance. Pour résumer, les stratégies sont efficaces, mais limitées par les différentes sous-optimalités explicitées précédemment.

Tableau VII : Portefeuille équipondéré & optimal – Markovitz

	Markovitz				
	Équipondéré Actions seulement	Équipondéré Overlay	Actions seulement	Overlay	Optimal
Pays domestique	$h = 0$	$h = -w_c^f$	$h = 0$	$h = -w_c^f$	$h = -w_c$
Zone Euro	14.29%	10.16%	12.35%	11.22%	10.13%
Australie	11.12%	10.20%	10.04%	9.63%	9.42%
Canada	12.18%	10.22%	11.01%	10.62%	9.43%
Japon	18.85%	10.33%	16.41%	13.05%	9.51%
Suisse	16.05%	10.25%	13.14%	13.13%	9.46%
Royaume- Uni	14.24%	10.26%	12.72%	12.34%	9.44%
États-Unis	16.38%	10.21%	13.98%	12.50%	9.42%

Ce tableau présente la variance mensuelle annualisée de chaque portefeuille.

5.1.7. Stationnarité et prédiction du ratio de couverture

En testant la stationnarité de nos ratios, nous démontrons également que nos estimateurs ne sont pas biaisés de telle sorte qu'ils surestiment ou sous-estiment ces derniers. Avec les résultats des

tableaux III à VII, nous constatons que l'utilisation d'une couverture inconditionnelle²³ est efficace dans la majorité des cas et surtout pour un portefeuille équilibré. Pour comprendre ces résultats, nous devons chercher le fonctionnement du ratio de couverture grâce à son évolution temporelle. On pourrait interpréter cette racine unitaire comme un changement structurel dans notre ratio de couverture, et donc, des devises concernées.

Le test de Dickey-Fuller augmenté nous apprend que tous les ratios conditionnels ne contiennent pas de racine unitaire à un seuil de 10% pour tous les ratios avec l'hypothèse d'une marche aléatoire avec dérive. Seuls deux ratios ne sont pas statistiquement significatifs à 5%. Si on change notre hypothèse pour une marche aléatoire sans dérive, alors on ne peut rejeter l'hypothèse nulle d'une racine unitaire pour 19 ratios à un seuil de 10%²⁴. Il s'agit des ratios inconditionnels récursifs selon la méthode optimale ou Campbell. Avec la présence d'une racine unitaire, on apprend que le ratio de couverture ne suit pas un processus stochastique et stationnaire. Autrement dit, dans notre contexte, les taux d'intérêt ne suffisent pas à expliquer les variations long terme. Il existe un changement structurel sous-jacent.

Les ratios concernés sont de différents pays, mais ont un point commun. Ils ont connu un ou plusieurs chocs économiques sur les devises pour la période de notre échantillon. Ces pays sont la Suisse, la Zone Euro, le Royaume-Uni et le Japon. Le meilleur exemple de notre échantillon est la Zone Euro, où la covariance entre les indices et les devises change de signe plusieurs fois dans notre échantillon. C'est aussi le cas pour le Royaume-Uni. Ce sont des pays où la relation entre les marchés boursiers et les taux de change n'est pas clairement définie. Dans ce cas, nous parlons de monnaie de réserve relative. Ces deux derniers pays ont eu plusieurs chocs politiques et économiques avec la crise financière de 2008, la crise de la dette européenne et le Brexit. La Suisse a connu un choc économique particulièrement fort en 2015 sur sa monnaie. Tous ces phénomènes expliquent donc la présence d'une racine unitaire, car ce sont des changements structurels.

A contrario, pour les estimations conditionnelles avec une fenêtre glissante, aucun des ratios ne contient une racine unitaire, ce qui supporte l'idée de l'utilisation d'un ratio inconditionnel ou conditionnel récursif puisque les ratios se comportent de façon stochastique et stationnaire. Cette

²³ Avec une estimation conjointe des rendements des *forwards* comme le présente le Tableau VII.

²⁴ Voir Annexes : Tableau J – Test de Dickey-Fuller Augmenté – Portefeuille équilibré – Couverture conditionnelle récursive

stationnarité nous permet de faire des prédictions sur les prochains ratios, car nous savons qu'un ratio supérieur à son espérance inconditionnelle diminuera dans le temps pour retrouver sa moyenne et inversement.

En substance, ce résultat soutient l'idée que les devises suivent un retour à la moyenne, sauf avec des chocs économiques, politiques ou sociaux. Ce processus de retour à la moyenne nous confirme l'importance du ratio inconditionnel afin de minimiser la variance de notre portefeuille. Il nous signale également, par déduction, qu'un ratio ayant une racine unitaire doit faire l'objet d'un suivi car le ratio de couverture semble décrire une tendance. Pour résumer, utiliser un ratio de couverture comporte plusieurs problèmes d'optimalité. Structurellement, un ratio de couverture est biaisé de multiples façons comme démontré précédemment. Ces derniers se renforcent surtout avec le temps, car la répétition de ces biais dégrade notre objectif de minimisation du risque sur le long terme. Prédire les ratios est donc illusoire. Une estimation des rendements de la monnaie semble plus pertinente, notamment si le ratio de couverture ne suit pas un processus stationnaire et stochastique. Une solution serait de mettre en place des méthodes d'évaluation des rendements comme Lustig et al. (2011) ou Menkhoff et al. (2012).

5.2. Significativité statistique

Dans cette partie, nous allons commenter les mesures de nos régressions. Les mesures sont : le F-test et le adj-R². Ces statistiques nous permettent de comprendre le lien entre les variables et la quantité de risque éliminée pour chaque portefeuille. En comparant avec les résultats obtenus du tableau VIII, nous pouvons ajouter des points sur le fonctionnement de la couverture. Premièrement, en comparant les deux stratégies les plus efficaces, nous pouvons remarquer un point intéressant. La quantité de risque éliminée d'un portefeuille équilibré est différente d'une part, dans sa structure, de l'autre dans les résultats. La quantité de risque de la couverture Campbell est constante à travers les pays avec 0.40.

Autrement dit, cette stratégie est robuste dans chaque pays c contrairement à la stratégie optimale qui varie de 0.12 avec l'Australie jusqu'à 0.69 pour le Japon. L'efficacité de la couverture optimale est donc situationnelle.

Tableau VIII : Statistiques Descriptives – F-test & Adj-R²

<u>Panel A : Couverture optimale inconditionnelle</u>							
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
<i>Portefeuille équilibré</i>							
<i>F-test</i>	42.35***	7.14***	18.22***	101.02***	62.87***	41.82***	67.61***
<i>Adj-R²</i>	0.48	0.12	0.28	0.69	0.58	0.48	0.60
<i>Portefeuille optimal</i>							
<i>F-test</i>	19.96***	7.60***	6.48***	76.54***	0.27	5.53***	19.11***
<i>Adj-R²</i>	0.26	0.11	0.06	0.36	0.00	0.05	0.12
<u>Panel B : Couverture Campbell inconditionnelle</u>							
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
<i>Portefeuille équilibré</i>							
<i>F-test</i>	30.73***	30.40***	30.70***	29.85***	30.13***	29.66***	30.72***
<i>Adj-R²</i>	0.40	0.40	0.40	0.39	0.40	0.39	0.40
<i>Portefeuille optimal</i>							
<i>F-test</i>	23.04***	7.45***	6.46***	75.75***	0.27	5.44***	21.26***
<i>Adj-R²</i>	0.25	0.11	0.06	0.36	0.00	0.05	0.19

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que tous les coefficients sont égaux à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement.

Cependant, pour un portefeuille optimal, les résultats sont similaires. La performance de ces deux stratégies est comparable aussi bien dans ses résultats que dans sa structure. La Suisse n'a aucun bénéfice à couvrir ses positions dans une situation de portefeuille optimal.

Avec la couverture Campbell, on peut perdre légèrement en efficacité, mais on gagne surtout en robustesse. Cette stratégie est donc idéale pour annuler son exposition sur le long terme. D'autant plus qu'il s'agit d'une stratégie n'ayant aucun coût pour mettre en place contrairement aux autres.

5.3. Interprétation économique & financière

Cette section de notre travail développe l'idée de Campbell et al. (2010) sur la monnaie de réserve. Nous établissons qu'il existe plus de critères pour utiliser ce terme qu'une covariance négative avec les indices boursiers.

