



Mandat d'audit interne - Investissements :
Mesure du risque de marché du portefeuille immobilier

Travail présenté à :

Pr. Georges Dionne

Dans le cadre d'un projet supervisé en organisation

(mandat d'intervention) à la M.Sc. Finance

effectué à la session d'automne 2019

Par :

Rim Khoffi

11174935

Table des matières

| | |
|--|----|
| RÉSUMÉ DU PROJET SUPERVISÉ..... | 3 |
| REMERCIEMENTS | 4 |
| PRÉSENTATION..... | 5 |
| REVUE LITTÉRAIRE | 7 |
| MÉTHODOLOGIES DE MESURE DU RISQUE AU SEIN DE L'ORGANISATION..... | 8 |
| MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DE LA VALEUR À RISQUE..... | 8 |
| MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DE LA VALEUR À RISQUE DES ACTIFS IMMOBILIERS..... | 9 |
| DONNÉES | 13 |
| RÉSULTATS | 14 |
| STATISTIQUES DESCRIPTIVES: | 14 |
| MESURES DE RISQUE : | 18 |
| COMPOSANTES PRINCIPALES : | 21 |
| CONCLUSION..... | 24 |
| BIBLIOGRAPHIE..... | 25 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1 : Statistiques descriptives des indices immobiliers publics de 2008 à 2020 | 14 |
| Tableau 2 : Statistiques descriptives des indices immobiliers privés de 2008 à 2020 | 15 |
| Tableau 3: Statistiques descriptives du S&P 500 de 2008 à 2020 | 15 |
| Tableau 4 : Coefficients bêta des indices REITS sur l'indice S&P 500..... | 17 |
| Tableau 5 : Coefficients bêta des indices NCREIF sur l'indice S&P 500..... | 18 |
| Tableau 6 : Mesures de risques | 20 |
| Tableau 7 : Loading des composantes principales | 23 |
| Tableau 8 : Corrélations entre les composantes principales | 23 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Approche de modélisation de la prime immobilière | 10 |
| Figure 2 : Variance expliquée des indices REITS | 22 |
| Figure 3 : Variance expliquée des indices NCREIF..... | 22 |

Résumé du projet supervisé

La mesure du risque de marché est un processus très important pour un fonds institutionnel. Dans le cadre d'un stage effectué dans le département d'audit-investissement d'un fonds institutionnel, nous avons évalué la méthodologie de la mesure du risque de marché du portefeuille immobilier.

Durant la dernière décennie, le fonds institutionnel a fait le choix d'investir massivement dans l'immobilier afin d'accroître la résilience de son portefeuille . Néanmoins, investir dans le secteur relève des défis majeurs notamment en ce qui a trait à la mesure du risque. Ce défi est surtout de mise pour les investissements immobiliers indirects. Ainsi, à contrario des investissements immobiliers directs qui présentent assez de données afin de calculer la valeur à risque , le manque de données disponibles est problématique à la mesure du risque des investissements immobiliers directs. Ceci est particulièrement vrai pour l'immobilier commercial (par exemple, bureaux, centres commerciaux, etc.), où le fonds institutionnel a largement investi.

Pour compenser le manque de données disponibles, le fonds institutionnel et la plupart des papiers de recherche utilisent des indices de marché (par exemple les REITS) afin de modéliser la Valeur à risque des actifs immobiliers. Ce projet supervisé aura pour objectif de démontrer que calculer la valeur à risque en tenant compte des données de marchés revient à calculer la Var de marché et non la Var du portefeuille. L'objectif étant de fournir une critique constructive sur la méthodologie du calcul de la valeur à risque du portefeuille immobilier au sein du fonds et plus spécifiquement de prouver que les indices de marché et les indices des prix de propriété exhibent des caractéristiques risque-rendement différentes.

Remerciements

Je tiens à remercier tout d'abord mon directeur de projet supervisé le professeur Georges Dionne pour m'avoir guidé et pour ses conseils avisés. Je remercie également mes collègues de l'audit interne ainsi que les amis que j'ai connus durant mon parcours à HEC à Montréal pour leur soutien tout au long du projet.

Présentation

L'immobilier est une classe d'actifs différente des classes d'actifs traditionnelles en ce sens qu'elle est éminemment attachée à l'économie réelle. Au sein de cette classe d'actifs, on distingue communément l'immobilier d'habitation et l'immobilier d'entreprise. Chacun d'eux repose sur des logiques différentes. L'habitation est davantage liée aux évolutions sociodémographiques alors que l'immobilier tertiaire est en lien direct avec le tissu « économique » d'un pays et sa croissance. En tant que placement, l'immobilier apporte dans le cadre d'une allocation globale de portefeuille, de véritables sources de valeurs, mais comporte également, comme toute classe d'actifs, un certain nombre de risques spécifiques. Le secteur immobilier est très recherché par les investisseurs dus aux bons rendements qu'il promet, à la diversification qu'il apporte, mais aussi pour la couverture qu'il apporte en temps de récession.

Ainsi les titres immobiliers ont tendance à suivre leur propre rythme et à performer dans un contexte de ralentissement économique. Depuis 1991, le secteur a surperformé le S&P 500 de plus de 7% par an durant les périodes de fin de cycles . La diversification qu'apporte le secteur est particulièrement de mise sur le marché canadien. Ainsi, une étude publiée par BMO Gestion d'actifs, qui se base sur les rendements des indices dans les 10 dernières années, a recensé que le secteur immobilier a eu un coefficient de corrélation de 0,57 avec l'ensemble du marché boursier national et un coefficient de corrélation de 0,28 avec l'ensemble du marché obligataire.

Dans cette perspective, beaucoup de fonds institutionnels ont entrepris d'investir massivement dans l'immobilier afin d'accroître la résilience de leur portefeuille global à l'instar du fonds institutionnel où j'ai effectué mon stage.

