

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Comment optimiser son patrimoine grâce à l'immobilier ?

Mémoire présenté par :
Baptiste SIMONIS

Pour l'obtention du diplôme de :
Master en gestion de l'entreprise

Année académique 2018-2019

Promoteur :
Eric LEURQUIN

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

Haute Ecole
Groupe ICHEC – ISC Saint-Louis – ISFSC



Enseignement supérieur de type long de niveau universitaire

Comment optimiser son patrimoine grâce à l'immobilier ?

Mémoire présenté par :
Baptiste SIMONIS

Pour l'obtention du diplôme de :
Master en gestion de l'entreprise

Année académique 2018-2019

Promoteur :
Eric LEURQUIN

Boulevard Brand Whitlock 6 - 1150 Bruxelles

J'adresse mes sincères remerciements à toutes les personnes qui m'ont aidé à la conception et la réalisation de ce mémoire.

Un tout grand merci à mon promoteur, Monsieur Leurquin, qui a su me donner de précieux conseils et qui a pris le temps de m'accueillir pour répondre à mes différentes interrogations.

Je souhaite particulièrement remercier l'ensemble de ma famille pour leur soutien indéfectible.

Je mets un point d'honneur à remercier Alicia Blommaert, François Georis, Jolan Martin, Louis Doneux, Moréna Zicot, pour leur aide et leur bienveillance qui durent depuis maintenant cinq belles années.

Je tiens également à remercier Madame Martin pour la relecture de ce mémoire.

Table des matières

Introduction.....	1
Partie 1 : État de l'art	3
1. Notion de portefeuille.....	3
1.1. Introduction	3
1.2. Théories des choix dans l'incertain.....	4
1.3. Critère d'espérance variance.....	5
1.4. La diversification des portefeuilles.....	5
1.4.1. L'espérance	5
1.4.2. La variance du portefeuille	6
1.4.3. Hypothèses du modèle de Markowitz.....	6
1.4.4. Corrélation entre les biens.....	7
1.4.5. La matrice de covariance.....	7
2. Le modèle.....	8
2.1. Le ratio de Sharpe	9
2.2. Le portefeuille optimal avec un actif sans risque.....	10
3. Faiblesses du modèle	11
3.1. Erreurs d'estimation.....	11
3.2. Staticité.....	12
3.3. Le portefeuille efficient et la frontière efficiente	12
4. Le modèle.....	14
5. L'immobilier	15
5.1. Le bien immobilier	15
5.1.1. Caractéristiques des biens immobiliers.....	17
5.1.2. Risques.....	18
5.2. Le marché immobilier.....	20
5.3. Le marché immobilier européen.....	21
5.4. Historique.....	21
5.5. Le marché immobilier belge	23
5.6. Prix au sein de la Belgique	24
5.7. Prix actuel des types de bien.....	25
6. La financiarisation.....	26
6.1. Définition bulle immobilière.....	28
6.2. Analyse	29
6.3. L'utilité de l'immobilier dans un portefeuille diversifié	29
6.4. Analyse statistique	33
6.4.1. L'Immobilier indirect	33
6.4.2. L'immobilier direct.....	33
6.5. Comparaison immobilier direct et indirect	33
6.6. Matrice de corrélation	34
6.7. Analyse de la matrice de corrélation.....	34
6.8. Poids optimaux des véhicules des actifs dans le portefeuille.....	36
6.9. Analyse tableau.....	37
6.10. Analyse de sensibilité.....	38
6.12. Concepts liés	39
6.12.1. Le mouvement brownien.....	39
6.12.2. Propriétés du mouvement brownien	40
6.12.4. L'effet de levier.....	40
6.13. Conclusion de la première partie.....	42

Partie 2 : Partie quantitative.....	43
1. Construction du portefeuille mixte.....	43
1.1. Construction du rendement de l'immobilier	44
1.1.1. Calcul du taux de croissance et de l'indice des loyers.....	44
1.1.2. Construction de la base de données.....	45
1.1.3. Analyse du résultat.....	47
1.2. Discussion du modèle	48
1.2.1. Type de bien.....	48
1.2.2. Localisation du bien.....	48
1.2.3. Formule du rendement.....	49
1.2.4. Fiscalité.....	50
1.3. Portefeuille mixte	51
1.4. Comparaison entre les véhicules d'investissement.....	52
1.5. Méthodologie.....	53
1.6. Coefficients de corrélation.....	53
1.7. Matrice variance-Covariance.....	54
1.8. Méthodologie dans Excel.....	55
2. Analyse du résultat.....	59
2.1. Portefeuille avec immobilier bruxellois.....	59
2.1.1. Poids optimal.....	59
2.2. La frontière efficiente de Markowitz.....	61
2.3. Portefeuille avec immobilier suisse.....	62
2.4. Comparaison immobilière	63
2.5. Poids optimal du portefeuille	64
2.5.1. La Frontière efficiente.....	65
2.6. Comparaison performance du portefeuille	66
2.7. Impact de l'immobilier sur le portefeuille	66
2.7.1. Frontières efficientes.....	68
2.8. Impact de l'immobilier sur la composition du portefeuille optimal.....	70
3. Limite des résultats	72
3.1. Erreur statistique.....	72
3.2. Fréquence des données.....	72
3.3. Engagement.....	72
3.4. Mesure du risque	73
3.5. Faible liquidité	73
3.6. Caractère institutionnel	73
4. Conclusion de la partie 2	74
Partie 3 : Confrontation des résultats avec la littérature.....	75
1. Analyse de la matrice de corrélation.....	75
2. Analyse de la frontière efficiente.....	75
3. Pondération de l'immobilier	76
4. Différences avec la littérature	77
4.1. Méthodologie « International evidence on real estate as portfolio diversifier »	77
4.1.1. Période et lieu étudiés	77
4.1.2. Actifs étudiés.....	77
4.1.3. Données.....	78
4.2. Comparaison méthodologique avec Hoesli (2018).....	79
5. Conclusion de la partie 3	80
Conclusion	81
Bibliographie.....	85

Table des figures

Figure 1 : Droite de marché.....	11
Figure 2 : Frontière efficiente de Markowitz	13
Figure 3 : Évolution des prix au sein de l'Europe.....	22
Figure 4 : Évolution des prix de l'immobilier résidentiel en Belgique.....	23
Figure 5 : Évolution des prix nominaux de l'immobilier résidentiel par région et catégorie de logement (1973=100)	24
Figure 6 : Taux directeur de la Banque Central Européenne	41
Figure 7 : Historique du rendement de l'immobilier bruxellois.....	47
Figure 8 : Projet neuf en Région bruxelloise	49
Figure 9 : Solveur de Excel	57
Figure 10 : Frontière efficiente de Markowitz de la première optimisation	61
Figure 11 : La frontière efficiente de Markowitz de la seconde optimisation	62
Figure 12 : Frontière efficiente du portefeuille avec l'immobilier suisse	65
Figure 13 : Frontière efficiente du portefeuille sans immobilier	68
Figure 14 : Frontière efficiente du portefeuille avec immobilier belge	68

Table des tableaux

Tableau 1 : Prix médian au troisième quadrimestre 2018 des maisons (2,3 ou 4 façades) en Belgique et ses régions.....	25
Tableau 2 : Analyse des actifs.....	31
Tableau 3 : Matrice de corrélation de l'Australie et de la France	34
Tableau 4 : Analyse de la diminution de risque et de l'allocation des actifs en australie.....	36
Tableau 5 : Exemple de l'effet de levier	41
Tableau 6 : Rendement historique de 2001 a 2018	51
Tableau 7 : Résumé statistique du rendement moyen entre 2004 et 2018	52
Tableau 8 : Matrice de corrélation entre les actifs du portefeuille.....	53
Tableau 9 : Variance-covariance des actifs.....	54
Tableau 10 : Portefeuille equipondéré	55
Tableau 11 : Poids de la première optimisation des actifs dans le portefeuille de marché.....	59
Tableau 12 : Résumé comparaison immobilier.....	63
Tableau 13 : Comparaison corrélation immobilier bruxellois et suisse	63
Tableau 14 : Comparaison poids respectif dans le portefeuille de marché.....	64
Tableau 15 : Comparaison performance portefeuille optimal.....	66
Tableau 16 : Comparaison performance des portefeuilles de marchés.....	67
Tableau 17 : Comparaison composition portefeuilles de marchés.....	70
Tableau 18 : Portefeuilles de marché Hoesli.....	76

Introduction

Ce mémoire s'attèle à un domaine qui nous tient particulièrement à cœur : l'immobilier. Nous savons tous que le Belge a une brique dans le ventre. Nous confirmons cet adage. En effet, le fait de côtoyer des personnes qui ont investi dans l'immobilier a attisé une certaine forme de curiosité. Ensuite, la confrontation avec ce milieu a permis de nous rendre compte que ce type d'investissement nécessite de bonnes connaissances dans différents domaines comme le droit, la finance, les métiers de la construction et bien d'autres encore. Cette spécificité interdisciplinaire n'a fait que renforcer notre intérêt.

Durant nos études, nous avons été sensibilisés à la gestion de portefeuilles. Naturellement, de cette sensibilisation, la question de recherche suivante a émergé : « Comment peut-on optimiser son patrimoine grâce à l'immobilier ? ». Ainsi, cette question croise l'intérêt pour l'immobilier et la gestion de portefeuille.

Dans ce travail, nous souhaitons découvrir quelle devrait être la proportion idéale de l'immobilier dans un portefeuille mixte composé notamment d'actions, d'obligations et d'argent liquide pour optimiser son patrimoine. Nous nous sommes focalisés sur l'immobilier belge et, plus particulièrement, sur le marché bruxellois.

Au niveau du contenu de ce travail de fin d'études, outre l'introduction et la conclusion, ce mémoire est composé de trois parties.

Premièrement, nous allons faire un état de l'art en introduisant les concepts nécessaires à la compréhension du travail de recherche et nous contextualiserons notre travail avec, par exemple, l'évolution du marché. Pour l'écriture de cette étape, nous utiliserons principalement deux supports écrits comme références scientifiques. D'une part, la troisième édition du livre « *Investissement immobilier décision et gestion du risque* » du professeur de l'Université de Genève et d'Aberdeen, Martin Hoesli. Étant donné que ce livre aborde un nombre conséquent d'aspects sur l'immobilier, nous en ferons référence tout au long du mémoire. D'autre part, nous utiliserons l'article scientifique « *International evidence on real estate as a portfolio diversifier* » de Martin Hoesli, Jon Lekander and Witold Witkiewicz. Cet article compare le bénéfice de l'introduction d'un actif immobilier dans un portefeuille mixte international.

Deuxièmement, nous entamerons la partie quantitative du mémoire dans laquelle nous devrons créer un indice pour l'immobilier belge pour appliquer la théorie moderne du portefeuille de Markowitz. Ces opérations nous permettront d'avoir un résultat sur le poids optimal que l'immobilier devrait prendre dans un portefeuille. Ces résultats seront comparés avec des données relatives au secteur de l'immobilier en Suisse afin de prendre du recul sur nos premières conclusions.

Troisièmement, nous comparerons nos résultats à ceux de la littérature afin de les challenger.

Par ailleurs, l'actualité se prête particulièrement à ce sujet de mémoire. En effet, la politique de la Banque Centrale Européenne (BCE) implique des taux d'intérêt directeurs très bas. Selon La Libre (2019), ces taux devraient remonter à partir l'été 2019 mais cette augmentation a été reportée à la fin de l'année. Cette politique a pour but de faciliter les conditions d'octroi de crédit et de permettre une bonne transmission de la politique monétaire. Étant donné que l'investissement immobilier implique généralement de l'endettement, les taux favorables proposés par la BCE permettent un meilleur développement du secteur. Cette accessibilité aux prêts est une aubaine pour toutes les personnes voulant investir dans l'immobilier et cela renforce ainsi l'intérêt de notre question de recherche. D'autant plus que la confiance d'un bon nombre de personnes et de ménages dans le marché financier a chuté suite à la crise de 2008-2009, alors que l'on considère que l'immobilier comme un investissement de confiance. Ce sentiment est justement l'image, le ressenti que veut faire transparaître l'entreprise Latour & Petit, entreprise où notre stage a été effectué. L'expérience dans cette PME nous a permis de confronter nos différents résultats mis en évidence au fil du développement.

Partie 1 : État de l'art

Afin de résoudre notre problématique, il est nécessaire de développer certains concepts financiers. Notre méthodologie se base notamment sur le concept de portefeuille et de frontière efficiente que l'on développera dans les points suivants. Ensuite, nous contextualiserons temporellement et géographiquement l'actif étudié à dessein de comprendre les rouages de l'immobilier. L'écriture du point sur la théorie moderne du portefeuille de Markowitz se base sur ces différents documents : Salah (2015), Michaud (1989) et De Bruyn et al (2015).

1. Notion de portefeuille

1.1. Introduction

Au sein d'un portefeuille, on peut allouer ses fonds dans différents types d'instruments financiers tels que l'argent, les actions, les obligations, les fonds spéculatifs, les produits dérivés ou encore de l'immobilier. Ce mémoire présente une étude plus approfondie de ce dernier actif.

D'un point de vue classique, l'immobilier est considéré comme un investissement sûr, anti-inflationniste permettant de diversifier son portefeuille en atteignant des niveaux de rentabilité élevés.

Au sein d'un portefeuille mixte, l'immobilier possède de nombreuses qualités. Tout d'abord, selon Chaudhry et al. (1999), les actions, au long terme sont négativement corrélées avec l'immobilier. En outre, les actions ont une moindre influence sur l'immobilier que sur les obligations. L'intérêt de la corrélation négative et de la notion d'influence sera abordé ultérieurement.

Par ailleurs, ces mêmes auteurs ont également découvert que dans un portefeuille financier l'ajout d'un actif immobilier permet de réduire le risque au niveau national de 5 à 10 % et de 10 à 20 % sur un plan international. D'un point de vue plus global, l'ensemble de la littérature s'accorde pour une allocation optimale de l'immobilier dans un portefeuille qui se situerait entre 15 et 25 %. Nous développerons les différentes caractéristiques de l'immobilier afin de comprendre l'importance de cet actif dans un patrimoine.

Un des principes fondamentaux de la finance est le dilemme entre le risque et la rentabilité. Si un investissement est risqué, la rentabilité espérée sera grande. Inversement, si le risque est faible, la rentabilité attendue sera moindre. Lors d'une réflexion, nous nous sommes demandé comment optimiser le rendement d'un portefeuille grâce à l'immobilier.

Une manière d'optimiser le rendement est l'allocation stratégique entre les actifs. En effet, c'est un paramètre fondamental du rendement. Brinson et al. (1986) ont constaté que 93 % des écarts de performances peuvent être expliqués par la répartition des actifs au sein d'un portefeuille.