5.3.1. Caractéristiques des monnaies

Tel que précisé dans la précédente partie, Campbell et al. (2010) développe sur la monnaie de réserve sans test statistique. Avec nos estimateurs de données longitudinales, nous pouvons formellement tester le comportement global des devises relativement aux indices boursiers. Puis, nous analyserons également les résultats concernant l'asymétrie de la distribution des primes de nos *forwards*

Tableau IX : Portefeuille équipondéré - Couverture Campbell

	Devises						
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume- Uni	États-Unis
Indices boursiers	0.20*** (0.04)	0.69*** (0.03)	0.57*** (0.01)	-0.33* (0.01)	-0.09** (0.04)	0.21*** (0.04)	-0.15** (0.04)

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement.

Monnaie de réserve absolue ou monnaie de financement

Les deux tableaux IX et X nous présentent des résultats sur la première caractéristique des devises : la covariance avec les indices boursiers. Trois pays peuvent être qualifiés de monnaie de réserve, le Japon, la Suisse et les États-Unis. Dans un contexte de *Carry Trade*, nous parlerions de devise de financement pour une monnaie de réserve.

Le premier présente la couverture à mettre en place en cas d'investissement dans un portefeuille équilibré. On constate que le Japon, la Suisse et les États-Unis ont des coefficients négatifs de 0.33, 0.09 et 0.15, respectivement. Selon l'interprétation économique et financière de Campbell et al. (2010), nous devrions avoir un ratio de couverture inférieur à un. Nous devrions sous-pondérer notre couverture. Ce que signifie cette sous-pondération de la couverture est que nous obtenons la prime de nos *forwards* sur les monnaies de réserve.

Encore une fois, le Japon, la Suisse et les États-Unis correspondent à la définition précédemment établie. L'asymétrie positive de ces pays confirme qu'ils possèdent des monnaies de réserve (Tableau XI). Donc, lors de période de faible volatilité sur les marchés financiers, les devises se déprécient relativement aux autres. Mais, lors de turbulences, elles s'apprécient fortement. Par exemple, le Japon a connu une appréciation 25.14% relativement aux six autres devises lors du mois d'octobre 2008. Les appréciations pour la Suisse et les États-Unis sont du même ordre de grandeur avec 18.15% et 17.42% pendant le dernier mois de 2008. Ces monnaies connaissent donc des appréciations soudaines selon les conditions de marché. Pour l'espérance de rendements, elle devrait être théoriquement négative. Ce n'est pas le cas pour les États-Unis. Cet enjeu est probablement dû au faible nombre de devises dans notre échantillon et au fait que la devise américaine est la plus échangée sur les marchés. La pandémie de Covid-19 peut également jouer un rôle pour les États-Unis, car le dollar américain s'est fortement apprécié au début de cette crise sanitaire, économique et financière.

Tableau X : Portefeuille équilibré – Impact des mouvements de notre portefeuille

	Indices						
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Devises	0.056*** (0.012)	0.291*** (0.014)	0.187*** (0.013)	-0.157*** (0.016)	-0.029** (0.013)	0.069*** (0.013)	-0.050*** (0.013)

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement.

Monnaie de réserve relative

La Zone Euro et le Royaume-Uni sont les pays ayant une devise qui covarie positivement avec les indices boursiers mondiaux, mais peuvent connaître quelques exceptions dépendamment du pays. Pour ces pays, tous semblent indiquer qu'ils ne possèdent pas les caractéristiques d'une monnaie de réserve, comme démontré dans les tableaux IX, X et XI. Cependant, on constate que cette affirmation est vraie en moyenne, mais varie grandement au cas par cas. Ici, la relation entre chaque pays est plus importante. Par exemple, un investisseur australien en possession d'actifs financiers de la Zone Euro devra sous-pondérer sa couverture tel que défini par Campbell et al. (2010). La devise EUR:AUD est corrélée négativement avec les marchés boursiers, et possède une asymétrie positive et des rendements moyens négatifs. Ces pays font donc l'intermédiaire entre les États-Unis, le Japon et la Suisse avec une monnaie de réserve et le Canada et l'Australie avec une monnaie risquée.

Tableau XI : Statistiques des distributions des devises

	Devises						
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Rendements moyens	-0.0019%	0.160%	-0.0036%	-0.144%	-0.270%	-0.195%	0.064%
Moyenne de l'écart de taux	-0.027%	0.199%	0.037%	-0.166%	-0.127%	0.070%	0.014%
Écart-type	2.62%	3.20%	2.81%	3.41%	2.83%	2.81%	2.85%
Asymétrie	-0.288	-0.646	-0.581	0.816	0.589	-0.654	0.327
Kurtosis	6.599	6.512	6.308	6.948	6.810	6.753	5.231
Minimum	-18.03%	-25.13%	-20.76%	-11.06%	-11.91%	-18.18%	-12.80%
Maximum	14.61%	11.93%	9.71%	25.14%	18.15%	10.90%	17.42%

Toutes les statistiques présentées sont mensuelles. L'espérance de rendements et la moyenne de l'écart de taux d'intérêt sont calculées entre chaque pays puis nous calculons la moyenne entre tous les pays.

Monnaie d'investissement

A contrario, les devises risquées sont celles de l'Australie et du Canada. Les statistiques de ces pays sont exactement à l'opposé de la définition d'une monnaie de réserve. De fait, la covariance avec les marchés mondiaux est positive (0.69 et 0.57), l'asymétrie est négative (-0.646 et -0.581) et les rendements moyens sont positifs pour l'Australie.

La représentation de cette asymétrie négative correspond aux pires rendements mensuels de ces deux devises. Pour l'Australie, avec -25.13% et le Canada avec -20.76%. Ces deux records se sont produits lors du mois d'octobre 2008, au milieu de la crise financière.

Nous parlons de monnaies d'investissement les devises ciblées par les *carry traders*. Il s'agit de devises dans lesquelles on investit pour profiter d'un taux d'intérêt élevé relativement aux devises de financement avec un taux d'intérêt bas. Cela correspond exactement à l'opposé de la monnaie de réserve.

En somme, nous constatons que les résultats confirment ce que Campbell et al. (2010) de façon statistiquement formelle. Ainsi, nous pouvons affirmer qu'une monnaie de réserve ne concerne pas uniquement sa covariance négative avec les marchés boursiers, mais également son comportement statistique et son espérance de rendements. Le différentiel de taux d'intérêt nous permet également de capter cette tendance. On peut aussi conclure qu'il existe plusieurs pays vus comme peu risqués. En revanche, nous infirmons les propos de Campbell et al. (2010) concernant la Zone Euro. En effet, il semble que la relation ait profondément changé depuis la crise financière de 2008 et la crise de la dette européenne de 2011. Cette tendance semble peu à peu revenir avec la crise Covid-19 et le Pacte de stabilité et de croissance (PSC) européen de 2020.

5.3.2. Effets fixes et aléatoires des primes *forwards*

Le test de Mundlak du tableau XII nous apprend deux choses. D'abord, le mouvement des devises est statistiquement significatif sauf pour la Suisse. Le signe des coefficients est également cohérent

à nos attentes ainsi que dans son ampleur. Par exemple, plus les rendements excédentaires de la devise japonaise augmentent, moins les rendements excédentaires des indices boursiers sont importants. En ajoutant la moyenne de la prime des *forwards* et les effets fixes temporels, on cherche à estimer les limites de cette relation.

Globalement, même en présence d'hétéroscédasticité la relation est robuste, car notre équation ne fait pas varier significativement les coefficients β . On peut donc conclure que les relations entre les rendements excédentaires sont situationnelles et contextuelles. Elles dépendent du pays c et de la période t . Le seul résultat statistiquement significatif à un seuil de 10% est celui de l'Australie ou la devise la plus risquée de notre échantillon de données. Il existe donc un lien négatif entre le rendement excédentaire des indices boursiers et de la moyenne des primes *forwards* de la devise australienne. Ce lien est aussi significatif si on inverse les variables dépendantes et indépendantes. La devise de ce pays est perçue comme systématiquement risquée. Ce qu'il faut comprendre c'est que l'ampleur de la prime est forte, car le coefficient β aussi. Donc nous pouvons avoir des rendements excédentaires de grande ampleur, aussi bien négatif que positif avec cette monnaie.

Tableau XII : Test de Mundlak

Devises							
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume- Uni	États-Unis
β	0.22*** (0.04)	0.66*** (0.03)	0.52*** (0.04)	-0.27*** (0.03)	-0.03 (0.04)	0.15*** (0.04)	-0.12** (0.04)
λ	-0.77 (0.76)	-1.20* (0.69)	-1.06 (0.73)	-0.28 (0.76)	-0.52 (0.77)	-0.69 (0.77)	-0.42 (0.767)

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement.