Durant la période où j'ai effectué mon stage en automne 2019, l'équipe d'audit investissement avait pour mandat de donner de l'assurance et des conseils avisés en ce qui a trait « la gestion et à la mesure du risque de marché ». Parmi toutes les classes d'actifs dont l'équipe d'audit devait examiner les méthodologies de mesure du risque, l'immobilier fut certainement celui qui a présenté le plus d'enjeux.

Ainsi durant mon stage j'ai dû recueillir de l'information sur la méthodologie de la mesure du risque de marché du portefeuille immobilier et étudier minutieusement cette information. À travers cette démarche je me suis forgée un avis sur la méthodologie appliquée au sein du fonds que je vais étayer dans une seconde partie en étudiant les caractéristiques de risque et de rendement des indices immobiliers de marché et des indices privés. Par ailleurs les valeurs à risque seront calculées en prenant en compte les deux indices et une analyse en composante principale sera menée afin d'évaluer le profil de risque des indices de marché et des indices privés.

La suite du projet se déclinera comme suit. Dans un premier temps une revue littéraire sur la mesure du risque de marché pour les actifs immobiliers sera fournie. Par la suite, je vais documenter la méthodologie de la mesure du risque au sein du fonds institutionnel afin de mettre en lumière la façon dont les indices de marché sont utilisés pour calculer le risque du portefeuille. Par la suite je vais démontrer que calculer la valeur à risque en tenant compte des données de marché revient à calculer la Var de marché et non la Var du portefeuille.

Revue littéraire

La revue littéraire sera entamée avec l'article Charles-Olivier Amédée-Manesme et Fabrice Barthélémy (2015) . Cet article a largement contribué à la recherche sur la mesure du risque des actifs immobiliers en étant le premier à tenir compte des caractéristiques spécifiques des investissements immobiliers. Les rendements prévus de chaque actif sont modélisés en actualisant les flux monétaires futurs. Les flux monétaires futurs tiennent compte des caractéristiques de l'investissement (en particulier les modalités du bail, la période d'inoccupation et les décisions des locataires de résilier le bail). C'est là que réside l'innovation de leur proposition, ce sont les premiers à prendre en compte les caractéristiques spécifiques des biens immobiliers.

Baroni, Barthelemy, et Mokrane (2007) utilisent les dynamiques de loyers pour estimer les flux monétaires futurs. À cette fin, ils estiment les paramètres de tendance et de volatilité des indices immobiliers parisiens pour obtenir un modèle dynamique avec les paramètres correspondants. La principale amélioration de ce modèle est que la valeur finale n'est pas dérivée d'un taux de croissance anticipé des flux de trésorerie, mais de paramètres de tendances et de volatilité des prix de l'immobilier. En outre, ils utilisent la simulation de Monte Carlo et l'approche DCF à travers le portefeuille de biens immobiliers et comparent les résultats. Les simulations de Monte Carlo sont considérées comme plus efficaces pour la mesure d'actifs complexes générateurs de liquidités (par exemple, les biens immobiliers). Les flux de trésorerie simulés par la méthode de Monte Carlo se révèlent également plus robustes et moins sensibles aux hypothèses sur les taux de croissance.

Peng (2010) examine les caractéristiques de risque et de rendement des investissements directs dans l'immobilier commercial. Il utilise un ensemble de données portant sur 3125 propriétés commerciales détenues entre 1978 et 2009. Dans cette étude, Peng développe une nouvelle méthode pour estimer la sensibilité des rendements de l'immobilier commercial aux variables économiques. Il constate que la prime de risque

des propriétés commerciales est positivement corrélée à la croissance du PIB et à la variation de l'écart de crédit, mais négativement à l'inflation et à la prime de risque du marché boursier et que les caractéristiques de risque diffèrent selon le type de propriété. La relation négative entre les actions et la prime de risque immobilière a confirmé que les actifs immobiliers contribuent à diversifier le risque des actions. En outre, à l'aide de simulations de Monte Carlo, il montre que la nouvelle méthode fournit une meilleure estimation de la relation entre la prime de risque immobilière et les variables économiques que l'habituelle approche indicielle.

Booth et al.(2002) examinent les mesures de risque des portefeuilles immobiliers, suggérant que des questions pratiques obligent les investisseurs immobiliers à traiter l'immobilier différemment des autres catégories d'actifs. Le rapport se concentre sur la différence entre les mesures symétriques, telles que l'écart-type, et sur les mesures de risque de perte telles que la VaR. Leurs travaux se concentrent sur toutes les mesures de risque utilisées dans l'immobilier, constituant ainsi une revue des métriques complète du risque immobilier.

Méthodologies de mesure du risque au sein de l'organisation

Méthodologie de calcul de la valeur à risque

Afin de mesurer le risque intrinsèque à son portefeuille global, le fonds institutionnel a notamment fait le choix de calculer la valeur à risque historique en assumant un niveau de confiance de 95%.

La Valeur à Risque (VaR) est l'une des mesures du risque de marché les plus répandues et les plus populaires auprès des praticiens des marchés financiers qui la considèrent comme une mesure de référence. La VaR correspond au montant des pertes qui ne devraient pas être dépassées pour un niveau de confiance donné (en général de 95% ou 99%) et sur un horizon temporel déterminé (de 1 jour à un an). En d'autres termes, il s'agit de la perte maximale potentielle qui ne devrait être atteinte qu'avec une probabilité donnée sur un horizon temporel donné. Le calcul de la VaR consiste à estimer

la perte maximale probable d'un portefeuille d'actifs en assumant un niveau de confiance et un horizon d'investissement prédéterminés et des conditions normales de marché.

Le principe de la méthode de simulation historique est d'estimer la VaR par le quantile empirique des rendements passés. En effet, considérons $(R_t)_{t=1, \dots, T}$ une suite de rendements d'un actif ou d'un portefeuille observés aux dates t allant de 1 à T et supposés indépendants et identiquement distribués.