Salah (2015) nous explique que 3 modèles qui forment la base de la théorie classique du portefeuille. Tout d'abord, celui de Harry Markowitz, un économiste américain, qui a développé un modèle de choix pour les actifs d'un portefeuille. Il formalise et quantifie l'effet de diversification permettant de diminuer le risque total d'un portefeuille pour une rentabilité espérée en combinant des actifs ayant des propriétés différentes. Ainsi, lorsque l'on investit dans un actif, celui-ci ne doit pas être analysé de manière isolée, mais de manière collective en prenant en compte les autres véhicules d'investissements (actions, obligations, immobiliers, fonds spéculatifs, or...). Nous nous focaliserons sur ce modèle, même s'il existe toutefois d'autres modèles qui auraient pu être utilisés.

Ensuite, à partir des travaux de Markowitz, Sharpe, Lintner et Mossin développés en 1960, le modèle d'équilibre des actifs financiers permet d'atteindre un équilibre entre la rentabilité d'un actif quelconque et son risque sous différentes hypothèses. Enfin, durant les années septante, Ross a développé un modèle multifactoriel alternatif.

1.2. Théories des choix dans l'incertain

Les 3 théories citées précédemment par Salah (2015) sont basées sur des concepts de probabilité. Parmi des alternatives, avec des gains aléatoires, il faut déterminer une décision optimale «W» avec un nombre fini de valeurs (w_1, \dots, w_n) et de probabilités respectives (p_1, \dots, p_n). La décision optimale dégagera un résultat aléatoire. Ainsi, parmi tous les résultats aléatoires, il faut pouvoir établir un critère qui permettra de sélectionner la meilleure combinaison.

Au départ, un investisseur serait indifférent à un résultat incertain W et la somme égale à l'espérance des différentes valeurs $E(w) = \sum_{i=1}^N p_i w_i$ avec $i = 1, \dots, n$ il choisira tout de même celle qui a l'espérance la plus élevée.

Cette affirmation est contredite par le fait que toute personne rationnelle possède un certain degré d'aversion au risque. De ce fait, une personne rationnelle voudra maximiser non pas l'espérance d'un résultat, mais l'utilité de celui-ci. Cette fonction d'utilité prend en considération les préférences de chacun, sa richesse initiale et son aversion au risque. En conséquence, face à des choix ayant des conséquences aléatoires, un individu voudra maximiser l'espérance de son utilité, $E[U(W)]$.

Une fonction d'utilité possède deux caractéristiques essentielles, elle croît avec la richesse et possède un rendement marginal décroissant. Elle est donc concave, ce qui traduit l'aversion au risque.

1.3. Critère d'espérance variance

L'utilisation des fonctions d'utilité s'avère extrêmement complexe. À la suite de Markowitz, les décisions dans l'incertain se sont basées sur l'espérance de la richesse $E(W)$. Elle doit être aussi grande que possible alors que la variance doit être aussi petite que possible $\sigma^2(W)$. La variance se définit comme l'espérance de la distance par rapport à la moyenne au carré, $Var(X) = E[X - U]^2$ avec X la variable aléatoire, et U la moyenne.

Ce concept s'appelle le critère d'espérance variance, l'investisseur qui respecte ce critère d'E-V, maximise la fonction $f(E(W), \sigma^2(W))$, qui croît avec l'espérance et décroît avec la variance. Un investisseur qui remplit ce critère maximise alors l'espérance respective de la situation tout en minimisant la variance.

Ce critère possède deux avantages principaux, d'une part sa simplicité et, d'autre part, il permet de raisonner graphiquement dans un espace à deux dimensions. Néanmoins, le critère ne capture pas toutes les facettes de l'aversion au risque. Par exemple, il ne peut pas intégrer la préférence pour une asymétrie positive. Cette asymétrie se traduit par une préférence pour les valeurs extrêmement positives.

1.4. La diversification des portefeuilles

1.4.1. L'espérance

Supposons qu'un investisseur respecte le critère d'espérance variance. Il doit comprendre comment se comportent l'espérance et la variance de son portefeuille (en fonction de sa rentabilité et du risque des véhicules qui le composent). Logiquement, l'espérance d'un portefeuille est la moyenne pondérée de l'espérance des placements qui le composent. Décortiquons la fonction de l'espérance de la rentabilité :

- $x_i = \text{poids des composantes du portefeuille avec } i = 1, \dots, n$ avec n , le nombre total de composante du portefeuille
- Le poids total des composantes du portefeuille vaut 1, $\sum_{i=1}^n x_i = 1$
- L'espérance de la rentabilité (R) du portefeuille : $E(R_p) = \sum_{i=1}^n x_i E(R_i)$
- Étant donné que l'espérance de la rentabilité du portefeuille équivaut à la moyenne (μ), $E(R) = \mu$
- Alors, $\mu_p = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i$

1.4.2. La variance du portefeuille

Le risque du portefeuille est mesuré avec la variance de sa rentabilité. Le risque induit par un titre doit se mesurer par sa contribution au risque total du portefeuille. On ne doit pas mesurer le risque d'un titre par la variance de sa propre rentabilité, car ce qui importe c'est sa corrélation avec la rentabilité du portefeuille qui crée le risque.

Concrètement, lorsqu'une composante du portefeuille i est corrélée négativement avec le portefeuille P , si la performance de i est forte alors le portefeuille aura vraisemblablement de mauvaises performances et inversement. L'instrument financier i tire donc la rentabilité du portefeuille vers sa propre moyenne et limite donc l'ampleur de ses variations et réduit donc le risque global et inversement.

Par conséquent, le risque induit par un actif se mesure avec la covariance de sa rentabilité avec celle du portefeuille.

1.4.3. Hypothèses du modèle de Markowitz

Afin de trouver le poids optimal de l'immobilier dans un portefeuille mixte, nous utiliserons la théorie moderne du portefeuille de Markowitz que l'on a introduit précédemment. Ce modèle se fonde sur différentes hypothèses que Salah (2015) nous explique.

- Lorsque qu'on investit, on doit prendre une décision dans un contexte de risque et de rendement. Le rendement est une variable aléatoire distribuée selon une loi normale. Une loi normale est une distribution symétrique définie par la moyenne et l'écart-type du rendement espéré.
- Le risque est uniquement estimé sur la volatilité des rendements.
- L'allocation des actifs au sein du portefeuille se base sur les rendements et risques attendus.
- Les investisseurs ont dans une certaine mesure une aversion aux risques. Ceci s'évalue avec l'écart-type.
- Un investisseur est rationnel et il souhaite maximiser son rendement tout en minimisant son risque. La fonction de préférence des investisseurs est subjective. Les investisseurs opèrent, en référence à celle-ci, tout en faisant des choix strictement transitifs.
- L'horizon temporel d'investissement se limite à une période qui permet de tenir compte de l'aspect combinatoire du portefeuille.

1.4.4. Corrélation entre les biens

Maximiser un portefeuille implique une gestion des risques très fine. C'est pourquoi il faut diversifier le portefeuille tout en prenant en compte les différentes corrélations entre les actifs. De la sorte, il faut combiner les articles risqués et les moins risqués afin d'obtenir une rentabilité optimale pour un risque donné. La corrélation entre 2 biens évolue entre les bornes suivantes [-1;1]. Lorsqu'elle équivaut à 1, les actifs évoluent de manière parfaitement identique. A contrario, lorsque la corrélation vaut -1, les actifs évoluent de manière parfaitement opposée. Quand la corrélation entre 2 actifs vaut 0, il n'y a aucune relation.

Pour visualiser l'ensemble des relations entre les actifs, nous aurons besoin de réaliser une matrice de corrélation. Cette matrice de corrélation permettra d'évaluer la dépendance entre plusieurs variables et en même temps pourra être visualisée dans une table.

1.4.5. La matrice de covariance

« La covariance se définit par la mesure de la relation directionnelle entre le rendement de deux actifs risqués. » (Chen ,2018, para.1). Mathématiquement, elle se définit comme suit :

$$COV(X; Y) = E[X - [X]](Y - E[Y])$$

Légende :

X, Y = variable

E(X)= espérance de la variable X

E(Y)= espérance de la variable Y

Ainsi, la matrice de covariance permet de déterminer la direction de la relation linéaire entre deux variables. Si les deux variables ont une tendance à croître, le coefficient de la covariance sera positif. Si les variables augmentent de manière opposée, ce coefficient est négatif. Le coefficient de la covariance fonctionne presque comme un coefficient de corrélation à l'exception faite que les valeurs ne sont pas standardisées. Dans ce cas, il n'y a pas d'échelle de coefficient de covariance de -1 à +1 à l'instar du coefficient de corrélation.

La matrice de covariance est symétrique et contient les covariances entre chaque paire de variables. Dans la diagonale, on retrouve les variances de chaque variable.

2. Le modèle

Le rendement des actifs, n est la moyenne de l'historique du rendement, R_n avec $n = 1, \dots, n$. Le rendement du portefeuille, R_p sera la somme des actifs qui le composent avec W_n , le poids de l'actif dans le portefeuille.

$$E(R_p) = W_1 E(R_1) + \dots + W_n E(R_n)$$

Avec :

$W_1 + W_2 + \dots + W_n = 1$, la somme du poids de chaque actif vaut 1

$E(R_p)$ = Rendement attendu du portefeuille

$E(R_n)$ = Rendement attendu de l'actif 1 à n

Le risque des actifs est évalué uniquement avec l'écart-type qui mesure la dispersion d'une variable par rapport à la moyenne.

$$\sigma_n^2 = E(R_n - E(R_n))^2$$

Le risque d'un portefeuille, quant à lui, se mesure avec la variance. Dans notre développement, nous élaborerons une matrice de variance-covariance. Le risque d'un portefeuille à 2 biens se présente de cette manière :

$$\sigma_p^2 = W_1^2 \sigma_1^2 + W_2^2 \sigma_2^2 + 2W_1 W_2 \sigma_{1,2}$$

Lorsqu'on généralise cette fonction avec plus de 2 actifs, cela donne la formule ci-dessous :

$$\sigma_p^2 = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^n W_t W_j cov(R_t, R_j)$$

Dans la théorie moderne du portefeuille, l'investisseur peut :

- soit, pour un risque donné, maximiser le rendement de son portefeuille,

$$\text{Max } w^T r$$

$$\text{s. c. q. } w^T S w \leq \sigma^2 \max$$

- soit minimiser le risque pour un niveau de rendement donné,

$$\text{Min } w^T S w$$

$$\text{s. c. q. } w^T r \geq r_{\min}$$

Avec :

W_n : poids d'un actif de 1 à n dans le portefeuille

r : le vecteur des rendements des actifs

S : matrice variance-covariance

σ^2 : le risque maximum pris par l'investisseur

r_{\min} : le rendement minimum du portefeuille

2.1. Le ratio de Sharpe

Le ratio de Sharpe permet de prendre en compte le rendement d'un investissement en fonction du risque qu'il dégage. Afin de trouver le portefeuille optimal, nous devons maximiser ce ratio. La théorie moderne du portefeuille explique que l'on peut augmenter le rendement d'un portefeuille en diversifiant ce dernier avec des actifs qui possèdent une faible corrélation entre eux. De ce fait, cette manipulation permet d'améliorer le ratio de Sharpe. Il faut tout de même poser l'hypothèse que le risque d'un portefeuille se mesure à sa volatilité. Plus le ratio de Sharpe sera élevé, plus la performance du portefeuille avec un risque ajusté sera grande.

La formule :

$$\text{Ratio de Sharpe}(S) = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Avec R_p , R_f et σ_p respectivement le rendement du portefeuille, le taux sans risque et l'écart-type du portefeuille.

SKEMA Finance Association (2015) explique l'interprétation du ratio de Sharpe se fait comme tel :

- Si le ratio est négatif, alors le portefeuille sous-performe. Il s'agit d'un placement sans risque. Il est donc préférable de ne pas investir dans ce portefeuille.
- Si le ratio est compris entre 0 et 1, alors l'excédent de rendement du portefeuille par rapport au taux sans risque est plus faible que le risque pris.
- Si le ratio est supérieur à 1, alors le portefeuille surperforme un placement avec un taux sans risque et génère donc une forte rentabilité.

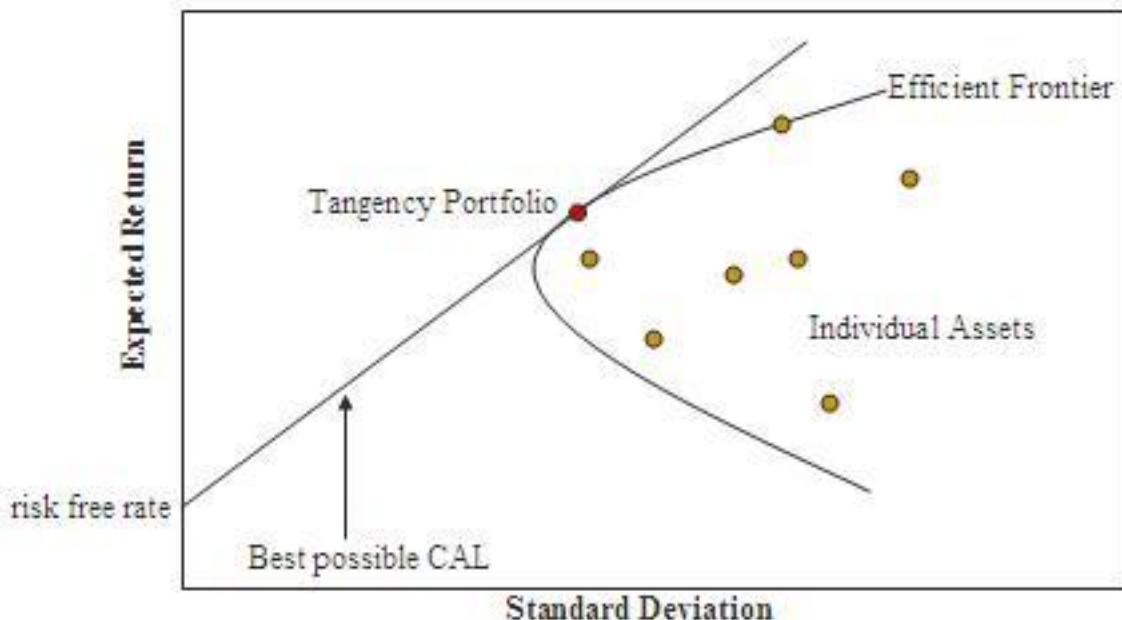
Les deux principales faiblesses du ratio de Sharpe sont que la volatilité mesure le risque et que les rendements des investissements sont distribués normalement.

2.2. Le portefeuille optimal avec un actif sans risque

Au sein de la théorie financière, le portefeuille optimal est celui qui possède une tangente sur la frontière efficiente de Markowitz et qui a comme point de départ sur l'ordonnée le taux sans risque. Cette tangente s'appelle la « capital market line » ou droite de marché. Mathématiquement, elle s'écrit de cette manière :

$$R_p = R_f + S * \sigma_p$$

Figure 1 : Droite de marché



Source figure: Fisher, D. (2011). Study Turns Risk/Reward Relationship on Its Head. Consulté 4 mai 2019, à l'adresse Forbes website: <https://www.forbes.com/sites/danielfisher/2011/02/03/study-turns-riskreward-relationship-on-its-head/>

Le portefeuille optimal ou de marché maximise ainsi le rendement en prenant en compte le risque.