On remarque la présence d'effets fixes κ liés au temps t dans nos estimations pour tous les pays. Ces derniers correspondent aux années de crises financières et de récessions économiques. Ainsi, on constate donc que nos estimations peuvent être biaisées pour ces années. Ce résultat indique une variable omise. On peut penser que le *volatility risk factor* σ_t^{FX} de Menkhoff et al. (2012)

serait utile pour indiquer la volatilité des marchés, car la haute volatilité des marchés est une caractéristique des crises financières.

5.3.3. Implications pour les investissements

L'interprétation de nos résultats du point de l'économie nous informe sur les flux de capitaux, leurs directions et sur le risque perçu par les investisseurs de différents pays. On déduit donc qu'en temps de croissance et de calme sur les marchés financiers, les investisseurs s'exposent à plus de risques en investissant dans les pays avec des coefficients β positifs. Cette interprétation nous permet de connaître l'évolution de la balance des paiements, plus précisément du compte financier des pays. Il y a donc un ordre de préférence pour chaque pays et leurs relatives stabilités financières pour les investisseurs, et cette stabilité dicte le mouvement des flux de capitaux.

Ce qu'impliquent ces résultats pour une entreprise financière, c'est qu'elle doit observer statistiquement les quatre moments de la distribution afin de déterminer la catégorie de la monnaie. Idéalement, elle doit faire des prédictions de rendements, mais comme les monnaies de réserve sont plus stables, un ratio de couverture sera suffisant. Pour une monnaie de réserve absolue, il semble qu'ignorer le risque de taux de change soit le scénario le plus simple. En effet, la prime *forward* offerte lors d'instabilité financière est suffisamment élevée et négativement corrélée qu'elle bénéficie largement à nos portefeuilles. Elle fonctionne comme une sorte d'assurance lorsque nos actifs perdent de la valeur.

Ensuite, pour une monnaie de réserve relative, la question est plus délicate, car il s'agit de cas par cas. Si la relation est à notre avantage, c'est-à-dire tel qu'elle rejoint la définition d'une monnaie d'investissement, alors le problème devient le même que précédemment et peut être facilement résolu. En revanche, si la relation est défavorable, nous arrivons sur la situation suivante. Un suivi continu semble nécessaire, comme le démontre le cas de la Zone Euro ou du Royaume-Uni, la covariance évolue et s'inscrit à la fois dans un contexte et une situation. Il faut notamment tester la présence d'une racine unitaire pour confirmer ce changement structurel. Il faut donc évaluer l'espérance de rendements et le comportement (moments) de la distribution.

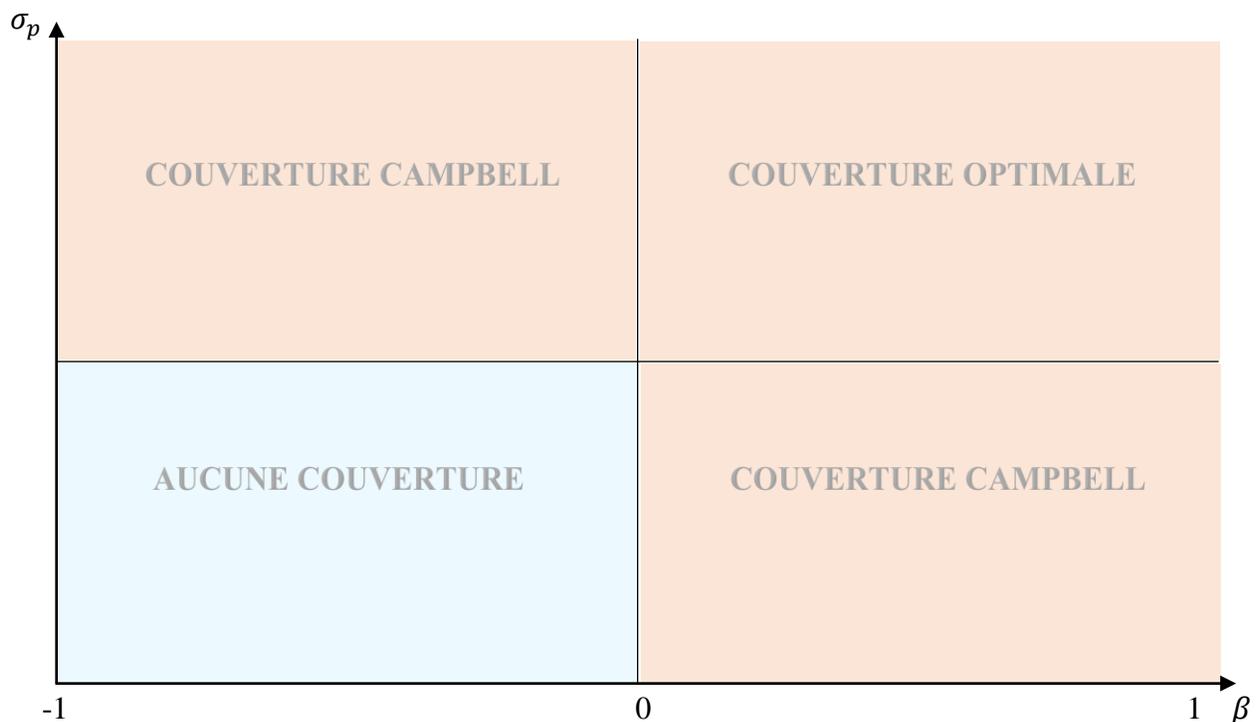
Enfin, pour une monnaie risquée, il semble qu'un suivi continu est obligatoire pour une institution financière. Ce suivi sera plus facile que le cas précédent, car la relation est plus stable, mais peut s'avérer particulièrement dangereuse en cas de mauvaise gestion. L'histoire nous apprend que ce sont les marchés boursiers qui influencent principalement le marché des devises. Ainsi, si nous inversons les variables dépendantes et indépendantes, nous constatons que cela augmente l'ampleur et la significativité de nos coefficients. Comme le montrent nos statistiques du tableau IX, un krach boursier entraîne également un krach de la devise. Un autre exemple est la crise financière asiatique des années 1990. Encore une fois, le krach boursier a provoqué un krach du taux de change. Comme les relations sont stables, l'utilisation de stratégies de couverture sera efficace car il est peu probable qu'une monnaie d'investissement devienne une monnaie de financement en quelques années.

Pour résumer l'ensemble des remarques, observations et autres commentaires, créer un outil de décision est nécessaire afin d'atteindre notre objectif de gestion des risques. Par la réduction de la volatilité de nos investissements, nous nous inscrivons bien dans un cadre de gestion des risques. Tel que défini par Dionne (2001), « la gestion des risques est un ensemble d'activités (financières et opérationnelles) qui permet de maximiser la valeur d'une entreprise en réduisant les coûts associés à une grande volatilité de ses flux d'entrées et de sorties de fonds ». Par conséquent, nous obtenons la matrice de décision présentée à la partie suivante.

5.4. Matrice de décision

De notre étude, nous pouvons synthétiser une matrice de décision afin de faciliter nos décisions d'exposition au risque de taux de change. Cette matrice se compose de deux éléments : l'écart type de notre portefeuille auquel nous souhaitons investir et la relation aux devises auxquelles nous sommes exposés avec ce même portefeuille, c'est-à-dire le coefficients β . De cette matrice, nous obtenons quatre cas de figure.

Tout d'abord, commençons par le cas le plus simple. Si notre institution financière au terme de son processus de décision d'investissement de portefeuille obtient une volatilité relativement faible et que ce dernier covarie négativement avec les marchés boursiers, alors une couverture systémique n'est pas nécessaire. Particulièrement si notre coefficient β est inférieur ou égal à -0.5, car au-delà, la prime de nos *forwards* est si importante qu'elle annule nos pertes potentielles de nos actions. Cette remarque est conditionnelle à la prime *forward* des devises. Nous sommes ainsi dans un cas de diversification naturelle utile pour un investisseur, car notre stratégie est passive tout comme notre exposition aux devises.