La VaR historique pour un quantile α est égale :

$$VaR(\alpha) = \widehat{Quantile}(r_{j=1}^T, \alpha)$$

L'une des principales hypothèses de cette approche de calcul est que l'avenir reproduira le passé et par conséquent, les tendances de variations historiques se reproduiront dans le futur.

Méthodologie de calcul de la valeur à risque des actifs immobiliers

Afin de calculer le risque intrinsèque au portefeuille immobilier le fonds institutionnel s'appuie sur l'utilisation des modèles d'évaluation qui sont des modèles d'actualisation de flux monétaires. Ils partent du principe que la valeur marchande d'un immeuble est la somme des flux monétaires dans le futur divisée par le taux d'actualisation. Ils simulent la valeur hebdomadaire d'un immeuble en actualisant ces flux monétaires futurs à un taux d'actualisation qui fluctue à travers le temps afin d'arriver à une valeur marchande mensuellement.

Ils font donc l'hypothèse que la variabilité proviendra du taux d'actualisation, et donc aucune variation des flux n'est considérée.

Cette hypothèse est analogue à celle prise lors de l'évaluation d'une obligation corporative, pour laquelle il y a deux approches équivalentes. Ainsi, on peut évaluer une obligation :

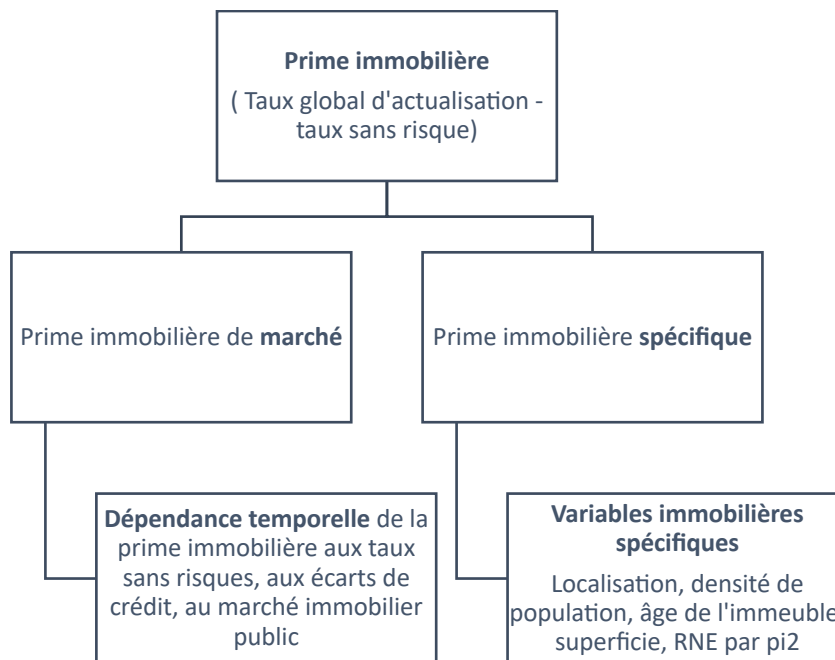
1. En actualisant les coupons fixes par le taux corporatif

2. Ou en actualisant les coupons ajustés pour le taux de recouvrement par le taux sans risque

La méthodologie de l'évaluation de la VaR en immobilier s'inspire donc de la première approche puisque les variations proviennent du taux d'actualisation et non des flux monétaires qui sont considérés comme fixes.

Tout l'enjeu de la méthodologie consiste à trouver les facteurs qui font varier ce taux d'actualisation. Le fonds institutionnel considère que le taux global d'actualisation des actifs immobiliers dépend de facteurs immobiliers spécifiques et de facteurs de marché. Ci-dessous l'approche de modélisation de la prime immobilière pour chaque actif :

Figure 1 : Approche de modélisation de la prime immobilière



Comme on l'a déjà mentionné, la prime immobilière attribuée à chaque actif est composée de deux parties :

- La prime immobilière de marché

- La prime immobilière spécifique

La prime immobilière spécifique est déterminée par les facteurs spécifiques à l'immeuble comme par exemple :

- L'emplacement de l'immeuble,
- La densité de la population autour de l'immeuble,
- Sa superficie,
- Son âge effectif (en tenant compte de la dernière rénovation)
- Le revenu net d'exploitation par pied carré au moment de la transaction

Prenons l'exemple du revenu net d'exploitation par pied carré pour illustrer l'impact des facteurs spécifiques sur le taux d'actualisation. Le RNE est un gage de qualité. Si un immeuble exhibe un RNE élevé alors son taux d'actualisation sera plus faible et sa valeur plus élevée. Ces facteurs spécifiques sont constants et ne varient pas à travers les scénarios historiques.

À l'inverse le deuxième type de facteur considéré c'est-à-dire les facteurs de marché varie en fonction des scénarios historiques. Ces variables comportent les taux sans risques, les écarts de crédit et la conjoncture du marché immobilier public.

En fonction de la géographie de l'immeuble et de sa « catégorisation de » (Bureau, commercial, industriel, résidentiel) des facteurs de marché différents sont considérés. Trois facteurs de marché sont considérés.

- L'indice GPR REITS. Cet indice vise à représenter durablement toutes les entreprises ayant une structure de type REIT.
- Les écarts corporatifs BBB sur 10 ans.
- Le taux nominal 10 ans de la région concernée. Les actifs immobiliers sont généralement considérés par les investisseurs comme des titres à revenu fixe. Quand les perspectives économiques sont mauvaises, les taux d'intérêt augmentent et les investisseurs se tournent vers les titres à revenu fixe.