3. Faiblesses du modèle

Néanmoins, fréquemment un portefeuille « équipondéré » possède un meilleur rendement que le portefeuille optimal de Markowitz. Ce modèle possède ainsi des faiblesses qu'il faut relever. Salah (2015) nous explique différentes lacunes du modèle.

3.1. Erreurs d'estimation

Le modèle se base uniquement sur deux paramètres pour le choix du portefeuille, la variance et le rendement. Dans ce modèle, on se base sur les valeurs historiques qui peuvent souffrir de problèmes d'estimations. Ainsi, si il existe des faiblesses dans l'estimation des valeurs historiques, elles vont être répercutées pour l'allocation optimale du portefeuille.

Selon Michaud (1989), cela revient à maximiser les erreurs du passé.

3.2. Staticité

Dans le modèle de Markowitz, on pose l'hypothèse que la matrice variance-covariance utilisée est constante dans le temps. Campbell, Koedijk, Kofman (2002) ont découvert que la corrélation des rendements entre les actifs est plus forte lorsque le prix des actifs diminue que lorsqu'il augmente.

3.3. Le portefeuille efficient et la frontière efficiente

Un portefeuille est efficient lorsqu'il possède une espérance de rentabilité maximum pour une variance donnée ou un minimum de variance pour un rendement donné.

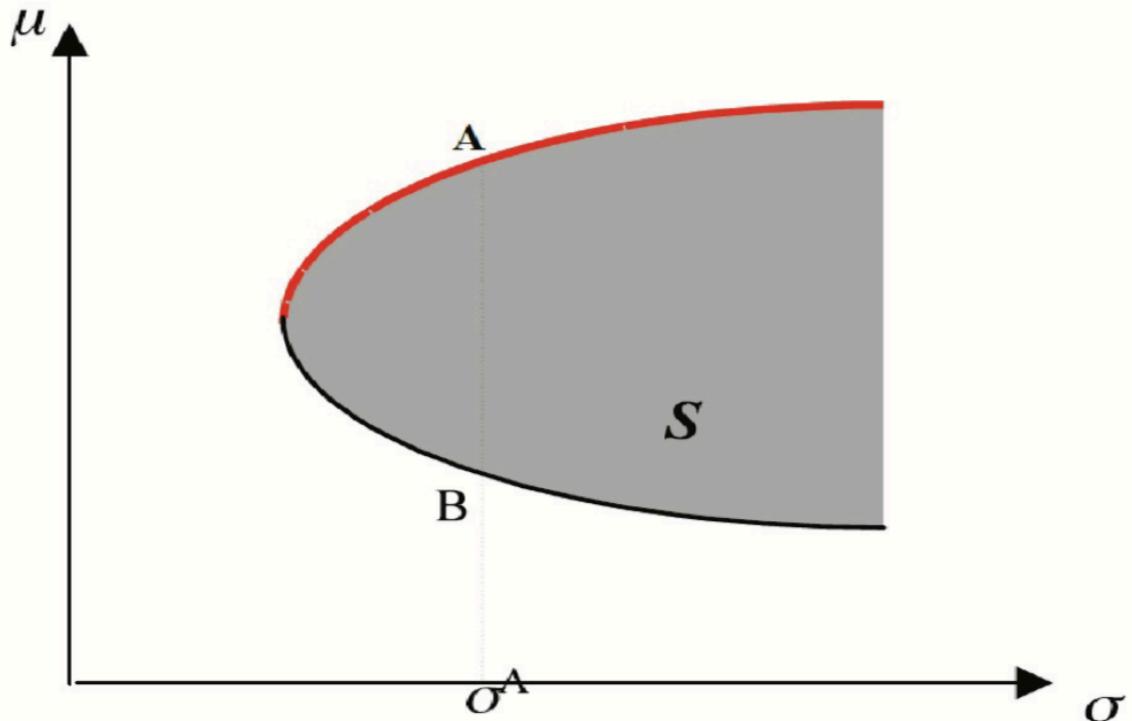
Quant à la frontière efficiente, elle reprend l'ensemble des portefeuilles efficents. Afin de trouver les différents portefeuilles, il faut résoudre la fonction ci-dessous.

$$\text{Min } \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij} \text{ sous les contraintes: } \mu_p = \sum_{i=1}^n x_i \mu_i \text{ et } \sum_{i=1}^n x_i = 1$$

Littéralement, lorsque l'on résout cette équation, on cherche les vecteurs minimisant la variance du portefeuille avec une espérance de rendement donnée (première contrainte). Ensuite, il faut aussi respecter la deuxième contrainte : la somme des vecteurs de poids équivaut à 1.

Ainsi, pour une espérance donnée, on obtient un portefeuille. Lorsque l'on fait varier cette dernière, on obtient tous les portefeuilles possibles qui forment la frontière efficiente.

Figure 2 : Frontière efficiente de Markowitz



Source figure : Hanene Ben Salah (2015). *Gestion des actifs financiers : de l'approche classique à la modélisation non paramétrique en estimation du DownSide Risk pour la constitution d'un portefeuille efficient (Thèse de doctorat)*. Université Claude Bernard - Lyon I. Récupéré de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01242267/document>

Analyse figure 2

La surface « S » comprend l'ensemble des portefeuilles possibles dans l'espace (σ, μ) . Cette surface est délimitée par une hyperbole dont uniquement le trait rouge comprend les portefeuilles efficients. Cette courbe s'appelle la frontière efficiente de Markowitz.

Grâce à une diversification appropriée, on peut diminuer son risque sans diminuer la rentabilité espérée. Afin d'augmenter la rentabilité espérée du portefeuille, il faut prendre plus de risques. Un investisseur choisira donc, en fonction de son aversion au risque et de sa richesse initiale, un portefeuille se situant sur l'hyperbole de Markowitz.

4. Le modèle

Le rendement des actifs n est la moyenne de l'historique du rendement, R_n avec $n = 1, \dots, n$. Le rendement du portefeuille, R_p sera la somme des actifs qui le composent avec W_n le poids de l'actif dans le portefeuille.

$$E(R_p) = W_1 E(R_1) + \dots + W_n E(R_n)$$

Avec :

$W_1 + W_2 + \dots + W_n = 1$, la somme du poids de chaque actif vaut 1

$E(R_p)$ = Rendement attendu du portefeuille

$E(R_n)$ = Rendement attendu de l'actif 1 à n

Le risque des actifs est évalué uniquement avec l'écart-type qui mesure la dispersion d'une variable par rapport à la moyenne.

$$\sigma_n^2 = E(R_n - E(R_n))^2$$

Le risque d'un portefeuille quant à lui se mesure avec la variance. Dans notre développement nous élaborerons une matrice de variance-covariance. Le risque d'un portefeuille à 2 biens se présente de cette manière :

$$\sigma_p^2 = W_1^2 \sigma_1^2 + W_2^2 \sigma_2^2 + 2W_1 W_2 \sigma_{1,2}$$

Lorsqu'on généralise cette fonction à plus de 2 actifs, cela donne la formule ci-dessous :

$$\sigma_p^2 = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^n W_t W_j cov(R_t, R_j)$$

Dans la théorie moderne du portefeuille l'investisseur peut, pour un risque donné, maximiser le rendement de son portefeuille.

$$Max \ w^T r$$

$$s. c. q. \ w^T S w \leq \sigma^2 max$$

Ou minimiser le risque pour un niveau de rendement donné.

$$\text{Min } w^T S w$$

$$\text{s. c. q. } w^T r \geq r_{\min}$$

Avec :

W_n : poids d'un actif de 1 à n dans le portefeuille

r : le vecteur des rendements des actifs

S : matrice variance-covariance

σ^2 : le risque maximum pris par l'investisseur

r_{\min} le rendement minimum du portefeuille

5. L'immobilier

L'ensemble de ce mémoire s'articule autour de l'immobilier. De ce fait, nous devions trouver un stage lié à la thématique. De ce fait, le stage effectué s'est fait au sein de l'entreprise familiale Latour & Petit. L&P une agence immobilière en plein essor localisée sur Bruxelles et Namur. L'ensemble de l'équipe a pu répondre à nos différentes interrogations. Ils ont particulièrement pu nous faire comprendre la dynamique du marché de l'immobilier si complexe. Par ailleurs, ils ont aussi permis de confronter nos résultats à la réalité du terrain. Les différents points que nous allons aborder vont nous aider à rentrer en immersion peu à peu dans l'univers de l'immobilier et, plus particulièrement, de la financiarisation de ce dernier.

5.1. Le bien immobilier

D'une part, étymologiquement, le terme « *immobilier* » se compose de 2 parties, “*im*”, se définissant par “contraire” et « *mobilier* » qui signifie “tout ce qui est meuble”.

Il en ressort que beaucoup de biens tombent sous le joug de cette définition. Ainsi, le marché de l'immobilier est une notion assez large. Il se compose tant de la terre que des bâtiments qui s'y construisent ou encore de la faune et des ressources naturelles.

D'autre part, le terme immobilier représente également l'espace qui affecte la vie de tous les jours, notre travail, nos passions. Il faut savoir que 60 % des actifs dans le monde et un tiers des fonds propres échangés sont de l'immobilier. Dès lors, l'immobilier est l'actif le plus important possédant une place très prépondérante dans la vie de la population.

C'est pourquoi il peut être étudié dans de nombreuses disciplines, telles que l'architecture, l'ingénierie, la démographie, la sociologie, le droit, l'économie ou encore la finance. Cette liste non exhaustive montre la nécessité d'une approche multidisciplinaire dès que l'on fait de la recherche dans ce domaine.

Instinctivement, lorsque l'on pense à l'immobilier, on a l'image de maisons résidentielles ou d'appartements. Néanmoins, le marché de l'immobilier possède une hétérogénéité très forte en termes d'actifs. Amédée-Manesme, C.-O. (2012) nous le démontre :

- **Les terrains** : l'essence de l'immobilier, il peut avoir une utilité commerciale ou résidentielle. Sa valeur peut grandement varier selon sa localisation, sa taille et s'il est bâtissable ou non ;
- **Les actifs immobiliers commerciaux** : ce sont des surfaces commerciales telles que des magasins ou encore des centres commerciaux ;
- **Les entrepôts privés ou d'entreprises** : ce sont des surfaces assez rudimentaires qui servent de lieu de stockage. Néanmoins, ce type d'actif évolue et se modifie parallèlement aux avancées technologiques et aux améliorations du domaine de la « supply chain » ;
- **Les bureaux** : ce sont les espaces, les lieux de travail pour les entreprises. C'est un actif tout à fait particulier, il possède son propre marché ;
- **Les hôtels** : ce type de bien commercial est une niche ;
- **Les zones naturelles** ;
- **Les propriétés résidentielles** : l'endroit où des familles ou des personnes seules vivent.

Selon le haut conseil de stabilité financière (s.d.), l'ensemble de ces actifs peut se séparer en **2 catégories principales**. Premièrement, les actifs dans lesquels il est possible d'investir avec pour but la location et l'accroissement de valeur de l'actif. Cette même section se subdivise entre :

- l'immobilier résidentiel qui se définit par une surface ayant pour but de loger des personnes et qui ne possède aucune activité professionnelle.
- L'immobilier non résidentiel qui se définit comme des surfaces non prévues pour loger des personnes, mais occupées par une entreprise (bureaux, commerces, locaux de stockage) ou encore des parkings.

Deuxièmement, les actifs dans lesquels il n'est pas possible d'investir, tels que des parcs immobiliers non cessibles de l'Etat ou encore des actifs industriels spécifiques et, par conséquent, illiquides.

5.1.1. Caractéristiques des biens immobiliers

Ces actifs ont des particularités fort distinctes, c'est pourquoi il est nécessaire de les différencier. Les personnes travaillant dans le milieu de l'immobilier se spécialisent généralement dans un type ou deux d'actifs. Par exemple, chez Latour & Petit, ils séparent l'entreprise en différents pôles, d'une part, l'immobilier neuf regroupant tous les nouveaux appartements et, d'autre part, les maisons résidentielles. Ces biens sont intrinsèquement différents, tant par leur méthode de construction que par la législation qui s'y attache.

Les biens neufs requièrent une connaissance très actualisée des différentes technologies du bâtiment, par exemple, le système de chauffage (ventilation à double flux), nouveaux matériaux de construction, d'isolation. En outre, pour la partie neuve de l'immobilier, il faut maîtriser une législation spécifique qui contrôle toutes les transactions. La loi Breyne datant du 9 juillet 1971, s'applique aux transactions de biens sur plan ou en construction afin de protéger le client.

D'ailleurs, une distinction encore plus frappante entre ces actifs est celle avec l'immobilier de bureau, une niche dans le monde de l'immobilier dans laquelle des entreprises internationales vendent, louent uniquement ce type de bien. On comprend vite pourquoi il est nécessaire pour les agents immobiliers de se focaliser uniquement sur un type de bien.

Selon Hoesli (2018), l'immobilier possède 9 caractéristiques principales qui proviennent de la nature de ce type de bien, de la volonté des investisseurs et de la fiscalité.

- L'immobilier par définition est **statique**, la majorité des constructions ne peut pas se déplacer sauf exception. Ceci implique un impact considérable de l'économie locale sur le prix du bien et son type d'affectation. Par exemple, à la suite d'une forte demande de logements, des entrepôts sont transformés en appartement.
- **Les terrains sont indestructibles** mais peuvent ne plus être utilisables pour la construction de biens immobiliers. Ce cas peut arriver par exemple lors d'une pollution de terrain. En terme géographique, ils ne disparaissent pas mais deviennent inutilisables pour la construction.
- L'immobilier est un bien **hétérogène** : aucun bien n'est identique.
- La **localisation** des biens est très importante. C'est elle qui possède le plus grand impact sur le prix des biens. Dans la localisation, la notion d'accessibilité est très importante,

l'accès aux écoles, aux commerces, au travail... L'affectation des biens aux alentours revêt aussi une extrême importance. En effet, la présence d'une usine à côté d'un immeuble ou d'un parc affectera grandement le prix du bien. Le concept découlant de ces exemples est celui de l'externalité. Nous parlerons d'externalité positive lorsque, par exemple, le bien se trouve à proximité d'un parc, et d'externalité négative lorsque celui-ci se trouve à proximité d'une usine.

- L'immobilier implique un **investissement à long terme** en raison de 3 caractéristiques : l'indestructibilité des terrains et la longévité des constructions, le profil des investisseurs et la législation. La première ne nécessite pas d'explications. Pour la seconde, elle s'explique par le fait qu'il existe différents acheteurs. Tout d'abord, les ménages qui achètent un bien dans l'optique d'y habiter longtemps ou encore des entreprises qui achètent des locaux. Dans cette optique, l'horizon temporel est grand. Ensuite, il existe des investisseurs qui achètent uniquement dans l'optique d'investissement à long terme. La troisième raison, c'est la législation : un exemple très simple est la taxation sur les plus-values qui s'amoindrit avec le temps de possession. En outre, les frais de transactions sont très élevés dans le secteur immobilier, ce qui freine la vitesse d'achat ou vente.
- Un bien immobilier représente **un coût très élevé** : la plupart des biens ont une valeur unitaire très élevée, ce qui implique des transactions nécessitant des fonds importants et, généralement, le recours au crédit.
- Les biens immobiliers sont très « **illiquides** » : il faut en effet beaucoup de temps avant de réussir à vendre un bien. Cette caractéristique est en partie due au prix unitaire élevé, le caractère hétérogène, le processus qui se déroule par une vente et dans le respect de la législation.
- L'achat de ce type de bien implique un **degré d'endettement élevé**. Rares sont les personnes qui ont la possibilité d'acheter de l'immobilier avec uniquement des capitaux propres.
- Le logement est un des **besoins fondamentaux** comme l'alimentation.