Graphique 3 : Matrice de décision de la gestion du risque de devises pour un portefeuille

Pour une situation où la volatilité de notre portefeuille est élevée et la covariance négative, utiliser la stratégie Campbell semble judicieux, notamment sur le long terme. Dans ce deuxième cas, qui correspond au cadran supérieur gauche, utiliser une stratégie semble nécessaire, car la prime des *forwards* n'est pas suffisamment élevée pour compenser le risque de nos actions internationales.

En revanche, si la covariance est positive mais la volatilité faible, alors l'utilisation d'une stratégie active est préconisée. Pour un investissement long terme, la stratégie Campbell inconditionnelle est une bonne manière de gérer son risque sans investir un supplément pour gérer notre risque. Pour le court terme, une couverture optimale inconditionnelle est plus adéquate.

Enfin, le dernier cadran, situé dans le coin haut à droite nécessite la mise en place d'une couverture optimale conditionnelle récursive afin de faire un suivi continu de notre investissement, car, comme le démontre notre échantillon de données, nos rendements peuvent être particulièrement hétéroscédastiques. Dans ce cas-ci, l'horizon de placement ne semble pas être un facteur déterminant, car la relation n'est pas définie clairement. Un exemple de risque avec les devises est que ce cadran est la cible des *carry traders* qui peuvent provoquer des krachs sur le marché des devises comme celui de 2015 après une hausse des taux d'intérêt de la FED.

À noter que nous utilisons l'écart-type du portefeuille comme facteur de décision ce qui est la conséquence de notre cadre conceptuel de gestion des risques. Si un investisseur souhaite maximiser le rendement de son portefeuille en prenant en compte le rendement des devises, alors le facteur sera l'espérance de rendements du portefeuille $E[r_p]$. Pour un investisseur avec une utilité maximisée lorsque le rapport rendement-risque est le plus grand, on pourrait utiliser le ratio de Sharpe ou de Sortino. Et ainsi de suite.

5.5. Comparaison à la littérature

5.5.1. Variance des portefeuilles

Nous obtenons des résultats similaires à Campbell et al. (2010), car l'application d'une couverture classique fait augmenter la variance de notre portefeuille pour les pays qui bénéficient le plus d'une exposition passive aux monnaies de réserve avec leurs investissements. Il s'agit du Canada et de l'Australie. Le tableau VII de ces auteurs affirme que l'écart-type d'un portefeuille équipondéré avec $h = 0$ et $h = 1$ est de 13.74 à 13.86, respectivement. Cette stratégie de couverture est statiquement significative à 1% pour tous les portefeuilles.

Nous réussissons aussi à démontrer comme Froot (1993) qu'une couverture optimale augmente notre variance de portefeuille sur le long terme. Ces résultats arrivent lorsque notre portefeuille d'un pays domestique risqué comme le Canada ou l'Australie. Plus la monnaie du pays domestique correspond à la définition d'une monnaie d'investissement, plus l'utilité d'utiliser une stratégie de couverture est faible. En effet, avec un investissement aux États-Unis, un investisseur canadien sera exposé aux variations de l'indice boursier américain et au taux de change, il y aura donc une diversification naturelle. Si nous cherchons à réduire la variance avec une couverture unitaire, optimale ou Campbell à partir d'un pays domestique sans monnaie de réserve, alors le gain sera d'après nos résultats faible et même contre-productif. La conditionnalité de la couverture ne change que l'ordre de grandeur de la variance, mais pas le commentaire final. Les conclusions de Froot (1993) sont donc vraies, mais partielles, car dans son étude, l'auteur observe uniquement un investissement entre les États-Unis et le Royaume-Uni.

5.5.2. Monnaie de réserve

Nous argumentons aussi que la définition d'une monnaie de réserve doit être complétée. En effet, une covariance négative avec les indices boursiers pourrait signifier une devise dont la dépréciation est permanente. Comme énoncé précédemment, nous ajoutons qu'une monnaie doit non seulement

covarier négativement avec les marchés boursiers mondiaux, mais également certaines caractéristiques statistiques. La première caractéristique est l'asymétrie positive et la seconde une espérance de rendements négative.

Nous confirmons les propos de Campbell, Serfaty-de Medeiros et Viceira (2010) sur les impacts des monnaies de réserve sur les économies de ces différents pays. D'abord, les investisseurs acceptent de recevoir une compensation du risque plus petite, voire négative comme nous l'affirmons. Ensuite, cette demande de monnaie diminue les taux d'intérêt de façon constante. Les monnaies de réserve sont les pays avec les taux d'intérêt les plus faibles et cette logique suit de préférence des investisseurs refusant le risque. Ainsi, ces pays bénéficient d'un revenu de seigneurage supérieur qu'escompté grâce aux flux de capitaux entrants.

De même, nous confirmons que l'impact du différentiel de taux d'intérêt est relatif. Il est statistiquement significatif, mais de faible ampleur. Les pays avec les mêmes caractéristiques monétaires sont le moins affectés par les variations de taux d'intérêt. Le différentiel de taux d'intérêt ne semble pas associé à l'asymétrie de la distribution des rendements comme le présente le tableau XI. Nous ne pouvons confirmer les conclusions de Brunnermeier et al. (2009) pour le lien entre écart de taux d'intérêt et asymétrie de la distribution avec notre échantillon. Tout comme Campbell et al. (2010), nous confirmons que cela pourrait indiquer qu'un *Carry Trade* est un choix intéressant pour un portefeuille²⁵.

Contrairement à Campbell et al. (2010), nous ne trouvons pas que l'Euro est une monnaie de réserve. Nous ne pouvons être aussi catégoriques, car c'est un cas particulier. Cette devise n'est plus sur le chemin pour détrôner l'hégémonie monétaire du dollar américain comme l'affirme Campbell et al. (2010). Il semble y avoir un changement structurel à partir de 2008, ce qui correspond à trois événements économiques et politiques pour l'Union européenne. La crise financière de 2008, la crise de la dette européenne de 2011 et le Brexit. Ces trois événements ont considérablement affaibli la confiance des investisseurs.

²⁵ Les résultats de Neely et al. (2009) confirment l'intuition de Campbell et al. (2010) pour un investisseur qui cherche à maximiser le ratio rendement-risque.

5.5.3. Couverture classique, statique et dynamique

Également, nous infirmons, dans cette étude, les conclusions de Roon et al. (2003) ainsi que de Glen et Jorion (1993) sur l'efficacité de la conditionnalité de la couverture. La majorité de nos résultats avec les ratios conditionnels ne sont pas statistiquement significatifs. Ils ne sont pas statistiquement plus efficaces que les ratios inconditionnels. La principale raison de la réussite de la couverture conditionnelle est le fait que l'estimation de nos ratios est conjointe comme présentée dans le tableau III, IV et VII.

Tout comme Campbell et al. (2010), nous trouvons des résultats nuancés. Pour la couverture statique ou dynamique, un critère semble se dessiner. Le test de Dickey-Fuller augmenté nous informe ou non de la stationnarité de notre ratio de couverture. Ainsi, plus notre ratio respecte cette condition, plus une couverture statique ou inconditionnelle semble être notre solution. Comme le traduit notre échantillon de données, la conditionnalité est associée avec un changement structurel de notre ratio. Autrement dit, la présence d'une racine unitaire. Notre étude se rapproche donc des remarques de Campbell et al. (2010) avec des résultats contrastés.

5.5.4. Différentiel de taux d'intérêt & volatilité

Le ratio de couverture est la pondération idéale pour une exposition aux devises qui minimise la variance de notre portefeuille. Ainsi, si le coefficient de la prime de risque des marchés globaux est particulièrement négatif, on obtient une très bonne diversification. De fait, notre ratio de couverture correspond au coefficient tel que défini chez Lustig et al. (2011) ainsi que Menkhoff et al. (2012). Mais comme démontré précédemment, la relation avec les marchés n'est pas suffisante, il faut également que la prime des *forwards* soit relativement grande lors d'instabilités financières et de récessions. Le premier facteur de ces primes est le différentiel de taux d'intérêt et le second la volatilité.

Pour le différentiel de taux d'intérêt, notre étude se rapproche du point apporté par Menkhoff et al. (2012). La volatilité est un facteur plus important que le différentiel de taux d'intérêt

empiriquement. Bien que ce dernier soit d'une importance statistiquement relative, le taux d'intérêt est « contenu » dans la volatilité, car ce dernier facteur les influence grandement. En effet, comme l'explique Menkhoff et al. (2012), le *volatility risk factor* contient également une mesure de liquidité sur les marchés des devises. La liquidité est un des moteurs principaux des taux d'intérêt. Autrement dit, comme expliqué dans la section Revue de littérature, le différentiel de taux d'intérêt explique le mieux les rendements passés et présents, mais échoue relativement à prédire la meilleure façon dont les chocs économiques influencent notre ratio de couverture. Ces chocs sont capturés par nos estimateurs de données longitudinales avec les effets fixes temporels ou de Mundlak.