L'estimation du modèle se fait en deux étapes. Dans un premier temps les sensibilités $\beta_{0,i}$ de la prime immobilière aux facteurs spécifiques X_i sont estimés :

$$TGA - r_t = \alpha_0 + \sum_i \beta_{0,i} * X_{i,j} + \sum_t C_t * I_t + \epsilon_{0,j}$$

Pour la transaction j , I_t indique si elle a eu lieu au trimestre t . Les informations qui sortent de cette régression sont les valeurs de la constante α_0 , des sensibilités $\beta_{0,i}$ aux facteurs spécifiques et C_t qui est la conjoncture du marché immobilier.

Dans un deuxième temps, pour faire le lien entre les variations de la prime immobilière et les variables de marché, les sensibilités $\beta_{1,k}$ de la variation de la conjoncture du marché immobilier C_t aux variations des facteurs de marché $Y_{k,t}$ sont estimés :

$$\Delta C_t = \alpha_1 + \sum_k \beta_{1,k} * \Delta Y_{k,t} + \epsilon_{1,t} = \Delta \tilde{C}_t$$

$\Delta \tilde{C}_t$: variation de la conjoncture du marché immobilier de chaque géosecteur.

K = Facteurs de marché : indice GPR REIT, Écarts corporatifs et taux nominal

$\Delta Y_{k,t}$ = variations des facteurs de marché

$\beta_{1,k}$ = sensibilité de la variation de la conjoncture de marché immobilier ΔC_t aux facteurs de marché

Données

Afin de mener notre analyse, nous avons recouru à deux types d'indices. Les premiers types d'indices reflètent les conditions de marché de l'immobilier direct, soit les indices NCREIF. Les seconds types d'indices MSCI reflètent les conditions de marché de l'immobilier public. Les données en question couvrent seulement le marché immobilier aux États-Unis et s'échelonnent de 2008 à 2020.

Pour chacun des types d'indices, nous avons utilisé un indice global qui couvre les conditions de marché pour toute l'industrie et des indices pour les sous-industries composant l'indice global. Par exemple pour les indices MSCI nous avons utilisé l'indice « MSCI us REIT index » et trois autres indices MSCI couvrant les sous-industries « immeubles de bureaux » « résidentiel » et « propriétés industrielles » et « autres biens à usage commercial ». Pour les indices d'immobilier direct nous avons utilisé l'indice global « US NCREIF PROPERTY INDEX » et des indices NCREIF couvrant les sous-industries « immeubles de bureaux », « appartement », « propriétés industrielles » et « hôtels ». Les indices MSCI US REIT utilisés sont des indices composés de fonds de placement immobilier (REIT) qui sont pondérés par capitalisation boursière. Les REIT sont des sociétés qui, dans la plupart des cas, possèdent et exploitent des actifs immobiliers productifs de revenus. Pour être qualifié de REIT, un REIT doit distribuer au moins 90 % de son revenu imposable aux actionnaires chaque année et 75 % de ces revenus doivent être issus de loyers, d'hypothèques et de ventes de biens immobiliers.

Les indices immobiliers NCREIF mesurent la performance des investissements immobiliers directs sur une base trimestrielle et évaluent le rendement du marché. Les indices prennent en compte les valeurs actuelles des biens immobiliers sur le marché.

Résultats

Statistiques descriptives:

Afin d'étudier les caractéristiques générales des FPI « fonds de placements immobiliers » et de permettre une comparaison avec les marchés immobiliers privés, nous commençons par étudier les statistiques descriptives des indices. Nous commençons par prendre la population des sous-industries de FPI et formons chaque trimestre un portefeuille équilibré de ces sous-industries. La même démarche est conduite pour les indices immobiliers privés.

Les tables ci-dessous rapportent les statistiques descriptives des indices immobiliers privés et publics et du S&P 500 de 2008 à 2020.

Tableau 1 : Statistiques descriptives des indices immobiliers publics de 2008 à 2020

| REITS | Moyenne | Ecart Type | Mediane | Min | Max |
|-------|---------|------------|---------|--------|-------|
| 2008 | -17,48 | 21,91 | -8,20 | -58,33 | 12,05 |
| 2009 | 8,86 | 27,71 | 15,75 | -41,37 | 41,61 |
| 2010 | 5,71 | 8,43 | 8,57 | -15,21 | 16,97 |
| 2011 | 1,55 | 12,68 | 5,40 | -28,93 | 17,90 |
| 2012 | 3,79 | 6,87 | 1,97 | -4,85 | 22,68 |
| 2013 | -0,47 | 4,69 | -1,20 | -7,96 | 10,79 |
| 2014 | 6,12 | 7,19 | 7,62 | -8,31 | 14,75 |
| 2015 | 0,90 | 7,60 | 4,68 | -13,58 | 9,22 |
| 2016 | 1,93 | 5,80 | 1,19 | -11,44 | 14,80 |
| 2017 | 0,72 | 4,57 | -0,12 | -8,17 | 11,59 |
| 2018 | -1,91 | 7,14 | -2,97 | -12,58 | 9,00 |
| 2019 | 5,95 | 7,95 | 5,19 | -7,88 | 21,03 |
| 2020 | -8,48 | 22,88 | -3,80 | -49,50 | 20,99 |

Tableau 2 : Statistiques descriptives des indices immobiliers privés de 2008 à 2020

| NCREIF | Moyenne | Écart Type | Médiane | Min | Max |
|---------------|----------------|-------------------|----------------|------------|------------|
| 2008 | -2,92 | 4,46 | -0,16 | -10,95 | 0,94 |
| 2009 | -5,03 | 2,17 | -4,78 | -8,70 | -1,81 |
| 2010 | 2,89 | 1,81 | 3,105 | -0,42 | 6,29 |
| 2011 | 3,31 | 0,71 | 3,365 | 2,03 | 4,49 |
| 2012 | 2,39 | 0,34 | 2,34 | 1,50 | 2,92 |
| 2013 | 2,43 | 0,49 | 2,48 | 1,15 | 3,22 |
| 2014 | 2,78 | 0,74 | 2,775 | 0,79 | 4,31 |
| 2015 | 3,13 | 0,37 | 3,07 | 2,52 | 3,78 |
| 2016 | 1,85 | 0,70 | 1,72 | 0,67 | 3,04 |
| 2017 | 1,83 | 0,90 | 1,635 | -0,16 | 3,29 |
| 2018 | 2,10 | 0,88 | 1,67 | 1,00 | 3,58 |
| 2019 | 1,75 | 0,93 | 1,545 | 0,17 | 3,42 |
| 2020 | -1,95 | 5,80 | 0,225 | -16,59 | 2,58 |