5.1.2. Risques

D'après Hoesli (2018), il existe des risques bien spécifiques liés à l'immobilier. Un point essentiel à relever est la durée des cycles des prix de l'immobilier qui affecte le prix de notre actif. En effet, ces cycles se caractérisent par de longues périodes de croissance et d'autres de récession qui peuvent aveugler les investisseurs. Ils ne vont pas évaluer correctement le risque. Cela a été le cas pendant les années 80 dans de nombreux pays et, plus récemment, lors de la crise de 2008.

Nous allons donc présenter différents risques associés dans la section suivante. À chaque type de risque, nous allons spécifier s'il est possible de le diversifier, le diminuer. En effet, Brow et Matysiak (2000) ont découvert qu'on peut diminuer 30% du risque lié à l'immobilier lorsque l'on possède 5 immeubles. À partir d'une trentaine de biens, cette diversification n'est plus possible, mais on arrive à un risque équivalent à 60% du portefeuille non diversifié.

- **Le risque d'exploitation** : il regroupe tout ce qui peut affecter les cash-flows d'exploitation et donc la valeur du bien qui aura une valeur différente de celle anticipée. De nombreuses raisons peuvent affecter les cash-flows d'exploitation, par exemple une modification micro-économique de l'offre ou de la demande. Des facteurs macro-économiques peuvent aussi avoir un impact comme les taux d'intérêt et les variations d'inflations non anticipées. En Europe, Delfim et Hoesli (2016) ont prouvé que c'est notamment la croissance économique, l'inflation, les intérêts à long terme et la variation de la masse monétaire qui affectent le plus les rentabilités immobilières. La diversification de ce risque dépendra de l'échelle du nombre de biens utilisés. En effet, le risque peut diminuer en ayant différents locataires au sein d'un même bien. À un niveau national, pour diminuer le risque local, il faut investir dans différentes régions. Au niveau international, l'investissement devrait se situer dans différents pays pour diversifier le risque.
- **Le risque environnemental** : ce sont tous les éléments liés à l'environnement, l'extérieur, l'intérieur d'un immeuble qui peuvent affecter la valeur d'un bien. Beaucoup d'exemples d'externalité existent : la construction d'une prison à proximité, de l'amiante dans la construction, etc... Étant donné que ce risque est une conséquence d'une proximité immédiate, il est diversifiable.
- **Le risque lié à la construction** : il s'agit des éléments structurels d'un bâtiment qui sont dus à une mauvaise manufacture. Ce type de risques est diversifiable et peut être diminué grâce à l'aide d'experts au moment de l'achat.
- **Le risque législatif** : la législation a un impact considérable sur les investissements immobiliers. Il existe notamment de nombreuses lois fiscales qui ont une influence sur les coûts de transaction. Il y a aussi des lois urbanistiques, des lois qui régissent les loyers, etc... Par exemple, un allégement des coûts de transaction augmentera la demande des biens concernés. En fonction du type d'État où se situe la transaction et de la portée de ces lois, ce risque est diversifiable. Ainsi, dans un État fédéral subdivisé en régions comme les États-Unis et l'Allemagne, beaucoup de lois ont une portée uniquement régionale. Ceci implique une possibilité de diversification au niveau national.
- **Le risque de liquidité** : en conséquence de la législation autour des biens immobiliers, cet actif est très « illiquide ». Ainsi, lorsque l'on veut vendre rapidement un bien, il

faudra drastiquement diminuer le prix. D'ailleurs, dans un marché haussier, la liquidité des biens est plus élevée que dans un marché baissier. Ce manque de liquidités est intrinsèque à notre marché. Il est difficilement diversifiable, mais ce risque est une opportunité pour ceux qui sont propriétaire de biens depuis longtemps. Cette « illiquidité » sera rémunérée par une rentabilité plus élevée et un risque plus faible.

- **Le risque de gestion :** ce point englobe tout ce qui est lié à la gestion locative des biens, le marketing, la gestion des contrats, les rénovations. Ce risque est diversifiable en évitant de confier tout l'ensemble de ses biens à une seule agence immobilière.
- **Le risque financier :** étant donné les sommes considérables en jeu dans l'investissement immobilier, le recours au crédit est généralement nécessaire, ce qui amplifie les risques cités précédemment. En fait, l'endettement entraîne une plus grande volatilité des cash-flows qui prennent en compte la méthode de financement.

5.2. Le marché immobilier

Nous avons pu relever que les biens immobiliers possèdent des caractéristiques spécifiques mais le marché au sein duquel ces biens évoluent possède aussi ses particularités. Ces traits ont un impact non négligeable sur tous les aspects financiers liés à l'actif étudié. Hoesli (2018) a relevé 6 caractéristiques principales ;

- Il n'existe **pas de marché centralisé** contrairement aux marchés boursiers. Les biens se traitent très localement et non sur un marché national. Un changement de quartier peut impacter grandement le prix d'un bien. Cet aspect nécessite une bonne connaissance des marchés concernés. Les règles régissant les prix des biens à Bruxelles ne sont pas parfaitement identiques à celles d'Arlon. Il est ainsi très difficile d'investir à l'étranger lorsqu'on ne connaît pas les spécificités du marché.
- Le marché de l'immobilier souffre d'une **transparence réduite**, l'accès aux informations sur les transactions est très compliqué. Ce manque de transparence a eu des conséquences sur ce travail.
- Les marchés qui s'attachent à l'immobilier sont généralement en **déséquilibre**. Il existe deux déséquilibres possibles de l'offre et de la demande. Tout d'abord, un déséquilibre sur les surfaces utilisables (marché de l'espace). Ensuite, il peut aussi en exister un sur les actifs immobiliers en tant que tels. Pour l'immobilier en lien avec le monde de l'entreprise, celui-ci dépend de l'activité économique, tandis que l'immobilier résidentiel, est influencé par l'évolution démographique et le pouvoir d'achat. Dans ces marchés, l'offre est extrêmement inélastique, un bâtiment ne se construit pas en une semaine. Ainsi, lorsque la demande augmente, il est très difficile d'ajuster l'offre rapidement. Dans le cas d'une baisse de la demande, la destruction des bâtiments

s'effectue lentement. Ainsi, lorsqu'il y a un excédent d'offres de surface, l'ajustement se fera très difficilement. C'est pourquoi une des spécificités fondamentales de l'immobilier est un déséquilibre de marché.

- Le marché de l'immobilier est soumis à une très forte **influence de l'État**, sur le prix des loyers, sur la législation des baux, la fiscalité relative à ces biens. L'État a aussi une influence sur l'urbanisme pour un développement cohérent des villes.
- Les **coûts de transaction** sont très élevés, majoritairement aux frais de l'acquéreur.
- Les frais de transaction élevés et le coût unitaire très élevé entraînent un **faible nombre de transactions**.

5.3. Le marché immobilier européen

Depuis plusieurs décennies et jusqu'à la crise de 2008, les prix de l'immobilier résidentiel européen ont considérablement augmenté. Néanmoins, cette croissance n'était pas linéaire, mais cyclique. Les prix de l'immobilier ont évolué de manière cyclique entre 1995 et 2007. Les pays de l'OCDE étaient durant cette période dans une phase ascendante. Ce cycle s'est particulièrement différencié par rapport aux précédents. Selon Baugnet et al. (2011) les caractéristiques de ce cycle sont les suivantes :

- une durée plus longue que le cycle précédent, à savoir une dizaine d'années (fin 1996 au début 2007) alors qu'auparavant un cycle durait 6,5 années ;
- une croissance remarquable avec 44 % alors que, dans le cycle précédent, elle était de 15 % ;
- L'augmentation des prix est plus globale et plus synchrone ;
- une corrélation avec une activité économique faible étant donné que les prix augmentaient tandis que l'économie chutait au début des années 2000.

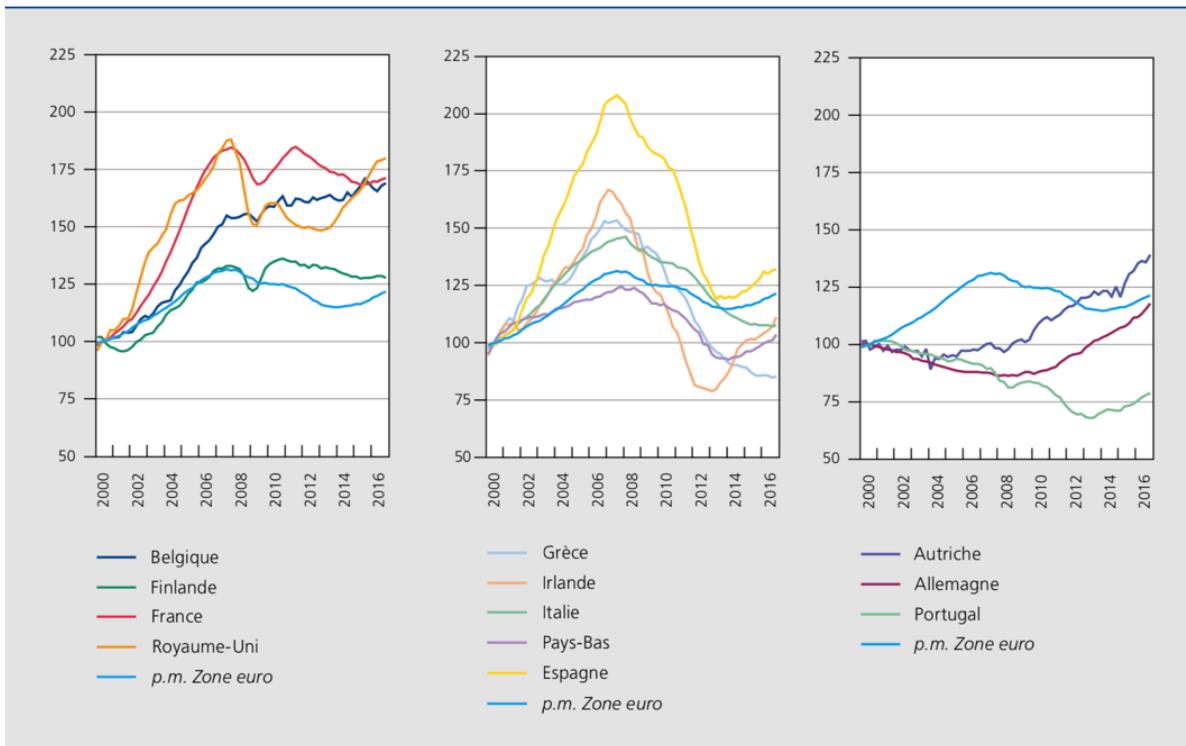
5.4. Historique

Durant les deux dernières décennies, le prix de l'immobilier a augmenté d'une manière soutenue avec un léger déclin lors de la crise de 2008. Nous aborderons ce sujet en profondeur dans la suite du travail. En tenant compte de l'inflation, le prix de l'immobilier a augmenté en moyenne de 5 % par an entre 1996 et 2008. Cette croissance des prix commençant en 1985 a été constante jusqu'en 2008. À cette période fatidique, après une augmentation de près de 180 %, les prix se sont stabilisés en Belgique. (Mack, A. et E. Martínez-García, E. 2011)

Selon Warisse (s.d.), au sein de l'Europe, le taux de croissance des prix a été très supérieur à la moyenne des prix, notamment à partir de 2005. Derrière cette moyenne, nous constatons une

très grande hétérogénéité entre les différentes nations en raison de la désynchronisation des cycles durant la phase descendante qui a démarré en 2007.

Figure 3 : Évolution des prix au sein de l'Europe



*Source figure : Warisse, C. (s.d.). Analyse de l'évolution des prix de l'immobilier résidentiel : le marché belge est-il surévalué ? Consulté sur
https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2017/revecoi2017_h4.pdf*

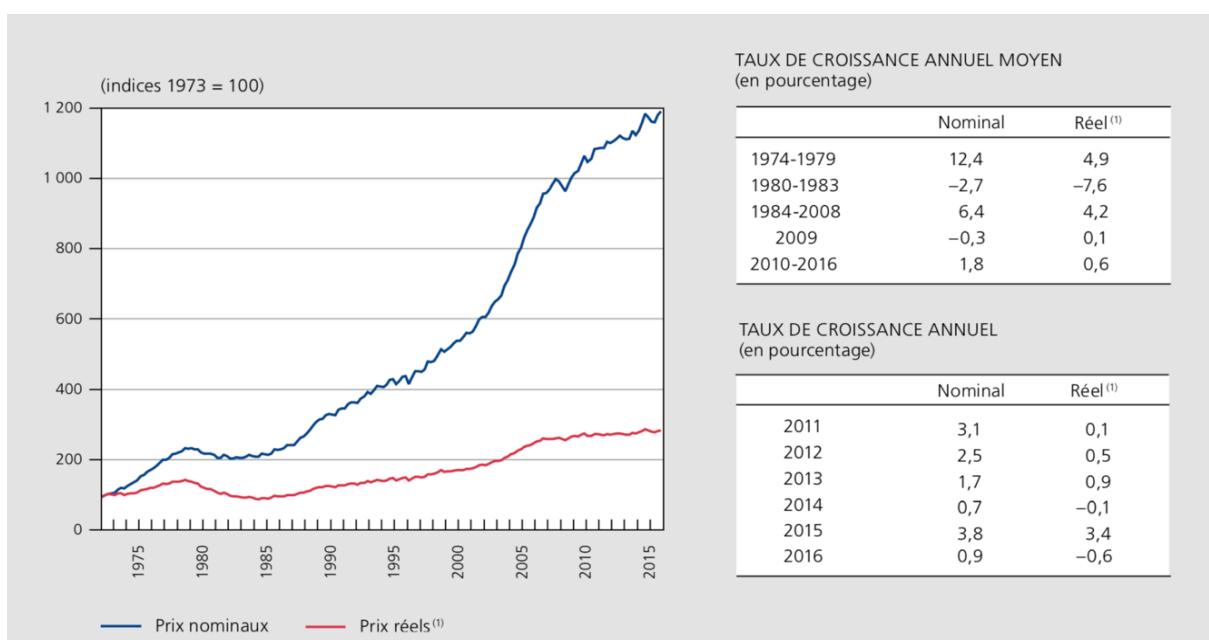
Nous pouvons observer 3 grands groupes de pays :

- Un groupe dans lequel la croissance a été forte et soutenue durant les dernières décennies avec une faible inflexion durant la crise de 2008.
- Un groupe composé de pays périphériques de l'Europe, comme la Grèce, dans lesquels les fortes croissances ont été suivies par de fortes récessions.
- Un groupe dont l'augmentation de prix a commencé tardivement, 2004 en Autriche et 2009 en Allemagne, tandis que les prix ont diminué à partir de 2001 au Portugal.