De tous les articles présents dans la revue de littérature et comme fondement de cet essai, nos résultats sont proches de Campbell et al. (2010). Ils sont aussi représentatifs des conclusions de Lustig et al. (2011) ainsi que de Menkhoff et al. (2012). En effet, nous trouvons que la méthodologie Campbell est efficace. Les couvertures statiques sont plus pertinentes que les couvertures dynamiques. Également, l'appartenance à une monnaie de réserve est un critère fondamental dans la gestion des risques du taux de change.

Chapitre 6.

Conclusion

6.1. Synthèse

De cet essai, nous concluons les points suivants. La première conclusion est qu'une stratégie de couverture Campbell ou optimale restera toujours la meilleure stratégie pour minimiser la variance d'un portefeuille d'actions. Nous confirmons qu'un portefeuille couvert domine un portefeuille non couvert lorsque cette couverture est correctement appliquée. Autrement dit, il semble illusoire de ne pas tenir compte du risque de taux de change. En revanche, cette dernière stratégie peut s'avérer particulièrement volatile et non robuste à travers le temps t et le pays c . Afin d'obtenir un portefeuille à variance minimum, il ne faut pas évincer le risque de taux de change, mais s'exposer avec parcimonie à celui-ci selon les critères précédemment établis.

Ensuite, la deuxième conclusion en ce qui concerne la performance de la conditionnalité est relative. Nous ne pouvons confirmer les conclusions de Roon et al. (2003), car nos estimations sont plus proches de Campbell et al. (2010). Cette conclusion peut être le fait de deux choses : l'échantillon observé et la stationnarité du ratio de couverture. Ainsi, un changement structurel dans le comportement d'une monnaie peut altérer l'efficacité d'une couverture inconditionnelle, notamment si un processus de retour à la moyenne ne s'opère plus. Nous pouvons tout de même conclure que la conditionnalité doit être toutefois calculée de façon réursive et non en fenêtre glissante comme le présentent nos résultats, car la variance du portefeuille augmente relativement à aucune stratégie de couverture, ce qui est donc dommageable pour notre investisseur.

Puis, notre troisième conclusion est, bien que les résultats entre la stratégie Campbell et la stratégie optimale sont pluriels, il y a un avantage à l'utilisation de la couverture optimale d'après nos résultats. Néanmoins, la stratégie Campbell est plus robuste d'un point de vue statistique en plus d'être sans coûts initiaux. C'est donc une stratégie pragmatique puisqu'elle ne requiert pas de capital supplémentaire à investir dans notre portefeuille.

Quatrièmement, le critère central de décision de notre matrice est la covariance des rendements des indices boursiers et des rendements des devises. Ce facteur nous donne une première intuition, mais doit être confirmé par des statistiques supplémentaires telles que l'asymétrie, l'écart de taux d'intérêt entre le pays c et d ou encore la volatilité.

Avec le ratio de couverture Campbell et optimal, nous démontrons bien qu'il faut s'exposer avec parcimonie aux devises si l'on souhaite minimiser la variance d'un portefeuille dans le cadre de la gestion des risques. Ici, il s'agit d'une estimation historique. Éviter le risque avec une couverture unitaire est limité, voire contre-productif, car on n'exploite pas les caractéristiques de certaines devises comme diversification naturelle. En somme, ce problème de couverture est un cas particulier du problème de portefeuille, étant donné son objectif et la nature des actifs.

6.2. Limites & extensions

Une première limite de notre étude est que nous ne testons pas formellement l'impact des stratégies de couverture sur les rendements de nos portefeuilles. Ainsi, une stratégie peut s'avérer efficace pour réduire la variance, mais au contraire, dommageable pour nos rendements. Ce constat pourrait faire l'objet d'une étude supplémentaire.

La deuxième limite concerne le ratio ou l'exposition aux devises. Ce que sous-entend la couverture optimale, c'est que nos estimations passées seront les estimations futures. Nous nous détournons donc de notre hypothèse d'une espérance de rendements des devises nulle. On constate que ce n'est pas le cas puisque la parité des taux d'intérêt couverte ne tient pas systématiquement.

Troisièmement, notre étude n'inclut pas de pays émergents pour comparer avec plus de profondeur nos résultats. Cet ajout permettra de définitivement confirmer nos découvertes sur les comportements d'une monnaie. Il reste problématique à cause de la liquidité des devises de ces pays. Cette illiquidité peut exacerber la volatilité de la devise, ce qui est problématique dans le cadre de notre étude.

Dernièrement, en faisant des estimations avec des rendements passés, nous effectuons des anticipations adaptatives. Les stratégies de couverture sont donc réactives. Les anticipations adaptatives sont correctes pour le court terme, mais problématiques pour le long terme, notamment en cas de changement structurel. La théorie moderne de choix de portefeuille nous apprend qu'il existe un portefeuille optimal étant donné notre échantillon de sorte que la variance sera inférieure à une optimisation à deux étapes. De fait, cette méthode possède deux biais majeurs : la sous-optimalité et les anticipations adaptatives. Cela limite notre succès. Il est donc plus judicieux d'estimer nos rendements avec des méthodes robustes comme Lustig et al. (2011) ainsi que Menkhoff et al. (2012), ce qui correspond à des anticipations rationnelles, pour éviter les biais des ratios de couverture. Autrement dit, pour obtenir des résultats similaires nous devons estimer l'espérance de rendements et la volatilité des actions, mais également des devises dont nous sommes implicitement exposés par la détention de nos actions. Cette optimisation doit être globale. Pour une institution financière, la méthode pragmatique à adopter est d'évaluer à la fois l'espérance de rendement et le risque des actions et des devises. Ce dernier point peut faire l'objet d'une étude approfondi.

Annexes

Tableau A : Statistiques descriptives – Asymétrie et Kurtosis par paires de devises

Panel A : Asymétrie des variations mensuelles des taux de change							
Devise	EUR	AUD	CAD	JPY	CHF	GBP	USD
EUR	-	0.284	0.151	-0.810	-2.705	1.081	-0.162
AUD	-0.284	-	-0.188	-1.046	-0.713	0.133	-0.517
CAD	-0.151	0.188	-	-0.888	-0.951	0.057	-0.552
JPY	0.810	1.046	0.888	-	0.484	0.836	-0.186
CHF	2.705	0.713	0.951	-0.484	-	1.338	0.172
GBP	-1.081	0.133	0.057	-0.836	-1.338	-	-0.324
USD	0.162	0.517	0.552	0.186	-0.172	0.324	-

Panel B : Kurtosis des variations mensuelles des taux de change							
Devise	EUR	AUD	CAD	JPY	CHF	GBP	USD
EUR	-						
AUD	2.962	-					
CAD	3.432	3.590	-				
JPY	6.326	7.502	6.987	-			
CHF	21.612	4.945	6.311	4.669	-		
GBP	9.124	4.296	3.665	6.160	10.136	-	
USD	4.254	4.920	6.062	3.693	4.832	4.517	-

Tableau B : Pondérations des portefeuilles optimaux

Indices Boursiers	Devises						
	Zone Euro	Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Zone Euro	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Australie	6.16%	9.06%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Canada	0.00%	23.24%	30.75%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Japan	12.40%	15.14%	0.22%	31.60%	14.60%	15.38%	16.90%
Suisse	74.97%	44.53%	39.80%	56.02%	85.40%	41.30%	42.47
Royaume-Uni	0.00%	6.20%	0.00%	0.00%	0.00%	32.69%	0.00%
États-Unis	6.47%	1.83%	29.23%	12.39%	0.00%	10.63%	40.63

Tableau C : Portefeuille équi pondéré - Couverture unitaire et optimale

Tests Statistiques – Couverture Optimale

Pays	Aucune versus Unitaire		Unitaire versus Inconditionnelle		Aucune versus Inconditionnelle		Inconditionnelle versus Conditionnelle (récur­sif)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (fenêtre glissante)	
	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value
Zone Euro	1.15	13.10%	1.17	9.53%	1.35	0.76%	1.20	7.05%	0.63	99.99%
Australie	0.68	99.91%	1.43	0.18%	0.97	58.67%	0.98	56.81%	0.51	100.00%
Canada	0.83	93.63%	1.32	1.26%	1.09	23.71%	1.07	30.29%	0.55	100.00%
Japon	1.97	0.00%	1.19	7.86%	2.34	0.00%	1.22	5.73%	0.62	99.99%
Suisse	1.44	0.15%	1.16	11.65%	1.67	0.00%	1.22	5.62%	0.64	99.98%
Royaume-Uni	1.16	11.49%	1.16	12.03%	1.34	0.89%	1.17	10.13%	0.56	99.99%
États-Unis	1.50	0.05%	1.19	7.40%	1.79	0.00%	1.18	9.62%	0.61	100.00%

Ce tableau présente le test statistique de la variance des portefeuilles. Nous testons si la variance du premier portefeuille est statistiquement égale au second portefeuille comme hypothèse nulle ou supérieure au deuxième comme hypothèse alternative.