Tableau 3: Statistiques descriptives du S&P 500 de 2008 à 2020

| S&P 500 | Moyenne | Écart Type | Médiane | Min | Max |
|--------------------|----------------|-------------------|----------------|------------|------------|
| 2008 | -11,55 | 6,75 | -1,79 | -22,56 | 0,94 |
| 2009 | -2,24 | 7,49 | -4,20 | -11,67 | 15,22 |
| 2010 | 3,06 | 4,89 | 3,22 | -11,86 | 10,72 |
| 2011 | 2,60 | 4,93 | 3,44 | -14,33 | 11,15 |
| 2012 | 2,66 | 3,04 | 2,40 | -3,29 | 12,00 |
| 2013 | 3,52 | 2,54 | 2,50 | 1,15 | 10,03 |
| 2014 | 2,77 | 1,16 | 2,76 | 0,62 | 4,69 |
| 2015 | 2,37 | 2,78 | 3,00 | -6,94 | 6,45 |
| 2016 | 2,05 | 0,86 | 1,87 | 0,67 | 3,31 |
| 2017 | 2,60 | 1,58 | 2,43 | -0,16 | 6,12 |
| 2018 | 1,37 | 4,32 | 1,75 | -13,97 | 7,20 |
| 2019 | 3,01 | 3,23 | 1,61 | 0,17 | 13,07 |
| 2020 | -2,05 | 11,52 | 0,16 | -20,00 | 19,95 |

On observe que les marchés immobiliers privés exhibent des rendements plus élevés que les marchés publics, mais aussi une volatilité moindre. L'effet de levier est une des sources possibles de l'écart de volatilité entre les FPI et les indices privés. Le levier pour les REIT, c'est-à-dire la dette divisée par la capitalisation boursière, est estimé à 30 % en moyenne tandis que le NCREIF property index (NPI) n'exhibe pas d'effet de levier. Par conséquent, l'effet levier amplifierait les mouvements de prix des FPI par rapport aux investissements directs. Néanmoins le ratio de levier ne suffit pas à expliquer tous seul la différence de volatilité observée entre les séries REIT et les séries NCREIF.

Ainsi les REITS sont affectés par le risque systémique associé à l'ensemble du marché des actions ce qui réduit les bénéfices de diversification associés aux investissements immobiliers et engendre une plus grande volatilité. De ce fait les REITS sont des substituts imparfaits des investissements immobiliers directs et leur performance reflète d'ailleurs cette différence.

Finalement les REITS et les NCREIF exhibent des différences en ce qui a trait à la fréquence des évaluations. En effet les REITS sont évalués quotidiennement tandis que les indices NCREIF rapportent des rendements trimestriels, mais tous les biens ne sont pas évalués à cette fréquence, certaines étant évalués annuellement. Étant donné que les évaluations dans les marchés privés sont effectuées à une moindre fréquence les investisseurs sont souvent critiques compte au profil risque rendement de ces investissements et soutiennent que les indices privés déclarent une moindre volatilité en grande partie dû à la faible fréquence des évaluations.

Les statistiques descriptives révèlent aussi que durant les périodes de crise financière les indices privés sont moins impactés par la détérioration de la situation économique comme en témoignent leurs rendements en 2008 et 2020. En fin de compte, la possibilité d'acheter et de vendre des FPI quotidiennement les rend plus volatiles et plus susceptibles de subir les événements du marché (comme la crise financière mondiale). D'autre part, les investissements directs dans l'immobilier (c'est-à-dire les NCREIF) ont tendance à n'offrir que des liquidités trimestrielles.

La table 2 présente les betas des deux types indices par rapport au marché c'est-à-dire l'indice S&P 500. Il est à noter que cette démarche est toujours effectuée en prenant un portefeuille équi pondéré des sous-industries pour chacun des types d'indices.

Les FPI présentent un risque de marché un peu moins élevé que les autres catégories d'action, leurs bêtas par rapport à l'indice S&P 500 étant en moyenne de 0,8 sur la période d'échantillonnage. En revanche les indices NCREIF ne semblent pas être corrélés aux évolutions du marché puisqu'ils exhibent un beta d'environ 0 sur la période 2008-2020 .

Tableau 4 : Coefficients bêta des indices REITS sur l'indice S&P 500

| REITS | Moyenne | Écart Type | Médiane | Min | Max |
|-------|---------|------------|---------|-------|------|
| 2008 | 2,32 | 0,27 | 2,33 | 1,94 | 2,68 |
| 2009 | 2,49 | 0,20 | 2,58 | 2,16 | 2,66 |
| 2010 | 0,75 | 0,35 | 0,70 | 0,32 | 1,29 |
| 2011 | 1,25 | 0,39 | 1,13 | 0,87 | 1,88 |
| 2012 | 0,76 | 0,48 | 0,54 | 0,37 | 1,57 |
| 2013 | 0,74 | 0,52 | 0,89 | -0,11 | 1,28 |
| 2014 | 2,15 | 0,12 | 2,13 | 2,01 | 2,34 |
| 2015 | 0,38 | 0,24 | 0,31 | 0,13 | 0,76 |
| 2016 | -2,36 | 2,51 | -1,80 | -6,37 | 0,53 |
| 2017 | -0,39 | 2,26 | -0,22 | -3,56 | 2,47 |
| 2018 | 0,60 | 0,15 | 0,63 | 0,35 | 0,77 |
| 2019 | 0,93 | 0,36 | 0,95 | 0,41 | 1,42 |
| 2020 | 1,01 | 0,44 | 0,82 | 0,63 | 1,76 |