5.5. Le marché immobilier belge

Dans ce mémoire, nous nous focaliserons sur le marché belge et plus particulièrement sur le marché bruxellois. Malgré l'europeanisation progressive de l'immobilier, nous avons fait ce choix en raison des particularités du marché et de la législation de l'immobilier national. En outre, le manque de données sur l'immobilier nous a obligé à suivre cette direction. Nous développerons ultérieurement cette problématique. En effet, chaque marché possède des distinctions notoires. Au sein d'un même marché, il y a de grandes divergences, notamment, les différents incitants fiscaux ou encore les prix entre les trois régions de la Belgique que nous aborderons ultérieurement.

Figure 4 : Évolution des prix de l'immobilier résidentiel en Belgique



Source figure : Warisse, C. (s.d.). Analyse de l'évolution des prix de l'immobilier résidentiel : le marché belge est-il surévalué ? Consulté sur https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2017/revecoi2017_h4.pdf

Warisse (s.d.) a observé que depuis 1973, les prix nominaux (prix sans correction de l'inflation) des biens résidentiels ont augmenté avec seulement deux inflexions. La première a eu lieu début des années 80 où les prix ont diminué en moyenne de 2,7 % par an et la deuxième lors de la crise financière, en 2009, avec un recul des prix de 0,3 %. Ces inclinaisons étaient superficielles comparativement à la croissance des prix entre 1973 et 2016.

Les prix réels (prix avec correction de l'inflation), depuis les années septante, ont aussi augmenté mais, à cause de l'inflation, cette croissance était plus douce.

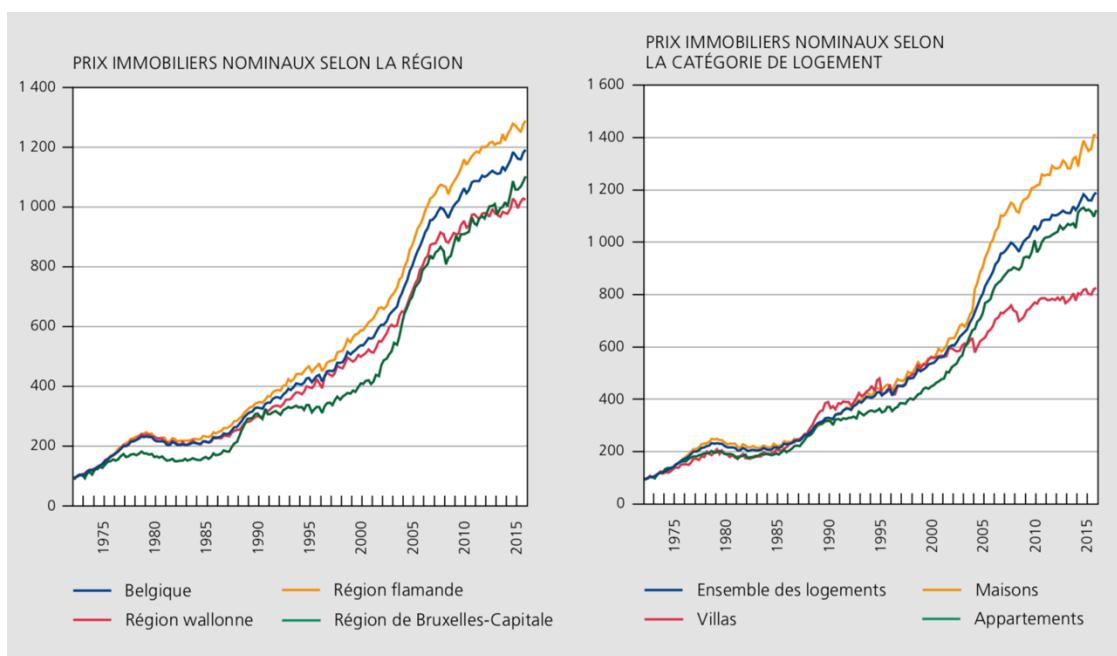
Néanmoins, une diminution des prix s'est produite au début des années 80 à la suite d'une inflation élevée. Lors de la crise de 2008-2009, la chute de prix était plus faible qu'avec les prix nominaux en raison du tassement déflateur de la consommation privée.

Récemment, les prix nominaux se sont stabilisés après un rebond en 2010 avec un ralentissement de la croissance qui aboutit à un aplatissement de l'évolution prix. Au niveau des prix réels, entre 2011 et 2015, étant donné que l'inflation a baissé, un regain des prix réels a été constaté.

5.6. Prix au sein de la Belgique

À partir de maintenant, nous allons nous concentrer sur le pays qui nous concerne plus particulièrement, la Belgique.

Figure 5 : Évolution des prix nominaux de l'immobilier résidentiel par région et catégorie de logement (1973=100)



Source figure : Warisse, C. (s.d.). Analyse de l'évolution des prix de l'immobilier résidentiel : le marché belge est-il surévalué ? Consulté sur
https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2017/revecoi2017_h4.pdf

Analyse :

Le prix de l'immobilier a dans l'ensemble évolué de manière homogène et significative dans les différentes régions avec toutefois quelques différences. En effet, lors de la crise de 2008, les prix se sont stabilisés en Flandre alors que, dans les autres régions, ils ont reculé.

Ensuite, durant les dernières décennies, les prix de la région Bruxelles-Capitale ont été moins stables en raison de la petitesse de son territoire et de son aspect majoritairement urbain. Elle

est donc plus affectée par des variables comme la démographie. À partir de 2016, les prix n'évoluent plus dans le pays, à l'exception de la Flandre.

Lorsque l'on scinde les prix selon le type de bien, on relève une hétérogénéité plus élevée. Ce sont les appartements et les maisons qui ont le plus participé à la hausse des prix. Alors que l'évolution du prix des villas est moins importante.

5.7. Prix actuel des types de bien

Selon le site officiel Statbel (2019), le prix médian belge d'une maison fermée ou semi-fermée s'élève à 205 000 euros et le prix d'une maison ouverte s'élève à 290 000 euros.

C'est au sein du marché wallon que l'immobilier est le plus accessible avec des maisons fermées ou semi-fermées à des prix médians de 142 000 euros ; le prix des maisons ouvertes s'élève à 235 000 euros.

En deuxième position, nous retrouvons la région flamande où les maisons de type fermé ou semi-fermé coûtent 234 000 euros, les maisons de type ouvert à 320 000 euros.

En première position, la plus chère des régions est Bruxelles-Capitale où les maisons de type fermé (2 façades) ou semi-fermé (3 façades) coûtent 394 000 euros, les maisons de type ouvert sont à 987 500 euros.

Tableau 1 : Prix médian au troisième quadrimestre 2018 des maisons (2,3 ou 4 façades) en Belgique et ses régions

	Prix médian 2018			
	Belgique	Wallonie	Flandre	Bruxelles
Maison 2 à 3 façades	205.000	142.000	234.000	394.000
Maison à 4 façades ou plus	290.000	235.000	320.000	987.500
Appartement	185.000	144.000	187.375	200.00

Source : Statbel (2019). *Prix de l'immobilier* | Statbel. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://statbel.fgov.be/fr/themes/construction-logement/prix-de-limmobilier>

6. La financerisation

Ce point se base principalement sur les écrits de Nappi-Choulet (s.d.). Les marchés financiers se sont développés au début des années 80 alors que la finance ne s'est penchée que très récemment sur l'immobilier. Comme expliqué précédemment, il représente 60 % des actifs dans le monde. Lorsque l'on parle de la « financerisation de l'immobilier », nous voulons exprimer la mondialisation des capitaux et de ses investisseurs.

La transition commence à partir de la crise immobilière des années nonante dans laquelle des investisseurs opportunistes se focalisent sur un marché immobilier en piteux état. Cette période démocratise une nouvelle approche de l'immobilier considéré presque uniquement comme un actif anti-inflationniste. Désormais, il crée une nouvelle classe d'actifs qui trouve sa place dans un portefeuille financier. Entre 1995 et 1996, l'immobilier n'est plus uniquement du patrimoine mais il représente un actif nécessitant une approche financière permettant de diversifier son portefeuille.

Cette transition s'est d'abord déroulée dans l'immobilier non résidentiel, avec notamment l'immobilier d'entreprise, pour ensuite s'étendre dans l'immobilier résidentiel. Ainsi, l'immobilier devient une troisième classe d'actifs qui est composée d'une somme de revenus locatifs et de l'évolution de sa valeur (valorisation ou dépréciation) dans un contexte de libéralisation du système financier et de la mouvance des capitaux financiers.

Un approfondissement de la financerisation (1997-2007) s'est à nouveau déroulé durant ce boom immobilier. En effet, l'apparition de nouveaux investisseurs, notamment dans l'immobilier d'entreprise, a provoqué l'explosion des volumes investis et, de ce fait, une mutation du marché avec plus de transparence et l'apparition de nouveaux indicateurs financiers.

Ensuite, au début des années 2000, la financerisation s'accélère à nouveau à la suite de 2 évènements :

- Premièrement, le développement des opérations en blanc en tant qu'investisseurs. Ce sont des opérations qui sont appliquées sans la connaissance de l'utilisateur avec un risque très élevé en anticipant la demande locative.
- Deuxièmement, l'externalisation des actifs immobiliers de grandes entreprises européennes (France Télécom, British Télécom) avec des montants qui s'élèvent souvent au-dessus du milliard d'euros. Ces cessations sont souvent dues au surendettement en conséquence des faibles taux d'intérêt. Ces dernières trouvent via ces externalisations une source de financement.

Par après, la titrisation se développe en Europe vers les années 2000, majoritairement en Grande-Bretagne, via les véhicules de titrisation type RMBS (residential mortgage-backed securities) ou CMBS (commercial mortgage-backed securities).

Cette titrisation est un pilier de la financiarisation de l'immobilier qui possède beaucoup d'avantages pour les banques qui proposent des crédits hypothécaires ou encore pour les sociétés foncières proposant des crédits classiques. Cette technique permet de lever beaucoup de fonds à des conditions de financement attractives.

La titrisation immobilière a eu son apogée avec les très risqués crédits subprimes qui finançaient le logement des personnes défavorisées. Le cumul des défauts de paiement avec la diminution de la solvabilité des ménages a entraîné la crise de 2008 qui s'est transmise à l'ensemble du secteur financier américain et, ensuite, dans le reste du monde via la voie de la titrisation rendant invisible les risques associés aux subprimes. C'est avec la chute de l'emblème financier, Lehman Brothers, que la crise s'est étendue internationalement.

La crise des subprimes et la crise financière de 2008 ont rappelé le lien sous-estimé entre la finance et l'immobilier. La crise avait tant des fondements financiers qu'immobiliers. Les frontières sont très floues entre ces 2 composantes de la crise. Le gonflement de la bulle immobilière sur le marché américain entre 2003 et 2006 a provoqué un accroissement du nombre de crédits hypothécaires à des taux d'intérêt faibles et le prix sous-jacent de l'immobilier en augmentation. À partir de 2006, le marché immobilier s'est vu baisser et a permis de mettre en évidence la faillibilité des subprimes. En effet, on n'a pas pu déceler le risque lié en raison de la complexité financière sous-jacente.

Plus récemment, le succès de ces fonds d'investissement en Belgique a provoqué en 2016 la création d'un nouveau véhicule d'investissement appelé le FIIS (fonds d'investissement immobilier spécialisé), un fond passif non-côté. Peeters Law (2017) définit ces fonds de cette manière : «Le FIIS est un fonds d'investissement collectif institutionnel pour des investissements collectifs (FIA institutionnels), avec un nombre fixe de droits de participation (“fermé”), une obligation de distribution de 80 % de son résultat et avec un investissement collectif en immobilier comme objectif unique ».

Ces fonds ont eu des performances très honorables ces 10 dernières années, ce qui a accentué la financiarisation de l'immobilier. De sorte que, « l'asset manager », le « property manager » ne peuvent plus se limiter aux compétences juridiques. Il doit maîtriser des concepts financiers pour optimiser son investissement.

Ces différentes étapes se sont déroulées entre 1990 et 2016, en conséquence des conjonctures du marché immobilier, de ses crises et de la libéralisation du marché financier. Il existe des liens indéniables entre le marché financier et l'immobilier. Ils sont tous deux sensibles à la richesse générée, aux taux d'épargnes, aux mesures fiscales, mais par-dessus tout aux taux d'intérêt.

De ce fait, plus les taux d'intérêt sont bas, plus la capacité d'emprunt augmente et, par conséquent, la demande pour le logement augmente ce qui provoquera une hausse des prix de l'immobilier. Parallèlement, la valorisation des actions augmente avec la diminution des taux d'intérêt.

Entre la fin des années 1970 jusqu'au début des années 2000, nous avons pu observer une corrélation entre les pics de la Bourse qui précédaient de 2 ans ceux de l'immobilier. Depuis le début des années 2000, ce lien n'est plus d'actualité suite au boom des prix de l'immobilier et au ralentissement de la valorisation des actions.

Ce changement peut être expliqué par les deux krachs boursiers qui ont gelé l'enthousiasme sur ce marché, ce qui a bénéficié aux actifs réels tel que l'immobilier. Ensuite, les taux d'intérêt ont fortement diminué et les banques ont allongé la durée des crédits. En outre, la fiscalité a bénéficié à l'immobilier, notamment avec la baisse des droits d'enregistrement.

6.1. Définition bulle immobilière

Lorsque l'on investit dans l'immobilier, on s'engage généralement pour un bon nombre d'années. Cette notion de temporalité diffère grandement avec, par exemple, les actions. Ensuite, si nous pressentons grâce à notre expérience que le marché se détériore, il faudra énormément de temps avant de vendre le bien. Les biens immobiliers sont ainsi extrêmement illiquides.

Lorsque l'on investit autant dans un bien, il est légitime de se poser la question sur l'existence d'une bulle immobilière. Le fait que les prix montent depuis tant d'années peut sembler suspect pour certaines personnes.

« Une bulle financière ou bulle spéculative correspond à une situation où le cours des titres augmente fortement et atteint des niveaux jugés, par une petite minorité de personnes lucides, comme globalement excessifs en comparaison avec la valeur réelle des actifs. Elle s'achève généralement par un éclatement de la bulle et une baisse rapide des cours. La première bulle mémorable a eu lieu en Hollande avec la spéulation sur les bulbes tulipes au milieu du XVII^e siècle. » (Les Echos 2018)

En conséquence de la financiarisation de l'immobilier, il est essentiel de suivre rigoureusement le marché immobilier et de le prendre en compte dans la politique macro prudentielle. En effet, un enfièvement sur le marché hypothécaire peut avoir des impacts catastrophiques sur la stabilité financière en général. Comme nous avons vu précédemment, nous avons un exemple concret avec la crise des subprimes en 2008.