Tableau D : Portefeuille équipondéré - Couverture Campbell, unitaire et optimale

Tests Statistiques – Couverture Campbell

Pays domestique	Aucune versus Inconditionnelle		Unitaire versus Inconditionnelle		Optimale versus Campbell (Inconditionnelle)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (récuratif)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (fenêtre glissante)	
	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value
Zone Euro	1.58	0.00%	1.37	0.49%	1.17	10.08%	0.88	84.43%	0.46	100.00%
Australie	0.74	99.35%	1.08	26.05%	0.76	98.83%	0.88	84.04%	0.53	100.00%
Canada	1.05	33.64%	1.27	2.59%	0.96	61.54%	0.88	85.51%	0.54	100.00%
Japon	1.96	0.00%	0.99	51.73%	0.84	92.76%	0.73	99.45%	0.55	100.00%
Suisse	1.79	0.00%	1.25	3.72%	1.08	27.68%	1.00	48.98%	0.49	100.00%
Royaume-Uni	1.46	0.10%	1.26	2.94%	1.09	23.66%	0.95	65.86%	0.54	100.00%
États-Unis	1.87	0.00%	1.25	3.49%	1.05	35.67%	0.83	92.91%	0.50	100.00%

Ce tableau présente le test statistique de la variance des portefeuilles. Nous testons si la variance du premier portefeuille est statistiquement égale au second portefeuille comme hypothèse nulle ou supérieure au deuxième comme hypothèse alternative.

Tableau E : Portefeuille optimal - Couverture unitaire et optimale

Tests Statistiques – Couverture optimale

	Aucune versus Unitaire		Unitaire versus Inconditionnelle		Aucune versus Inconditionnelle		Inconditionnelle versus Conditionnelle (récuratif)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (fenêtre glissante)	
	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value
Pays domestique										
Zone Euro	0.93	71.31%	1.16	11.65%	1.08	26.42%	1.11	20.76%	0.63	99.99%
Australie	1.11	19.01%	0.90	81.66%	1.00	51.00%	1.00	48.43%	0.60	100.00%
Canada	0.75	99.11%	1.30	1.52%	0.98	58.17%	1.02	44.88%	1.03	41.42%
Japon	1.45	0.12%	1.01	46.37%	1.47	0.00%	1.01	46.51%	1.04	37.26%
Suisse	0.99	52.21%	1.00	47.60%	1.00	49.81%	0.95	64.96%	0.94	68.76%
Royaume-Uni	0.97	58.20%	1.07	28.18%	1.05	35.55%	0.90	79.78%	0.72	99.54%
États-Unis	1.09	24.93%	1.02	42.97%	1.11	19.66%	1.00	50.90%	0.81	95.50%

Ce tableau présente le test statistique de la variance des portefeuilles. Nous testons si la variance du premier portefeuille est statistiquement égale au second portefeuille comme hypothèse nulle ou supérieure au deuxième comme hypothèse alternative.

Tableau F : Portefeuille optimal - Couverture Campbell, unitaire et optimale

Tests Statistiques – Couverture Campbell

Pays	Aucune versus Inconditionnelle		Unitaire versus Inconditionnelle		Optimale versus Campbell (Inconditionnelle)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (récursif)		Inconditionnelle versus Conditionnelle (fenêtre glissante)	
	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value	F-stat	p-value
Zone Euro	1.33	1.05%	1.42	0.21%	1.23	4.65%	0.90	80.44%	0.51	100.00%
Australie	1.14	14.05%	1.02	42.92%	1.14	13.99%	0.87	85.97%	0.52	100.00%
Canada	1.08	27.68%	1.44	0.15%	1.10	21.23%	0.93	71.42%	0.86	88.05%
Japon	1.14	13.85%	0.79	97.50%	0.78	97.99%	1.30	1.79%	1.34	1.00%
Suisse	1.00	49.79%	1.00	47.58%	1.00	49.99%	0.95	66.14%	0.94	68.52%
Royaume-Uni	1.06	32.27%	1.09	25.23%	1.01	46.43%	0.89	83.03%	0.71	99.70%
États-Unis	1.23	4.36%	1.14	15.04%	1.11	19.55%	0.89	81.93%	0.73	99.45%

Ce tableau présente le test statistique de la variance des portefeuilles. Nous testons si la variance du premier portefeuille est statistiquement égale au second portefeuille comme hypothèse nulle ou supérieure au deuxième comme hypothèse alternative.

Tableau G : Couverture pour un portefeuille d'un pays

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		0.20 (0.13)	0.42*** (0.15)	1.42*** (0.11)	1.63*** (0.31)	0.84*** (0.16)	1.21*** (0.14)
Australie	1.59*** (0.12)		1.36*** (0.11)	1.47*** (0.07)	1.54*** (0.10)	1.41*** (0.10)	1.48*** (0.09)
Canada	1.41*** (0.10)	0.55*** (0.13)		1.50*** (0.09)	1.43*** (0.10)	1.37*** (0.10)	1.85*** (0.12)
Japan	0.33** (0.15)	0.20** (0.09)	0.14 (0.11)		0.43*** (0.15)	0.29** (0.13)	0.26 (0.16)
Suisse	0.29** (0.11)	0.42*** (0.06)	0.50*** (0.07)	1.03*** (0.09)		0.60*** (0.09)	0.79*** (0.09)
Royaume-Uni	0.72*** (0.11)	0.35*** (0.08)	0.37*** (0.08)	1.14*** (0.10)	0.97*** (0.10)		1.11*** (0.11)
États-Unis	0.55*** (0.12)	0.31*** (0.08)	0.03 (0.11)	1.14*** (0.13)	0.81*** (0.11)	0.45*** (0.14)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		-0.80*** (0.15)	-0.58*** (0.15)	0.42*** (0.11)	0.63** (0.32)	-0.17 (0.16)	0.22 (0.14)
Australie	0.59*** (0.12)		0.36*** (0.11)	0.47*** (0.07)	0.54*** (0.10)	0.41*** (0.10)	0.49*** (0.08)
Canada	0.41*** (0.10)	-0.46*** (0.13)		0.503*** (0.09)	0.43*** (0.10)	0.37*** (0.10)	0.85*** (0.12)
Japan	-0.67*** (0.15)	-0.80*** (0.09)	-0.86* (0.11)		-0.57*** (0.15)	-0.71*** (0.13)	-0.74*** (0.17)
Suisse	-0.70*** (0.12)	-0.58*** (0.06)	-0.49*** (0.07)	0.03 (0.09)		-0.40*** (0.09)	-0.21** (0.09)
Royaume-Uni	-0.27** (0.11)	-0.65*** (0.08)	-0.60*** (0.09)	0.14 (0.10)	-0.03 (0.10)		0.12 (0.13)
États-Unis	-0.45*** (0.12)	-0.69*** (0.08)	-0.97*** (0.11)	0.14 (0.14)	-0.19* (0.11)	-0.56*** (0.15)	

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement. Tous les écarts-types sont calculés selon la procédure Newey-West.