Tableau 5 : Coefficients bêta des indices NCREIF sur l'indice S&P 500

| NCREIF | Moyenne | Écart Type | Médiane | Min | Max |
|---------------|----------------|-------------------|----------------|------------|------------|
| 2008 | 0,53 | 0,06 | 0,51 | 0,47 | 0,63 |
| 2009 | 0,13 | 0,02 | 0,12 | 0,11 | 0,17 |
| 2010 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,00 | 0,06 |
| 2011 | -0,01 | 0,02 | -0,01 | -0,03 | 0,02 |
| 2012 | -0,01 | 0,02 | -0,01 | -0,04 | 0,00 |
| 2013 | -0,05 | 0,03 | -0,06 | -0,08 | 0,00 |
| 2014 | 0,18 | 0,12 | 0,15 | 0,05 | 0,36 |
| 2015 | -0,03 | 0,01 | -0,03 | -0,04 | -0,01 |
| 2016 | -0,09 | 0,07 | -0,08 | -0,19 | 0,01 |
| 2017 | -0,12 | 0,19 | -0,01 | -0,45 | 0,00 |
| 2018 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | 0,00 | 0,08 |
| 2019 | -0,03 | 0,05 | 0,00 | -0,12 | 0,01 |
| 2020 | -0,11 | 0,12 | -0,04 | -0,32 | -0,04 |

Mesures de risque :

Nous nous intéressons maintenant aux mesures de risque de perte et plus spécifiquement à la valeur à risque. Pour obtenir une mesure du risque de perte, il faut d'abord ajuster les séries de données à une distribution de probabilité. Lorsque la valeur à risque a été utilisée pour la première fois, la loi gaussienne ou normale était couramment employée comme distribution ajustée. Elle est pratique, car elle est entièrement caractérisée par seulement deux paramètres, la moyenne et la variance, qui peuvent être facilement estimés à partir d'un échantillon d'observations. Néanmoins les récentes recherches ont démontré que la distribution normale n'est pas un modèle adapté à la plupart des rendements d'actifs financiers et qu'elle est particulièrement sujette à de grandes erreurs dans l'évaluation de la valeur à risque. La raison principale est que les rendements des actifs ont souvent des queues plus épaisses que la normale et donc une plus grande probabilité de perte extrême. De ce fait mis à part la distribution normale nous utilisons trois autres modèles alternatifs de la distribution des rendements. Le

deuxième modèle que nous utilisons après la loi normale est la valeur à risque historique, qui est l'approche suivie par le fonds institutionnel.

Le troisième modèle est le Standard-GARCH:

$$r_t = \phi_0 + \phi_1 r_{t-1} + \mu_t$$
$$h_t = \delta_0 + \delta_1 \mu_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

h_t = variance conditionnelle des rendements

h_{t-1} = variance conditionnelle retardé .

Il est logique d'adapter un modèle GARCH à nos séries de rendements étant donné que l'immobilier est associé à des périodes de hautes et de faibles volatilités. En effet Winniford (2003) et Najand Lin (2004) démontrent que la volatilité des chocs est persistante pour les REITS. Le modèle GARCH permet une persistance de la volatilité conditionnelle. Par ailleurs il est établi que la volatilité et la corrélation des marchés boursiers varient dans le temps.

Finalement, on a procédé au calcul de mesure de risque en utilisant le modèle Garch a distribution GED (Generalized Error Distribution). La distribution GED est un modèle paramétrique d'une distribution à queue épaisse. Tous les moments de la GED sont finis et la GED a une forme relativement simple de fonction de densité de probabilité. Le domaine de la fonction de distribution des probabilités est $(-\infty, \infty)$. L'avantage de ce modèle est qu'il nous permet de capter la queue plus épaisse qui est généralement observée dans les données en finance.

La P.D.F d'une variable aléatoire $X \sim G(\mu, \lambda, \kappa)$ qui suit une distribution GED est la suivante :

$$f(t; \mu, \lambda, \kappa) = \frac{\exp\left(-\frac{1}{2} \left| \frac{x-\mu}{\lambda} \right|^{\frac{1}{\kappa}}\right)}{2^{\kappa+1} \lambda \Gamma(\kappa + 1)}$$

$\mu \in (-\infty, \infty)$ – Étant la moyenne

$\lambda \in (0, \infty)$ - Étant la variance

$\kappa \in (0, \infty)$ Étant l'aplatissement de la distribution (Kurtosis).

Nous rapportons deux mesures de risque, la première étant toute simplement la valeur à risque et la deuxième étant la perte moyenne dépassée qui est l'espérance des pertes plus grandes que la VaR :

$$CVAR_t^{95\%} = -E(r_t | r_t < -VAR_t^{95\%})$$

La troisième table présente les résultats et prouve que l'immobilier indirect (REITS) est bien plus risqué que l'immobilier direct (NCREIF). Par ailleurs, les fonds de placements immobiliers semblent aussi présenter plus de risque que l'indice boursier.