6.2. Analyse

L'analyse suivante se base sur un communiqué de presse de la Banque nationale de Belgique (2017). Nous avons observé une augmentation des prix immobiliers depuis les années septante avec deux inflexions pendant les années septante et lors de la crise de 2008. Depuis cette dernière, les prix se sont stabilisés pour atteindre une sorte de plateau. Suite à cette croissance qui a perduré pendant de nombreuses années avec de faibles chutes très ponctuelles, le prix de l'immobilier est devenu un sujet préoccupant en Belgique.

Nous devons nous poser la question : « les prix sont-ils au-dessus ou en dessous du prix d'équilibre ? ». Différentes méthodes existent pour évaluer cette différence. Une première méthode utilise la moyenne long terme des ratios « price-to-rent », Investopedia (2019) qui définit ce ratio comme tel « le prix médian d'un bien immobilier divisé par le prix de location moyen d'un bien immobilier » et, une seconde méthode de « price-to-income », Investopedia (2019) définit ce ratio ainsi : « le prix médian d'un bien immobilier divisé par le revenu moyen d'un foyer ».

La moyenne à long-terme de ces ratios démontre une surévaluation du prix de l'immobilier. Cette méthode n'est pas pertinente et elle ne prend pas en compte certains paramètres du marché immobilier qui peuvent avoir un impact considérable sur le prix de marché.

Par conséquent, pour répondre à cette préoccupation, une méthode économétrique a été utilisée afin de pallier aux manquements de la première. Elle met en parallèle l'évolution des prix de l'immobilier avec le revenu des ménages, les taux d'intérêt et des paramètres démographiques.

Lors de l'application de cette méthode, nous ne décelons pas une surévaluation des prix de l'immobilier. Le « décalage » relevé est la conséquence de 2 facteurs : l'augmentation du revenu des ménages et le faible taux d'intérêt. Ces taux ont permis de faciliter l'accès au logement. En outre, l'excès de demande provoquant la hausse des prix est aussi dû à l'augmentation du nombre de ménages et des incitants fiscaux mis en place.

6.3. L'utilité de l'immobilier dans un portefeuille diversifié

Pour l'écriture de cette partie, nous nous basons sur l'article de recherche Martin Hoesli, Jon Lekander et Witold Witkiewicz (2010) qui met en évidence l'importance de l'immobilier dans un portefeuille diversifié. Cet article est particulièrement pertinent dans le cadre de ce mémoire, mais il convient de prendre du recul étant donné qu'il se base sur d'autres pays que le Belgique (US, UK, France Pays-Bas, Suède, Suisse et Australie). Néanmoins, il démontre que le poids optimal de l'immobilier dans un portefeuille est robuste entre les différentes nations.

L'immobilier est un actif permettant de diversifier son portefeuille au niveau national et international. Dans la littérature, il est considéré que l'allocation optimale se situe respectivement entre 15 et 25 %.

Néanmoins, les investisseurs institutionnels composent leurs portefeuilles avec un pourcentage plus faible qu'expliqué dans la littérature. Cette différence serait due à l'allocation en pourcentage de son portefeuille en utilisant un cadre actif/passif, et donc en ne se limitant pas qu'au cadre actif. Cela est dû aussi en partie aux imperfections du marché de l'immobilier notamment avec le caractère indivisible des biens.

Dans le cadre de leur recherche, Martin Hoesli, Jon Lekander et Witold Witkiewicz ont utilisé une procédure de Bayes-Stein qui consiste à améliorer les sélections des actifs pour les portefeuilles en atténuant les problèmes d'incertitude des paramètres qui impliquent des portefeuilles sous-optimaux.

Au sein du portefeuille, ils ont utilisé le rendement total (rendement qui ne comprend pas uniquement l'accroissement de la valeur d'un actif à la suite de la vente, mais aussi les dividendes qui découlent de l'actif) entre de **1988 à 2001** des actifs suivants : l'argent national, actions nationales, les obligations nationales, les actions internationales, l'immobilier direct et indirect.

Dans un cadre international, le taux de change a son importance. Ils ont donc développé leur méthodologie avec des rendements qui prennent en compte d'abord les risques du taux de change et, ensuite, ils vont geler ces risques en posant l'hypothèse qu'il y a des contrats à terme. Selon Investopedia (2019), les contrats à terme sont « des contrats financiers obligeant l'acheteur à acheter un actif ou le vendeur à vendre un actif, tel qu'une marchandise physique ou un instrument financier, à une date et à un prix futurs prédéterminés. Les contrats à terme détaillent la quantité de l'actif sous-jacent et sont standardisés pour faciliter la négociation sur un marché à terme ».

La méthodologie de l'article scientifique s'articule de la manière suivante. Premièrement, ils ont fait une analyse statistique des différents véhicules d'investissement en fonction des pays. Au sein de cette analyse, ils ont calculé la moyenne, l'écart-type, le maximum, le minimum et la procédure de bayes stein. Deuxièmement, ils ont effectué une matrice de corrélation. Troisièmement, ils ont étudié le poids optimal des différents actifs dans le portefeuille et l'impact de l'immobilier sur le risque. Étant donné que l'article applique cette méthodologie à différents pays, nous allons faire un tri et nous concentrer principalement sur l'analyse de pays proches géographiquement et institutionnellement de la Belgique.

Tableau 2 : Analyse des actifs

Country	Mean	Std. Dev.	Max	Min	B-S Mean
Panel A: Australia					
Cash	8.5	4.2	17.7	4.9	8.4
Domestic Bonds	11.8	8.5	25.5	-6.5	11.4
Global Bonds	10.6	14.4	32.7	-15.8	
Domestic Stocks	11.6	14.2	38.7	-14.1	14.1
Global Stocks	12.4	16.5	41.6	-14.2	
Domestic RE Stocks	16.0	10.2	32.6	-2.8	14.2
Global RE Stocks	8.2	19.0	57.9	-19.9	
Domestic RE	9.5	10.1	31.6	-7.8	
Global RE	10.0	13.0	33.7	-6.8	
Desmoothed Domestic RE	9.9	12.8	36.0	-14.8	9.2
Desmoothed Global RE	7.8	10.6	20.3	-18.0	
Panel B: France					
Cash	6.6	2.7	10.3	3.0	6.6
Domestic Bonds	8.9	7.2	20.9	-5.7	9.0
Global Bonds	9.4	12.0	25.6	-12.4	
Domestic Stocks	14.4	26.5	57.0	-28.0	14.8
Global Stocks	12.2	20.5	45.1	-25.4	
Domestic RE Stocks	5.2	17.0	38.9	-16.9	5.9
Global RE Stocks	8.4	25.3	65.6	-29.7	
Domestic RE	7.8	10.7	23.8	-10.5	
Global RE	9.2	13.4	30.4	-9.8	
Desmoothed Domestic RE	7.9	17.9	38.9	-19.1	8.5
Desmoothed Global RE	7.9	10.9	20.1	-18.1	
Panel C: The Netherlands					
Cash	5.2	2.7	9.4	0.0	5.3
Domestic Bonds	7.4	6.5	18.6	-4.5	7.6
Global Bonds	9.4	12.6	26.9	-15.1	
Domestic Stocks	16.2	20.8	45.9	-17.4	15.3
Global Stocks	12.1	20.8	45.1	-25.0	
Domestic RE Stocks	4.9	16.2	37.8	-26.2	5.7
Global RE Stocks	8.3	25.3	65.4	-29.3	
Domestic RE	10.6	4.5	18.1	2.8	

Country	Mean	Std. Dev.	Max	Min	B-S Mean
Panel F: United Kingdom					
Cash	8.3	3.2	14.8	4.9	8.2
Domestic Bonds	10.6	8.1	22.0	-6.9	10.4
Global Bonds	8.7	13.9	36.3	-17.6	
Domestic Stocks	12.4	14.6	36.6	-11.8	14.3
Global Stocks	11.1	18.7	31.3	-29.0	
Domestic RE Stocks	11.7	28.7	91.6	-18.1	10.9
Global RE Stocks	7.1	22.2	58.3	-33.0	
Domestic RE	10.9	10.5	29.6	-8.5	
Global RE	7.6	10.3	25.4	-8.7	
Desmoothed Domestic RE	11.0	11.5	30.1	-12.1	9.5
Desmoothed Global RE	7.6	10.9	20.3	-19.3	
Panel G: United States					
Cash	5.9	1.7	9.2	3.2	5.9
Domestic Bonds	8.0	6.3	18.3	-3.4	8.2
Global Bonds	7.9	5.4	16.9	-3.3	
Domestic Stocks	15.0	16.9	38.2	-12.5	15.0
Global Stocks	10.4	15.5	25.3	-16.5	
Domestic RE Stocks	10.6	20.0	41.0	-34.2	10.0
Global RE Stocks	6.4	19.7	54.7	-21.3	
Domestic RE	6.7	6.0	15.3	-5.6	
Global RE	9.1	8.9	25.7	-3.1	
Desmoothed Domestic RE	7.6	11.7	20.6	-21.0	8.4
Desmoothed Global RE	9.0	11.8	26.6	-10.5	

Note: Average return, standard deviation, maximum return, minimum return and Bayes–Stein shrunk return. All returns are annual and in percentages. RE stands for real estate. The time period is 1987–2001.

Source : Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007). *International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier* (SSRN Scholarly Paper N° ID 954729). Consulté à l'adresse Social Science Research Network website : <https://papers.ssrn.com/abstract=954729>

6.4. Analyse statistique

6.4.1. L'Immobilier indirect

Au sein des différents pays, l'actif avec le risque et le rendement le plus élevés provient des actions alors que l'argent possède le risque et le rendement le plus faible. Ensuite, les obligations ont un rendement et un risque qui se situent entre l'argent et les actions. A contrario, le rendement de l'immobilier indirect n'est pas constant entre les différents pays. Cette différence s'explique par les divergences entre les différences institutionnelles, la fiscalité, les types de biens dans lesquels des fonds immobiliers investissent et la manière dont ils utilisent l'effet de levier.

Au niveau des variances, l'immobilier indirect n'est pas très attractif en comparaison aux autres actifs. Citons un exemple frappant, aux Pays-Bas et en Suède où les rendements de l'immobilier indirect sont plus faibles que l'argent avec un écart-type très élevé. Ensuite, en France, l'immobilier indirect possède un rendement légèrement supérieur à l'argent avec encore un écart-type élevé. Aux États-Unis et en Angleterre, le rendement se situe entre celui des actions et des obligations, mais avec un écart-type supérieur aux actions.

6.4.2. L'immobilier direct

L'immobilier direct pour tous les pays, excepté pour le Royaume-Uni et pour les Pays-Bas, possède un rendement plus faible que pour les obligations, mais avec tout de même un rendement supérieur à l'argent (sauf en Suisse). Les résultats sont assez pauvres à cause des données qui ne couvrent pas entièrement toutes les années 80. En effet, elles prennent en compte majoritairement les années 90 qui ont subi une crise immobilière.

L'écart-type du rendement de l'immobilier est plus élevé que celui des obligations, excepté pour les États-Unis et les Pays-Bas. Ensuite, le risque des actions est plus élevé que celui de l'immobilier. Avec ces valeurs, nous ne pouvons pas relever que l'intérêt de l'immobilier dans un portefeuille mixte se situe dans son rendement ou son écart, mais ce serait dû notamment à sa faible corrélation avec les autres actifs financiers.

6.5. Comparaison immobilier direct et indirect

Lorsque l'on compare le niveau de risque entre l'immobilier direct et indirect, cinq pays sur sept possèdent un risque comparable. Il n'y a qu'aux États-Unis et en Angleterre que l'écart-type de l'immobilier indirect est supérieur à celui de l'immobilier direct.

Pour le rendement, il existe beaucoup de différences. Pour la Suède et les Pays-Bas, le rendement de l'immobilier indirect est plus faible que pour l'immobilier direct alors que c'est le contraire en Australie, en Suisse et aux États-Unis.

6.6. Matrice de corrélation

Tableau 3 : Matrice de corrélation de l'Australie et de la France

Country	Cash	Domestic Bonds	Global Bonds	Domestic Stocks	Global Stocks	Domestic RE Stocks	Global RE Stocks	Desmoothed Domestic RE	Desmoothed Global RE
Panel A: Australia									
Cash	1.00								
Domestic Bonds	0.43	1.00							
Global Bonds	-0.17	0.53	1.00						
Domestic Stocks	-0.08	0.39	0.27	1.00					
Global Stocks	-0.13	0.32	0.48	0.60	1.00				
Domestic RE Stocks	-0.11	0.60	0.43	0.64	0.35	1.00			
Global RE Stocks	-0.11	0.41	0.37	0.73	0.35	0.72	1.00		
Desmoothed Domestic RE	0.04	-0.42	-0.53	-0.25	-0.14	-0.02	-0.03	1.00	
Desmoothed Global RE	-0.27	-0.38	-0.10	-0.08	0.34	0.09	0.18	0.68	1.00
Panel B: France									
Cash	1.00								
Domestic Bonds	0.33	1.00							
Global Bonds	-0.18	0.48	1.00						
Domestic Stocks	-0.23	0.25	0.68	1.00					
Global Stocks	-0.29	0.23	0.63	0.91	1.00				
Domestic RE Stocks	-0.23	0.29	0.44	0.65	0.54	1.00			
Global RE Stocks	-0.05	0.48	0.67	0.58	0.64	0.54	1.00		
Desmoothed Domestic RE	-0.38	-0.49	-0.01	0.42	0.35	0.34	0.03	1.00	
Desmoothed Global RE	-0.55	-0.03	0.11	0.30	0.36	0.33	0.28	0.38	1.00

Source : Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007). International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier (SSRN Scholarly Paper N° ID 954729). Consulté à l'adresse Social Science Research Network website : <https://papers.ssrn.com/abstract=954729>

6.7. Analyse de la matrice de corrélation

Nous avons uniquement inséré la matrice de corrélation de deux pays de la figure ci-dessus à titre représentatif. Comme expliqué ci-dessus, il semble que ce ne soit ni le rendement ni l'écart type qui soit explicatif de l'utilité de l'immobilier au sein d'un portefeuille.

Pour un modèle d'allocation de portefeuille, la corrélation entre les différents actifs est un paramètre essentiel pour la diversification du portefeuille. En effet, plus la corrélation entre deux actifs est proche de 0, plus l'effet de diversification sera grand au sein du portefeuille. Lorsque l'on s'approche d'une corrélation équivalente à 1, ce bénéfice diminue progressivement et disparaît lorsqu'il vaut 1. Les différentes corrélations se situent en partie sur le tableau 3.

L'immobilier domestique est corrélé négativement au rendement des obligations domestiques au sein de tous les pays, à l'exception des Pays-Bas. Il y a aussi une corrélation négative entre

ce type d'immobilier et les obligations internationales, excepté pour les Pays-Bas, l'Australie et la Suisse, dans lesquels la corrélation est positive.