Tableau H : Couverture pour un portefeuille équilibré

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		0.00 (0.18)	0.00 (0.19)	0.00 (0.18)	0.00 (0.19)	0.01 (0.19)	0.00 (0.19)
Australie	0.71*** (0.09)		0.71*** (0.10)	0.73*** (0.10)	0.71*** (0.10)	0.69*** (0.10)	0.71*** (0.10)
Canada	0.52*** (0.11)	0.51*** (0.12)		0.49*** (0.12)	0.52*** (0.12)	0.55*** (0.12)	0.53*** (0.12)
Japan	-0.19** (0.09)	-0.19** (0.09)	-0.19** (0.09)		-0.19** (0.09)	-0.19* (0.09)	-0.19* (0.09)
Suisse	-0.09 (0.16)	-0.09 (0.15)	-0.09 (0.08)	-0.10 (0.16)		-0.10 (0.16)	-0.09 (0.16)
Royaume-Uni	0.16 (0.10)	0.17* (0.10)	-0.16 (0.10)	0.16* (0.10)	0.16 (0.10)		0.16 (0.10)
États-Unis	-0.12 (0.13)	0.12 (0.13)	-0.11 (0.13)	-0.10 (0.13)	-0.11 (0.13)	-0.12 (0.12)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		-0.14 (0.18)	-0.15 (0.19)	-0.14 (0.18)	-0.14 (0.19)	-0.13 (0.19)	-0.15 (0.19)
Australie	0.57*** (0.09)		0.57*** (0.10)	0.59*** (0.10)	0.57*** (0.10)	0.55*** (0.12)	0.57*** (0.10)
Canada	0.38*** (0.12)	0.37*** (0.12)		0.35*** (0.12)	0.38*** (0.12)	0.40*** (0.12)	0.38*** (0.12)
Japan	-0.33*** (0.09)	-0.33*** (0.09)	-0.33*** (0.09)		-0.33*** (0.09)	-0.33*** (0.09)	-0.33*** (0.09)
Suisse	-0.24 (0.16)	-0.23 (0.16)	-0.23* (0.16)	-0.24 (0.16)		-0.24 (0.16)	-0.23 (0.16)
Royaume-Uni	0.02 (0.10)	0.02 (0.10)	0.02 (0.10)	0.02 (0.10)	0.02 (0.10)		0.02 (0.10)
États-Unis	-0.26** (0.13)	-0.26** (0.13)	-0.26** (0.13)	-0.25* (0.13)	-0.26** (0.13)	-0.26** (0.13)	

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement. Tous les écarts-types sont calculés selon la procédure Newey-West.

Tableau I : Couverture pour un portefeuille optimal

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	0.65*** (0.07)		X	X	X	X	X
Canada	X	0.51*** (0.11)		X	X	X	X
Japan	-0.16 (0.10)	-0.14 (0.09)	-0.20** (0.09)		0.04 (0.09)	-0.13 (0.11)	-0.18 (0.14)
Suisse	0.22** (0.11)	0.06 (0.08)	0.23*** (0.08)	0.63*** (0.10)		0.35*** (0.11)	0.54*** (0.11)
Royaume-Uni	X	0.11 (0.09)	X	X	X		X
États-Unis	0.16 (0.11)	-0.15 (0.12)	-0.16 (0.12)	0.49*** (0.12)	X	0.13 (0.14)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	0.65*** (0.07)		X	X	X	X	X
Canada	X	0.50*** (0.11)		X	X	X	X
Japan	-0.16 (0.10)	-0.14** (0.09)	-0.20** (0.07)		0.04 (0.09)	-0.13 (0.11)	-0.18 (0.14)
Suisse	0.22** (0.11)	0.06 (0.08)	0.23*** (0.08)	0.63*** (0.10)		0.35*** (0.11)	0.54*** (0.11)
Royaume-Uni	X	0.11 (0.09)	X	X	X		X
États-Unis	0.16 (0.11)	-0.15 (0.12)	-0.16 (0.12)	0.49*** (0.12)	X	0.13 (0.14)	

Nous marquons avec une, deux ou trois étoiles les tests pour lesquels nous rejetons l'hypothèse nulle que le coefficient est égal à zéro avec un niveau de confiance de 10 %, 5 % et 1 %, respectivement. Tous les écarts-types sont calculés selon la procédure Newey-West.

Tableau J : Test de Dickey-Fuller augmenté – Portefeuille équi pondéré

Couverture conditionnelle récursive

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		-1.60 (48.31)	-4.08 (0.10)	-1.44 (56.54)	-3.70 (0.41)	-4.18 (0.07)	-1.50 (53.58)
Australie	-4.33 (0.04)		-4.36 (0.04)	-4.74 (0.01)	-4.10 (0.10)	-2.77 (6.35)	-4.57 (0.01)
Canada	-3.56 (0.67)	-3.77 (0.33)		-4.58 (0.01)	-3.97 (0.16)	-2.92 (4.28)	-3.68 (0.44)
Japan	-2.46 (12.47)	-2.42 (13.65)	-2.43 (13.44)		-2.35 (15.62)	-0.99 (29.11)	-2.45 (12.81)
Suisse	-1.32 (61.80)	-1.22 (66.54)	-2.35 (15.77)	-1.19 (67.99)		-2.21 (20.22)	-1.16 (68.95)
Royaume-Uni	-2.70 (7.48)	-2.39 (14.41)	-2.45 (12.73)	-2.32 (16.69)	-2.62 (8.84)		-2.49 (11.88)
États-Unis	-4.00 (0.14)	-4.27 (0.05)	-4.10 (0.10)	-4.20 (0.07)	-4.71 (0.01)	-3.16 (2.24)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		-1.60 (48.14)	-4.03 (0.13)	-1.43 (56.71)	-3.68 (0.44)	-4.11 (0.09)	-1.44 (56.36)
Australie	-4.26 (0.05)		-4.22 (0.06)	-4.71 (0.01)	-4.04 (0.12)	-2.74 (6.76)	-4.07 (0.11)
Canada	-4.07 (0.11)	-3.80 (0.29)		-3.02 (3.36)	-4.00 (0.14)	-2.73 (6.89)	-3.75 (0.35)
Japan	-2.41 (13.81)	-2.53 (10.74)	-2.40 (14.06)		-2.28 (17.79)	-2.32 (16.60)	-2.40 (14.33)
Suisse	-1.29 (9.92)	-1.22 (66.55)	-1.95 (30.89)	-1.19 (67.97)		-2.17 (21.63)	-1.77 (39.56)
Royaume-Uni	-2.74 (6.73)	-2.42 (13.66)	-2.50 (11.52)	-2.31 (16.88)	-2.65 (8.28)		-2.94 (4.10)
États-Unis	-4.00 (0.14)	-4.27 (0.05)	-4.08 (0.10)	-4.20 (0.07)	-4.75 (0.01)	-3.13 (2.42)	

Les p-value sont calculées avec l'approximation selon la procédure MacKinnon. Nous prenons une marche aléatoire sans dérive comme l'hypothèse la plus restrictive pour nos valeurs critiques.

Tableau K : Test de Dickey-Fuller augmenté – Portefeuille équipondéré

Couverture conditionnelle fenêtre glissante

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		-3.87 (0.23)	-4.01 (0.14)	-3.90 (0.21)	-3.89 (0.21)	-4.01 (0.14)	-4.05 (0.12)
Australie	-4.21 (0.06)		-4.30 (0.04)	-4.07 (0.11)	-4.15 (0.08)	-4.19 (0.07)	-4.25 (0.05)
Canada	-3.43 (1.01)	-3.44 (0.98)		-3.60 (0.57)	-3.60 (0.57)	-3.48 (0.85)	-3.42 (1.02)
Japan	-6.00 (0.00)	-6.03 (0.00)	-6.14 (0.00)		-5.99 (0.00)	-5.91 (0.00)	-6.13 (0.00)
Suisse	-4.17 (0.07)	-4.26 (0.05)	-4.17 (0.07)	-4.12 (0.09)		-4.42 (0.03)	-4.24 (0.06)
Royaume-Uni	-4.54 (0.02)	-4.65 (0.01)	-4.53 (0.02)	-4.77 (0.01)	-4.50 (0.02)		-4.65 (0.01)
États-Unis	-4.64 (0.01)	-4.78 (0.01)	-4.77 (0.01)	-5.05 (0.00)	-4.81 (0.01)	-4.54 (0.02)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		-3.86 (0.23)	-4.02 (0.13)	-3.90 (0.21)	-3.89 (0.21)	-4.01 (0.14)	-4.05 (0.12)
Australie	-4.20 (0.07)		-4.29 (0.05)	-4.07 (0.11)	-4.13 (0.09)	-4.19 (0.07)	-4.24 (0.06)
Canada	-3.43 (0.99)	-3.38 (1.16)		-3.60 (0.57)	-3.60 (0.58)	-3.47 (0.87)	-3.42 (1.02)
Japan	-6.00 (0.00)	-6.01 (0.00)	-6.11 (0.00)		-5.99 (0.00)	-5.90 (0.00)	-6.11 (0.00)
Suisse	-4.19 (0.07)	-4.25 (0.05)	-4.17 (0.07)	-4.12 (0.09)		-4.42 (0.03)	-4.23 (0.06)
Royaume-Uni	-4.53 (0.02)	-4.65 (0.01)	-4.50 (0.02)	-4.77 (0.01)	-4.49 (0.02)		-4.62 (0.01)
États-Unis	-4.63 (0.01)	-4.77 (0.01)	-4.75 (0.01)	-5.04 (0.00)	-4.80 (0.01)	-4.53 (0.02)	

Les p-value sont calculées avec l'approximation selon la procédure MacKinnon. Nous prenons une marche aléatoire sans dérive comme l'hypothèse la plus restrictive pour nos valeurs critiques.