Tableau 6 : Mesures de risques

| | | VAR 95% | | | | CVAR 95% | | | |
|---------|-------------|---------|--------|---------|-----------|----------|-------|---------|-----------|
| | | HS | RM | Garch-N | Garch-GED | HS | RM | Garch-N | Garch-GED |
| REIT | Global | 30,95 | 22,65 | 20,282 | 19,44 | 37,24 | 34,09 | 34,09 | 34,09 |
| | Office | 30,88 | 23,10 | 23,147 | 22,48 | 37,57 | 34,71 | 34,71 | 34,71 |
| | Residential | 27,69 | 22,78 | 20,635 | 20,17 | 33,94 | 30,98 | 30,98 | 30,98 |
| | Industrial | 35,14 | 29,18 | 12,933 | 13,17 | 49,84 | 49,84 | 28,98 | 28,98 |
| | Retail | 42,28 | 26,15 | 26,605 | 26,60 | 48,18 | 44,68 | 44,68 | 44,68 |
| NCREIF | Global | 6,26 | 6,72 | 1,451 | 1,44 | 7,81 | 7,81 | 5,25 | 5,25 |
| | Office | 7,24 | 6,636 | 2,04 | 2,04 | 8,61 | 7,91 | 5,96 | 5,96 |
| | Residential | 6,76 | 7,045 | 1,82 | 1,82 | 8,54 | 8,54 | 5,40 | 5,40 |
| | Industrial | 6,29 | 7,868 | 3,32 | 3,33 | 7,73 | 7,96 | 7,73 | 7,73 |
| | Retail | 9,75 | 7,322 | 14,35 | 14,35 | 13,77 | 12,03 | 16,59 | 16,59 |
| S&P 500 | Global | 17,16 | 18,006 | 25,16 | 24,19 | 21,28 | 21,28 | 25,16 | 24,19 |

Composantes principales :

Pour fournir plus de détails sur les profils de risque des différentes séries des rendements immobiliers, nous utilisons une analyse en composante principale.

Pour l'analyse en composante principale, nous devons éviter d'utiliser les séries agrégées (par exemple, l'indice composite MSCI REIT index) et disposer d'un nombre suffisant de séries pour obtenir les composantes principales . Nous utilisons donc les cinq séries d'indices REIT et aussi séparément les quatre indices NCREIF par sous-industrie et nous extrayons les composantes principales de la matrice de covariance de leurs rendements. Les figures 2 et 3 présentent les scree plot pour les deux séries de rendement. Un scree plot représente la variance expliquée . La barre donne la variance expliquée par le PC et la variance cumulative expliquée en pourcentage est imprimée au-dessus de chaque barre.

Les diagrammes représentent la variance expliquée par les composantes principales (CP), les CP étant classés de gauche à droite dans l'ordre décroissant de la variance expliquée. La barre donne la variance expliquée par le PC, et la variance cumulative expliquée en pourcentage est imprimée au-dessus de chaque barre. En comparant les chiffres, ces deux séries d'indicateurs immobiliers présentent quelques différences en termes de nombre, d'impact et d'identification des facteurs qui déterminent la variation de leurs rendements. Le premier PC explique un peu plus les rendements des REIT que ceux des indices NCREIF à l'opposé du second PC. Il est très intéressant de noter qu'une seule composante principale explique plus de 90% de la variance des indices REITS. Néanmoins les deux indices semblent homogènes, puisque quatre facteurs expliquent leur variance.

Figure 2 : Variance expliquée des indices REITS

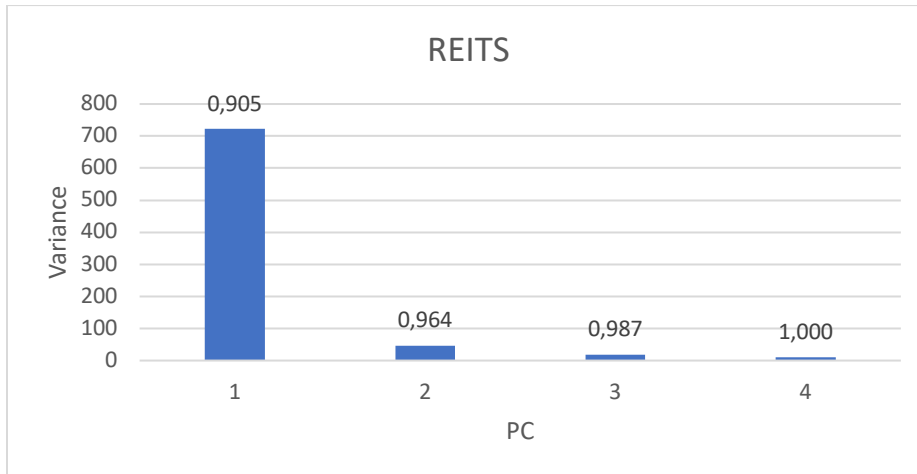
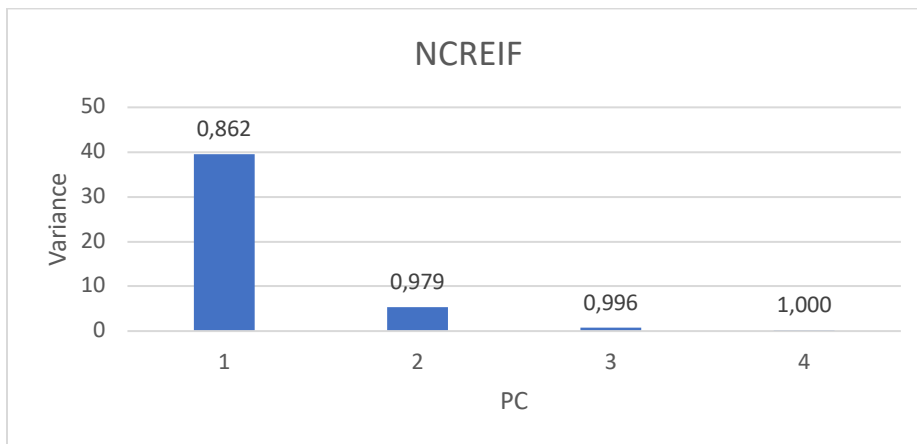


Figure 3 : Variance expliquée des indices NCREIF



La quatrième table donne les « loading » des composantes principales pour chacun des indices représentant les sous-industries REITS et NCREIF. On observe que les « loading » sont à peu près les mêmes pour la première composante principale, mais qu'ils diffèrent grandement pour les trois autres composantes principales.