Globalement, le rendement de l'immobilier est donc corrélé négativement aux obligations tandis qu'entre l'immobilier et les actions, la corrélation est plus souvent positive. Entre l'immobilier direct et indirect, il existe une faible corrélation sauf pour le Royaume-Uni et la Suède. Cette faible corrélation démontre que l'utilisation du marché indirect de l'immobilier comme indicateur de prix ne s'avère pas pertinente sauf pour ces deux pays. Ainsi, ces deux types d'investissement ne peuvent pas être considérés comme substitut.

Ensuite, l'immobilier direct international possède une plus forte corrélation positive avec les actifs financiers que l'immobilier national. Néanmoins, l'immobilier international reste intéressant pour diversifier un portefeuille qui comprend des actifs financiers, de l'immobilier indirect ; il y a une faible corrélation entre immobilier direct et indirect en comparaison avec les obligations, les actions nationales et internationales. Ceci suppose que l'immobilier direct est un marché plus local que les marchés financiers, ce qui implique un plus grand intérêt de la diversification internationale de l'immobilier.

6.8. Poids optimaux des véhicules des actifs dans le portefeuille.

Tableau 4 : Analyse de la diminution de risque et de l'allocation des actifs en Australie

Country	MVP	10%	30%	50%	70%	90%	Max σ
Panel A: Australia							
Financial Assets Only							
RETURN	9.3	9.8	10.7	11.7	12.7	13.7	14.2
RISK	3.6	3.7	4.5	5.9	7.5	9.2	10.2
Cash	80.9	73.7	58.2	41.3	24.5	7.6	0.0
Domestic Bonds	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
International Bonds	5.4	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Domestic Stocks	0.0	0.0	0.0	1.7	3.4	5.1	0.0
International Stocks	2.6	3.5	4.5	3.9	3.4	2.8	0.0
Domestic RE Stocks	11.1	19.9	37.2	53.0	68.8	84.6	100.0
International RE Stocks	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Financial Assets and Domestic Real Estate							
Risk Reduction	-11%	-8%	-3%	-2%	-1%	-1%	0%
Cash	65.4	57.7	46.6	33.3	5.1	0.0	0.0
Domestic Bonds	0.0	0.0	0.0	1.1	15.8	2.8	0.0
International Bonds	13.5	10.7	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Domestic Stocks	6.2	7.2	6.3	5.4	10.1	8.9	0.0
International Stocks	0.0	0.0	1.3	3.1	0.9	1.1	0.0
Domestic RE Stocks	0.0	10.5	30.1	48.1	53.7	79.4	100.0
International RE Stocks	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Domestic RE	14.9	13.9	10.9	8.9	14.3	7.7	0.0
Financial Assets, Domestic Real Estate and International Real Estate							
Risk Reduction	-16%	-9%	-3%	-2%	-1%	-1%	0%
Cash	68.6	57.7	46.6	33.2	5.1	0.0	0.0
Domestic Bonds	0.0	0.0	0.0	1.2	15.8	2.8	0.0
International Bonds	8.3	8.6	4.7	0.0	0.0	0.0	0.0
Domestic Stocks	4.7	6.5	6.3	5.5	10.1	8.9	0.0
International Stocks	0.0	0.0	1.3	3.1	0.9	1.1	0.0
Domestic RE Stocks	1.1	12.9	30.0	48.1	53.7	79.4	100.0
International RE Stocks	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Domestic RE	2.4	9.8	10.9	8.9	14.3	7.7	0.0
International RE	14.9	4.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Source : Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007). *International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier* (SSRN Scholarly Paper N° ID 954729). Consulté à l'adresse Social Science Research Network website : <https://papers.ssrn.com/abstract=954729>

6.9. Analyse tableau

Dans la figure ci-dessus, il y a le poids optimal des actifs des différents portefeuilles efficents, qui se situent entre le MVP (portefeuille avec le minimum de variance) et celui qui a la variance la plus forte. Le tableau se sépare en trois parties :

- La répartition du portefeuille avec uniquement les actifs financiers ;
- La répartition du portefeuille avec les actifs financiers et l'immobilier direct ;
- La répartition du portefeuille avec les actifs financiers et l'immobilier direct et indirect.

Lorsque l'on ajoute l'immobilier direct et indirect, on relève une diminution significative du risque du portefeuille pour un même rendement sur la première ligne.

Au niveau du rendement, l'immobilier est plus faible que les obligations au sein de tous les pays, excepté en Angleterre et aux Pays-Bas.

Au niveau du risque, les auteurs ont conclu qu'au sein d'un portefeuille mixte pour un rendement donné, l'insertion de l'immobilier direct dans le portefeuille mixte implique une diminution du risque de 5 à 10 %. Le poids optimal qu'il faut allouer à l'immobilier doit se situer entre 5 et 15 %. Ce résultat est constant entre les différents pays.

Lorsque l'on ajoute au portefeuille précédent (comprenant de l'immobilier domestique), de l'immobilier international, le risque décroît de 10 à 20 % et le poids optimal à allouer est entre 15 et 20 %. Les portefeuilles efficents les moins risqués comprennent principalement du cash et des obligations (entre 50 à 80 % du portefeuille). Dans ces portefeuilles, l'immobilier prend sa place. En effet, il est négativement corrélé à ces actifs, ce qui permet de diversifier le portefeuille et est en prime peu risqué. Naturellement, les actions n'ont pas leur place au sein d'un portefeuille peu risqué.

Ainsi, lorsque l'on se situe à gauche de la frontière efficiente, il y a principalement des investissements à faible risque. Plus on se déplace sur la droite de la frontière efficiente, plus le risque est élevé et donc plus d'actifs risqués comme les actions prennent du poids dans le portefeuille. Néanmoins, même avec des portefeuilles extrêmement risqués, les actions internationales font rarement partie des portefeuilles efficents. Il en est de même pour l'immobilier indirect national ou international sauf exceptionnellement pour l'Australie et dans certains cas de figure aux États-Unis.

6.10. Analyse de sensibilité

Les auteurs de l'article ont utilisé deux systèmes d'analyse de sensibilité :

- L'allocation optimale de l'immobilier pour une variance minimale du portefeuille recalculée avec une période de données ;
- Une analyse de sensibilité en faisant varier l'écart type de l'actif immobilier utilisé.

Lorsqu'ils ont effectué les analyses de sensibilité, les rendements entre 15 % et 25 % sont restés robustes dans le portefeuille mixte. Néanmoins, lorsque l'on fait varier l'écart type, le poids de l'immobilier dans le portefeuille varie significativement. Ainsi, aux Pays-Bas, l'allocation optimale de l'immobilier se situe entre 13 et 32 %. Ensuite, pour les investisseurs américains, le poids devient plus faible que dans les autres pays lorsqu'ils appliquent l'analyse de sensibilité en faisant varier la variance minimale du portefeuille.

6.11. Conclusion

Ils ont conclu que l'immobilier possède bien un effet diversificateur, mais celui-ci dépend fortement de la corrélation de ce dernier avec les autres véhicules d'investissement. En effet, dans un modèle d'allocation au sein d'un portefeuille, la corrélation entre les actifs possède un impact significatif sur la diminution du risque total suite à la diversification du portefeuille. Plus la corrélation est proche de -1, plus la diversification aura un effet positif sur le risque.

Inversement, plus la corrélation entre des actifs est grande, moins la diversification aura un impact positif sur le portefeuille. Les résultats ont démontré que l'utilisation de l'immobilier permet de diminuer le risque du portefeuille de 10 à 20 % et que l'allocation optimale se situe entre 15 et 25 %. Ces valeurs sont restées constantes malgré une variation de la période analysée et lorsque l'on fait varier l'écart type utilisé dans le portefeuille.

Ensuite, l'allocation entre l'immobilier national et international varie entre les différents pays et dépend de la prise en compte dans les rendements du risque du taux de change. Ainsi, les bienfaits de l'immobilier dans un portefeuille sont constants entre les différents pays, mais la répartition entre immobilier national et international varie fortement entre les différentes nations.

En conclusion, les bienfaits de l'immobilier sont indéniables, mais il n'y a pas de constante dans la manière d'allouer l'immobilier entre les pays pour profiter de ses avantages.

6.12. Concepts liés

6.12.1. Le mouvement brownien

Lors de notre réflexion sur la modélisation d'un rendement immobilier belge, nous nous sommes aventurés dans de nombreuses pistes. Ceci nous a permis de découvrir le mouvement brownien géométrique. Nous n'avons pas pu utiliser cette méthode étant donné qu'il a pour but de générer des données futures et non historiques.

Ce mouvement brownien est un des premiers liens entre la physique et la finance. Il est observable lorsqu'un faisceau de lumière éclaire des particules de poussière. On a l'impression que ces dernières évoluent dans l'air de manière erratique. En fait, la poussière évolue dans un fluide, l'air qui est composé de plus petites particules que la poussière. C'est à la collision avec ces plus petites entités que la poussière change de direction. Ces collisions ne sont pas observables à l'œil nu, cela nous donne une impression de mouvement aléatoire. Lorsque l'on fait l'analogie avec la finance, la plus grosse particule est un actif et les petites sont les paramètres économiques qui vont avoir un impact sur le véhicule d'investissement.

Ainsi, sur une base historique, le mouvement brownien consiste à étudier les mouvements évoluant au fil du temps de manière erratique et donc paraissant impossible à anticiper.

En finance, ce mouvement permet de modéliser l'évolution du prix d'un actif. On applique au prix une espérance constante au processus de rentabilité. D'après, (Baroni et al. 2006) un mouvement brownien géométrique avec S , la valeur de l'actif financier en t , μ l'espérance de rentabilité, dt l'intervalle de temps, σ la volatilité du processus et dz la limite de la variable Z quand Δt tend vers 0, se traduit mathématiquement de cette manière :

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz$$

Baroni et al. (2006) ont utilisé la version discrète du mouvement brownien géométrique. $\frac{\Delta S}{S}$ est le processus de rentabilité de l'actif financier suivant un processus de wiener général (processus stochastique qui permet de modéliser les mouvements browniens). ε , une variable aléatoire centrée réduite obtenue grâce à la fonction inverse développée précédemment.

$$\frac{\Delta S}{S} = \mu \Delta t + \sigma \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta S}{S} = \mu S \Delta t + \sigma + \sigma S \varepsilon \sqrt{\Delta t}$$

Cette formule peut se traduire de cette manière : l'actif financier a une espérance de rentabilité sur un intervalle de temps avec une certaine volatilité.

6.12.2. Propriétés du mouvement brownien

Les mouvements browniens sont généralement utilisés pour modéliser les actifs financiers qui respectent l'hypothèse d'efficience de marché (Hull, 2011). Ils permettent de modéliser des processus de prix dont l'espérance de la rentabilité est une constante et est indépendante du prix. Ensuite, les incrémentations suivent la loi de distribution normale avec W_t, W_s qui sont les valeurs des processus en t et s . Tel que, $W_t - W_s \sim N(0, t - s)$ avec $s < t$

Cette caractéristique est essentielle pour modéliser un processus de prix qui concorde avec la théorie financière. Enfin, ce mouvement brownien est markovien, ce qui implique qu'un prix au moment t n'a aucun impact sur le prix pour les périodes suivantes $t + i$ avec $i = 1, \dots, n$ ce qui permet de modéliser un marché avec une faible efficience.

6.12.3. Paramètres du mouvement brownien

Baroni & al 2006 utilisent des rendements logarithmiques afin de ne pas utiliser les moyennes géométriques. Les formules suivantes proviennent de Baroni & al 2006 avec \mathbf{m} , le rendement moyen, N le nombre d'observations et S_t le prix en t .

- $m = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right)$
- La variance, $\sigma^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^N \ln \left(\frac{S_t}{S_{t-1}} \right) - m$
- L'espérance, $\mu = m + \frac{1}{2} \sigma^2$

6.12.4. L'effet de levier

Archimède a dit « Donnez-moi un point d'appui et je soulèverai le monde ». Cette citation explique parfaitement l'effet de levier. Lorsque l'on fait un achat immobilier, il est difficile d'avoir les ressources pour investir uniquement en fond propre. Ainsi, on fait souvent recours à un prêt.

Imaginons que nous fassions le bilan d'une opération d'achat d'un bien immobilier. A l'actif, le prix de la maison et, au passif, les 2 moyens de financement (par les fonds propres et l'endettement).

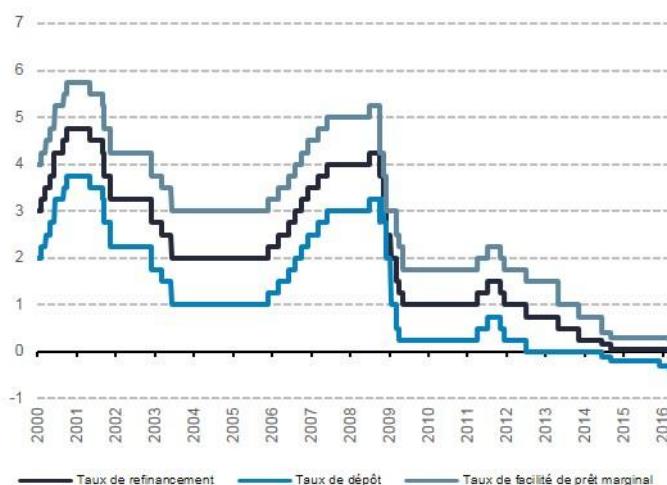
Tableau 5 : Exemple de l'effet de levier

Actif	Passif
Maison 200	Fonds propres 40
	Prêt 160

Source : Exemple de l'auteur

L'effet de levier est le rapport entre les fonds propres investis et l'emprunt. Ici, il y a un rapport de 4 pour 1, la quotité empruntée est de 80 %. Cette méthode permet d'acquérir des biens que l'on ne pourrait pas acheter si le crédit n'existe pas. L'effet de levier prend tout son sens depuis quelques années, en effet les taux d'intérêt sont très faibles suite à la politique monétaire de la Banque Centrale Européenne.

Figure 6 : Taux directeur de la Banque Central Européenne



Source: Bank, E. C. (s. d.). Official interest rates. Consulté 12 mai 2019, à l'adresse European Central Bank website :

https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/key_ecb_interest_rates/html/index.en.html

Un des buts de la Banque Centrale est de maintenir la stabilité des prix dans la zone euro en limitant le taux d'inflation à 2 %. Pour ce faire, elle utilise les taux d'intérêt. De fait, la Banque Centrale peut adapter ses différents taux : le taux d'intérêt de facilité de prêt marginal, le taux des opérations principales de refinancement et le taux utilisé par les banques pour emprunter. Cette politique de faible taux d'intérêt a facilité l'accès aux emprunts afin d'inciter les ménages, les entreprises à l'investissement.

Ainsi, concernant l'immobilier, ce contexte économique est une opportunité pour ce type d'investissement. Néanmoins, plus les bénéfices de l'effet levier sont grands, plus les risques sont importants. En effet, ce dernier nous permet d'atteindre des rentabilités élevées, mais aussi des pertes élevées. Lorsque l'on emprunte, si le taux de rendement est faible, les rentrées de trésorerie ne suffisent pas à compenser les sorties (paiement du prêt, assurance, frais). Il faut donc s'assurer d'une bonne maîtrise du marché et de son rendement pour s'aventurer dans ce type d'investissement.