Tableau L : Test de Dickey-Fuller augmenté – Portefeuille optimal

Couverture conditionnelle réursive

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	-3.47 (0.88)		X	X	X	X	X
Canada	X	-6.76 (0.00)		X	X	X	X
Japan	-3.49 (0.82)	-2.28 (17.74)	X		-1.54 (51.32)	-2.53 (10.88)	-2.15 (22.43)
Suisse	-1.43 (56.81)	-2.41 (13.94)	-4.49 (0.02)	-1.12 (70.61)		-1.91 (32.85)	-1.76 (40.20)
Royaume-Uni	X	-3.49 (0.82)	X	X	X		-1.71 (42.71)
États-Unis	-2.70 (7.49)	-3.77 (0.32)	-3.10 (2.67)	-2.04 (27.12)	X	-3.17 (2.16)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	-3.46 (0.91)		X	X	X	X	X
Canada	X	-6.79 (0.00)		X	X	X	X
Japan	-3.48 (0.86)	-2.24 (19.08)	X		-1.55 (50.82)	-2.49 (11.68)	-2.12 (23.79)
Suisse	-1.40 (58.22)	-1.67 (44.79)	-0.99 (75.56)	-1.00 (75.18)		-1.90 (33.09)	-1.76 (40.28)
Royaume-Uni	X	-3.60 (0.57)	X	X	X		-1.74 (41.08)
États-Unis	-2.69 (7.60)	-3.73 (0.37)	-1.87 (34.54)	-2.04 (27.12)	X	-3.22 (1.88)	

Les p-value sont calculées avec l'approximation selon la procédure MacKinnon. Nous prenons une marche aléatoire sans dérive comme l'hypothèse la plus restrictive pour nos valeurs critiques.

Tableau M : Test de Dickey-Fuller augmenté – Portefeuille optimal

Couverture conditionnelle fenêtre glissante

Indices Boursiers	Zone Euro	Devises					
		Australie	Canada	Japon	Suisse	Royaume-Uni	États-Unis
Panel A: Couverture Optimale							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	-3.31 (1.44)		X	X	X	X	X
Canada	X	-3.52 (0.76)		X	X	X	X
Japan	-4.18 (0.07)	-5.47 (0.00)	X		-3.60 (0.58)	-2.50 (11.59)	-2.23 (19.46)
Suisse	-3.68 (0.44)	-3.56 (0.66)	-3.18 (2.11)	-3.18 (2.09)		-5.43 (0.00)	-4.96 (0.00)
Royaume-Uni	X	-3.17 (2.19)	X	X	X		-3.69 (0.43)
États-Unis	-3.86 (0.24)	-4.94 (0.00)	-2.79 (5.95)	-2.94 (4.14)	X	-4.27 (0.05)	
Panel B: Couverture Campbell							
Zone Euro		X	X	X	X	X	X
Australie	-3.31 (1.46)		X	X	X	X	X
Canada	X	-3.46 (0.90)		X	X	X	X
Japan	-4.18 (0.07)	-5.45 (0.00)	X		-3.59 (0.60)	-2.50 (11.61)	-1.87 (33.40)
Suisse	-3.68 (0.44)	-2.35 (15.70)	-2.73 (6.84)	-3.18 (2.12)		-5.43 (0.00)	-4.96 (0.00)
Royaume-Uni	X	-3.17 (2.16)	X	X	X		-3.68 (0.44)
États-Unis	-3.86 (0.23)	-4.92 (0.00)	-2.72 (7.03)	-2.93 (4.14)	X	-4.27 (0.05)	

Les p-value sont calculées avec l'approximation selon la procédure MacKinnon. Nous prenons une marche aléatoire sans dérive comme l'hypothèse la plus restrictive pour nos valeurs critiques.

Bibliographie

Bekaert, G. et Hodrick, R. J. (2012) *International financial management*. 2nd ed. Upper Saddle River, N.J.: Pearson.

Berg, A. D. et Borensztein E. (2000) « Full dollarization: the pros and cons. », Washington D.C.: *International Monetary Fund* (Economic issues, 24).

Black, F. (1995) « Universal hedging: optimizing currency risk and reward in international equity portfolios », *Financial Analysts Journal*, 51(1), pp. 161–167.

Brunnermeier, M. K., Nagel, S. et Pedersen, L. H. (2008) *Carry trades and currency crashes*, Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research (NBER working paper series, no. w14473).

Burnside, C., Eichenbaum, S. M. et Rebelo S. (2007) *The returns to currency speculation in emerging markets*. Cambridge, Mass.: National Bureau of Economic Research (NBER working paper series, no. 12916).

Campbell, J. Y., Serfaty-De Medeiros et K. et Viceira, L. M. (2010) « Global currency hedging », *The Journal of Finance*, 65(1), pp. 87–121.

de Roon, F. A., Nijman, T. E. et Werker, B. J. M. (2003) « Currency hedging for international stock portfolios: the usefulness of mean-Variance analysis », *Journal of Banking and Finance*, 27(2), pp. 327–349.

Dionne, G. (2019) *Corporate risk management: theory and applications*. Newark: John Wiley & Sons, Incorporated.

Froot, K. (1993) *Currency hedging over long horizons*. Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research (NBER working paper series, no. w4355).

Glen, J. et Jorion, P. (1993) « Currency hedging for international portfolios », *Journal of Finance*, 48, pp. 1865-1886.

- Goetzmann, W. N., Li, L. et Rouwenhorst, K. G. (2005) « Long-term global market correlations », *The Journal of Business*, 78(1), p. 1.
- Hamilton, J. D. (1994) *Time series analysis*, Princeton, N.J.: Princeton University Press. pp. 475-543.
- Jorion, P. (1994) « Mean/variance analysis of currency overlays », *Financial Analysts Journal*, 50(3), pp. 48–56.
- Markowitz, H. M. (1952) « Portfolio selection », *The Journal of Finance*. 7 (1): pp. 77–91.
- Meier, I. (2019) « Currency hedging of global equity portfolios », *Institut canadien des dérivés*, [Document de recherche].
- Menkhoff, L., Sarno, L., Schmeling, M. et Schrimpf, A. (2012) « Carry trades and global foreign exchange volatility », *Journal of Finance*, 67(2), pp. 681–718.
- Neely, C. J., Weller, P. A. et Ulrich, J. M. (2009) « The adaptative markets hypothesis: evidence from the foreign exchange market », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 44(2), pp. 467-488.
- Neely, C. J. et Weller, P. A. (2013) « Lessons from the evolution of foreign exchange trading strategies », *Journal of Banking & Finance*, 37(10), pp. 3783-3798.
- Lustig, H., Roussanov, N. et Verdelhan A. (2011) « Common risk factors in currency markets», *The Review of Financial Studies*, 24(11), pp. 3731–3777.
- Rebelo S., Burnside C. A., et Eichenbaum S. M. (2008) *Do peso problems explain the returns to the carry trade?*, Cambridge, Mass: National Bureau of Economic Research (NBER working paper series, no. w14054).
- Reilly, F. K. et Brown, K. C. (2012). *Investment analysis and portfolio management*, 10th ed., Mason, Ohio, South-Western Cengage Learning, pp. 181-267.
- Solnik, B. et McLeavey, D. (2009) *Global investments*. 6th ed. Boston (Mass.): Pearson/Prentice Hall (Prentice Hall series in Finance).
- Wooldridge J. M. (2010) *Econometric analysis of cross section and panel data*. 2nd ed. Cambridge, The MIT Press, pp. 321-334.

Wooldridge J. M. (2016) *Introductory econometrics: a modern approach*. 6th ed. South-Western Cengage Learning pp.372-396.