Tableau 7 : Loading des composantes principales

| | REIT | | | | NCREIF | | | |
|---------|--------|-------------|------------|--------|--------|-------------|------------|--------|
| | Office | Residential | Industrial | Retail | Office | Residential | Industrial | etail |
| 1er PC | 0,476 | 0,417 | 0,552 | 0,543 | 0,468 | 0,483 | 0,505 | 0,542 |
| 2ème PC | -0,120 | -0,264 | 0,808 | -0,513 | 0,225 | 0,245 | 0,447 | -0,830 |
| 3ème PC | -0,330 | -0,667 | 0,146 | 0,652 | -0,206 | -0,672 | 0,701 | 0,123 |
| 4ème PC | 0,807 | -0,558 | -0,145 | -0,130 | 0,829 | -0,505 | -0,233 | -0,050 |

Les corrélations entre les facteurs de l'ACP pour les REIT et l'indice S&P 500 démontrent comme attendu la forte influence du marché boursier sur les fonds de placements immobiliers. Ainsi la corrélation entre le 1^{er} facteur REITS et du S&P 500 est de 82,41%.

A l'opposé les facteurs NCREIF de l'ACP exhibent une faible corrélation avec les marchés boursiers. Les facteurs NCREIF et les facteurs REITS exhibent une faible corrélation entre eux, on pourrait donc en déduire que les rendements des indices privés ne pourraient pas être prédits par les indices immobiliers publics.

Tableau 8 : Corrélation entre les composantes principales

| | S&P 500 | F1 Reits | F2 Reits | F3 Reits | F4 Reits | F1 NCREIF | F2 NCREIF | F3 NCREIF | F4 NCREIF |
|------------------|---------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| SP500 | 100% | 82,41% | 13,94% | 26,60% | 13,08% | 14,56% | 17,32% | -19,42% | -7,35% |
| F1 Reits | 82,41% | 100% | -0,83% | 2,39% | 2,52% | 27,48% | -0,86% | -24,66% | -5,01% |
| F2 Reits | 13,94% | -0,83% | 100% | 2,26% | 2,39% | 16,07% | 15,91% | 19,19% | -2,41% |
| F3 Reits | 26,60% | 2,39% | 2,26% | 100% | -6,86% | -5,16% | 24,87% | -5,87% | -16,17% |
| F4 Reits | 13,08% | 2,52% | 2,39% | -6,86% | 100% | -23,68% | -22,43% | 20,49% | -1,70% |
| F1 NCREIF | 14,56% | 27,48% | 16,07% | -5,16% | -23,68% | 100% | -25,19% | -13,66% | 22,63% |
| F2 NCREIF | 17,32% | -0,86% | 15,91% | 24,87% | -22,43% | -25,19% | 100% | -16,35% | 27,08% |
| F3 NCREIF | -19,42% | -24,66% | 19,19% | -5,87% | 20,49% | -13,66% | -16,35% | 100% | 14,69% |
| F4 NCREIF | -7,35% | -5,01% | -2,41% | -16,17% | -1,70% | 22,63% | 27,08% | 14,69% | 100,00% |

Conclusion

Suite à l'étude et à la documentation de la méthode de la mesure du risque de marché des actifs immobiliers d'un fonds institutionnel canadien qui recourt aux indices de marché afin de modéliser la valeur à risque, nous avons tenté de démontrer que calculer la valeur à risque en tenant compte des données de marchés revient à calculer la Var de marché et non la Var du portefeuille. En effet les facteurs de l'analyse en composante principale pour les REIT et l'indice S&P 500 démontrent une forte influence du marché boursier sur les fonds de placements immobiliers. Par ailleurs les valeurs à risque calculées témoignent du fait que les indices immobiliers de marché exhibent plus de risques que les indices privés. Finalement les statistiques descriptives ont relevé la différence entre le profil de rendement et de risque de chacun des indices.

Bibliographie

Peng, L. (2010). Risk and returns of commercial real estate: A property level analysis. In 46th Annual AREUEA Conference Paper

Amedee-Manesme, C. O., Barthelemy, F., Baroni, M., & Dupuy, E. (2013). Combining Monte Carlo simulations and options to manage the risk of real estate portfolios. *Journal of Property Investment & Finance*, 31(4), 360-389

Baroni, M., Barthelemy, F., & Mokrane, M. (2007). Using rents and price dynamics in real estate portfolio valuation. *Property Management*, 25(5), 462- 486.

Amédée-Manesme, C., Barthélémy, F. *Ex-ante* real estate Value at Risk calculation method. *Ann Oper Res* **262**, 257–285 (2018). <https://doi.org/10.1007/s10479-015-2046-7>

https://assets.cohenandsteers.com/assets/content/resources/insight/MP866_REIT_Late_Cycle.pdf

Christoffersen, Peter (2012). *Elements of Financial Risk Management*, 2e éd., San Diego, Academic Press, 344 p.

Bollerslev, Tim (1986). « Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity », *Journal of Econometrics*, vol. 31, no 3, p. 307-327.

Cotter, J. and Roll, R. (2015), A Comparative Anatomy of Residential REITs and Private Real Estate Markets: Returns, Risks and Distributional Characteristics. *Real Estate Economics*, 43: 209-240. doi:[10.1111/1540-6229.12059](https://doi.org/10.1111/1540-6229.12059)

Hartz, Christoph, Stefan Mittnik et Marc Paoletta (2006). « Accurate value-at-risk forecasting based on the normal-GARCH model », *Computational Statistics & Data Analysis*, vol. 51, no 4, p. 2295-2312.

Sheppard, Kevin Keith et Engle, Robert F. (2001). « Theoretical and Empirical Properties of Dynamic Conditional Correlation Multivariate GARCH », NBER working paper series, NBER Working Paper No. w8554. Récupéré de : https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=287751