6.13. Conclusion de la première partie

Cette première partie nous a permis premièrement de nous donner des outils d'analyse pour la partie quantitative de ce mémoire. En effet, nous utiliserons la théorie moderne du portefeuille de Markowitz et le concept de frontière efficiente. Deuxièmement, nous avons contextualisé l'immobilier belge. La valeur de notre type de bien a augmenté pendant de nombreuses années. Depuis peu, nous sommes presque en période de stagnation. Troisièmement, nous avons présenté un article scientifique qui s'intéresse à la même problématique que ce mémoire. Ils ont conclu que l'immobilier était très pertinent dans un portefeuille à la suite de sa faible corrélation avec les autres actifs, son poids idéal se situant environ aux alentours de 20%.

Partie 2 : Partie quantitative

1. Construction du portefeuille mixte

Lorsque l'on construit notre portefeuille mixte, celui-ci doit être réparti entre différents actifs pouvant avoir des caractéristiques très distinctes. C'est à la suite du profil spécifique de l'investisseur et de son aversion au risque que l'on décidera de la répartition des actifs. Dans le cadre de ce mémoire, nous allons construire notre portefeuille sur base de l'historique des rendements de nos différents véhicules d'investissement.

Ceci nous permettra d'évaluer l'intérêt de l'immobilier bruxellois dans un contexte d'investissement national. Sur le plan méthodologique, ce chapitre commencera par la création d'un rendement immobilier moyen. Ensuite, nous appliquerons la théorie du portefeuille de Markowitz. Enfin, nous terminerons notre analyse par une comparaison avec le marché de l'immobilier suisse.

Le premier portefeuille sera composé :

- de l'immobilier bruxellois ;
- d'obligations belges avec une maturité de 10 ans : nous utilisons une proxy du rendement d'obligation belge avec une maturité de 10 ans ;
- du cash : nous avons à utiliser les obligations avec une maturité de 3 mois. C'est une proxy du rendement d'obligation belge avec une maturité de 3 mois ;
- des actions provenant du STOXX 600 Europe, BEL 20 et du SP500.

Selon le site officiel de STOXX (2019), « L'indice STOXX Europe 600 est dérivé de l'indice STOXX Europe Total Market (TMI) et constitue un sous-ensemble de l'indice STOXX Global 1800. Avec un nombre fixe de 600 composants, l'indice STOXX Europe 600 représente des sociétés à petite, moyenne et grande capitalisation répartie dans 17 pays de la région européenne : Autriche, Belgique, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Irlande, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Norvège, Pologne, Portugal, Espagne, Suède, Suisse et Royaume-Uni. »

Selon le site officiel de Euronext (2019), « Le BEL 20 est un indice pondéré de la capitalisation boursière qui reflète la performance des 20 plus grandes actions cotées sur Euronext Brussels et constitue l'indicateur le plus largement utilisé du marché belge. »

Selon le site officiel du S&P500 (2019), « Le S&P 500® est largement considéré comme le meilleur indicateur unique des actions américaines à grande capitalisation. Il y a plus de 9,9 milliards USD d'indices ou d'indices de référence sur l'indice, l'actif indexé représentant environ 3 400 milliards USD de ce total. L'indice comprend 500 sociétés leaders et couvre environ 80% de la capitalisation boursière disponible. ».

La construction du portefeuille n'a pas été une des étapes les plus aisées de ce mémoire. En effet, nous avons dû aller chercher une partie des données sur le programme de trading « Thomson Reuters Eikon ». Ensuite, étant donné le manque de données et de littérature sur l'immobilier, nous avons dû créer un historique de rendement de l'immobilier. Nous allons expliquer en profondeur cette construction au point suivant.

1.1. Construction du rendement de l'immobilier

1.1.1. Calcul du taux de croissance et de l'indice des loyers

Pour la construction de notre portefeuille, nous avons besoin d'un historique du rendement de nos différents actifs. Lorsque nous avons eu accès au programme de trading, cela a été relativement simple pour la majorité des actifs. Pour l'immobilier cela s'est avéré très complexe de pallier au manque de base de données. Ci-dessous, nous allons développer notre méthodologie pour la construction du rendement immobilier. Lorsque l'on considère le rendement de l'immobilier, nous devons prendre en compte 2 points essentiels.

Premièrement, l'évolution du prix des biens immobiliers dans le temps. Pour cette première étape, nous avons utilisé le site officiel « Statbel », la branche statistique du SPF Economie. Sur le site, nous avons eu accès à l'historique des prix moyens des types de biens (appartement, maison de 2 ou 3 façades fermée ou non, maison 4 façades ou plus de type ouvert) par région. À partir de l'évolution des prix, nous avons calculé un taux de croissance d'année en année pour la région de Bruxelles. Mais pourquoi uniquement Bruxelles ? Nous nous sommes focalisés sur cette région uniquement à la suite du manque de données sur les rendements locatifs dans les autres régions.

Deuxièmement, nous avons dû trouver une solution pour créer un historique de rendement locatif de l'immobilier. Ce type d'historique n'existe pas en Belgique, il a fallu en construire un. Ainsi, à l'instar du prix de l'immobilier, nous avons dû trouver une solution pour faire évoluer un loyer rétroactivement. C'est ici que l'indice des loyers intervient.

En fait, cet indice des loyers a pour but d'ajuster des loyers actuels, mais dans le passé. Il peut être utilisé à chaque nouvelle année du contrat de location pour indexer le prix de location. Au départ, jusqu'en 1993, cette indexation se faisait sur base de l'indice des prix à la consommation. Depuis 1994, il se base sur l'indice de santé qui est calculé à partir de l'indice de prix à la consommation prenant en compte l'évolution des prix (il ne comprend pas le prix du tabac, de l'alcool et du carburant). Ainsi, il fait évoluer le prix de location en fonction de l'évolution des prix d'autres biens.

La formule de l'indexation des loyers se présente comme suit :

$$\text{Loyer indexé} = \frac{\text{loyer de base} \times \text{nouvel indice}}{\text{indice de départ}}$$

Légende :

Le loyer de base : loyer dû par le locataire mais qui ne prend pas en compte les frais et charges dus par le locataire ;

L'indice de départ : l'indice du mois précédent au cours duquel le contrat a été signé (pour les contrats conclus après 1983) ;

Le nouvel indice : l'indice de santé du mois précédent la date d'anniversaire d'entrée en vigueur du bail.

1.1.2. Construction de la base de données

Lorsque nous avons le taux de croissance des prix immobiliers et l'indice du loyer de 1999 à 2019, il faut dorénavant trouver des biens avec leur prix de location respectif en 2019. Grâce au service public régional de Bruxelles, nous avons accès à une grille indicative des loyers. Ces loyers sont calculés à partir de trois observatoires de loyers (2012, 2013 et 2015). Ces derniers ont fait 8400 enquêtes auprès de locataires qui ont été combinés à plus ou moins 170 000 certificats de performance énergétique du bâtiment (PEB).

Les 118 quartiers de Bruxelles ont été séparés en 7 groupes sur base des différents loyers pratiqués dans la capitale. Ces différentes données ont été combinées pour créer la grille de loyer indicative en fonction de la localisation, la superficie, l'âge, de l'état du bien et le nombre de chambres. En outre, ces loyers sont ajustés avec un montant forfaitaire en fonction du niveau de confort, inconfort du bien analysé. Les caractéristiques impactent le prix du bien en fonction du degré d'influence sur le prix, de leur fiabilité statistique.

Lorsque l'on introduit toutes les caractéristiques du bien, un loyer minimum et maximum est proposé. Ces extrêmes prennent en compte des éléments pertinents qui pourraient influencer significativement le prix comme une cuisine équipée, une finition particulière. Nous avons utilisé la moyenne de ceux-ci comme loyer indicatif. Elle nous servira de base pour la construction de notre rendement locatif.

Grâce à la croissance du prix de l'immobilier depuis 1999 et l'indice des loyers, nous avons pu construire une base de données. À cette fin, nous avons sélectionné différents projets neufs dans plusieurs communes comme Bruxelles (1000), Woluwe-Saint-Pierre (1150), Ixelles (1050), Auderghem (1160), Uccle (1180), Etterbeek (1040), Anderlecht (1070), Schaerbeek (1030), Forest (1190) Forest, Berchem-Saint-Agathe (1082), Molenbeek-Saint-Jean (1080), Jette (1090). L'objectif étant de sélectionner des projets neufs dans l'ensemble de Bruxelles en évitant de sur-représenter les communes sur lesquelles nous avons eu l'occasion de travailler lors du stage (Woluwe-Saint-Pierre, Ixelles, Evere). L'utilisation exclusive de projets neufs sera discutée ultérieurement.

Ensuite, nous avons regardé les caractéristiques des biens :

- le type de bien : appartement, maison, studio,
- le nombre de chambres,
- la surface habitable,
- l'année de construction (avant ou après les années 2000),
- les caractéristiques du bien : chauffage central, régulation thermique, doubles vitrages, nombre de salles de bain, espace récréatif, espace de rangement,
- le PEB du bien et le nombre de garages,
- l'adresse.

En prenant en compte les caractéristiques des différents biens au sein des projets que nous avons sélectionnés, le site Bruxelles Logement nous propose une fourchette de prix avec un maximum et un minimum. Pour nos calculs de rendement, nous avons pris la moyenne de ces extrêmes.

Dorénavant, nous avons le prix d'un bien et de son loyer. Nous pouvons ainsi appliquer rétroactivement et respectivement à ces montants la croissance du prix de l'immobilier dans la Région bruxelloise et l'indice des loyers. Ceci nous permet d'avoir le prix et le loyer de chaque appartement, de chaque maison entre la période de 2000 et 2019. Il faut maintenant calculer le rendement du loyer et la valeur de l'immobilier.

Pour le calcul du rendement locatif :

$$\text{Rendement locatif brut} = \frac{\text{Loyers}}{\text{Prix du bien HTVA}} - \frac{\text{Charges d'exploitation}}{\text{Prix d'achat HTVA}}$$

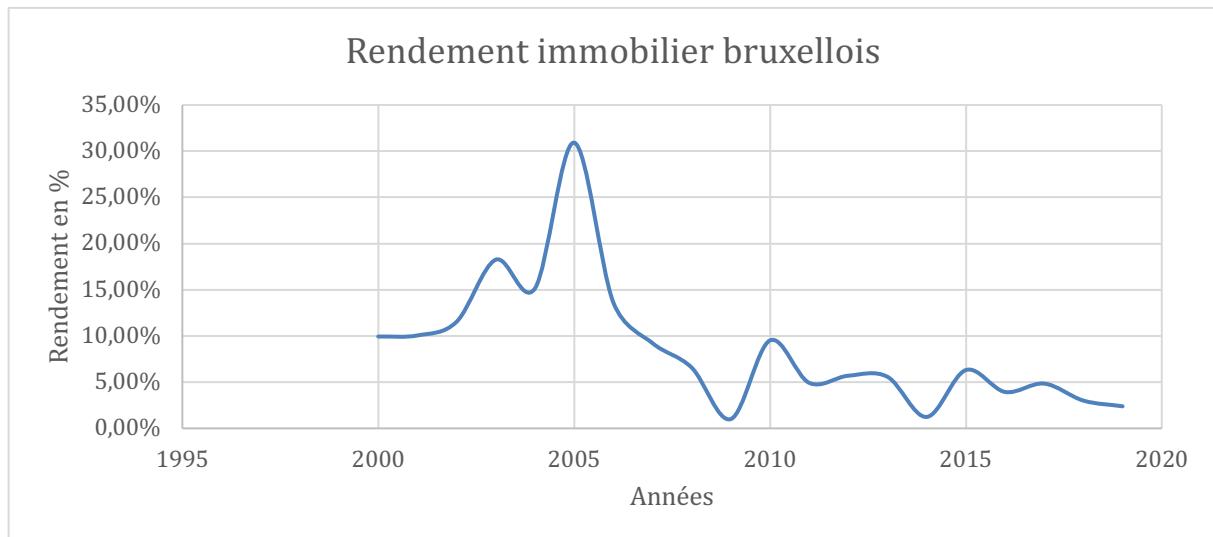
Dans notre calcul, nous avons posé différentes hypothèses :

- Nous ne prenons que les locations de 10 mois sur l'année. Ce choix s'est fait sur base des calculs de rendement de chez Latour & Petit. Pour estimer le rendement de leurs biens, il faut tenir compte du vide locatif qui peut vite diminuer le rendement. Ainsi, suite à leur expérience, ils se sont rendu compte que prendre 10 mois sur l'année constitue une approche prudente et proche de la réalité.
- Les biens sont achetés en régime TVA.
- Selon Hoesli (2018), on peut postuler que les charges d'exploitation ont une relation stable dans le temps avec le prix de l'immobilier. Dans ses œuvres, il pose des charges d'exploitation équivalentes à 1,25% du prix du bien. Dans nos calculs, nous faisons de même.

Ainsi, nous pouvons calculer le rendement brut de chaque bien par année entre 2000 et 2019. Nous appliquons ensuite la moyenne du rendement de chaque bien par année pour un rendement de synthèse qui pourra être utilisé dans notre portefeuille.

1.1.3. Analyse du résultat

Figure 7 : Historique du rendement de l'immobilier bruxellois



Source : Calcul de l'auteur

Analyse figure 6

La figure ci-dessous représente le rendement de l'immobilier bruxellois entre les années 2000 et 2019. Tout d'abord, nous relevons une tendance à la baisse du rendement durant cette période. Au départ, les investisseurs pouvaient espérer un rendement brut moyen de 16,62% entre 2000 et 2006. Au cours de cette période, le rendement possède une valeur extrême de 30,91% en 2005. Ce rendement est dû à l'augmentation des prix moyens des maisons qui passent entre 2004 et 2005 de 147.222 € à 246.075 €. Ces valeurs nous ont semblé extrêmes bien qu'elles proviennent du site officiel Statbel.

Pour cette raison, nous avons vérifié ces valeurs auprès de différentes sources dans le but de vérifier leur véracité. Bedoret (2016), au sein d'un mémoire sur l'évolution des prix en Belgique confirme cette croissance. En outre, nous avons à nouveau vérifié ces valeurs avec l'index Stadim qui est calculé à partir des ventes inscrites au bureau d'enregistrement. Cet indice confirme nos valeurs.

Nous pouvons relever qu'en 2008-2009, les rendements diminuent fortement pour atteindre le seuil critique de 0,99% en 2009. Cette période correspond à la crise financière contemporaine. Après, en 2010, le rendement augmente pour atteindre 9,51%. À partir de cette date, les rendements diminuent progressivement de manière linéaire jusqu'en 2019.

1.2. Discussion du modèle

1.2.1. Type de bien

Nous avons sélectionné uniquement des projets neufs afin d'éviter la problématique de l'obsolescence des biens. En effet, lorsque nous appliquons au bien les différents taux de croissance calculés, nous estimons que le bien devait être neuf pour que le prix actuel ne soit pas influencé par le vieillissement naturel du bien.

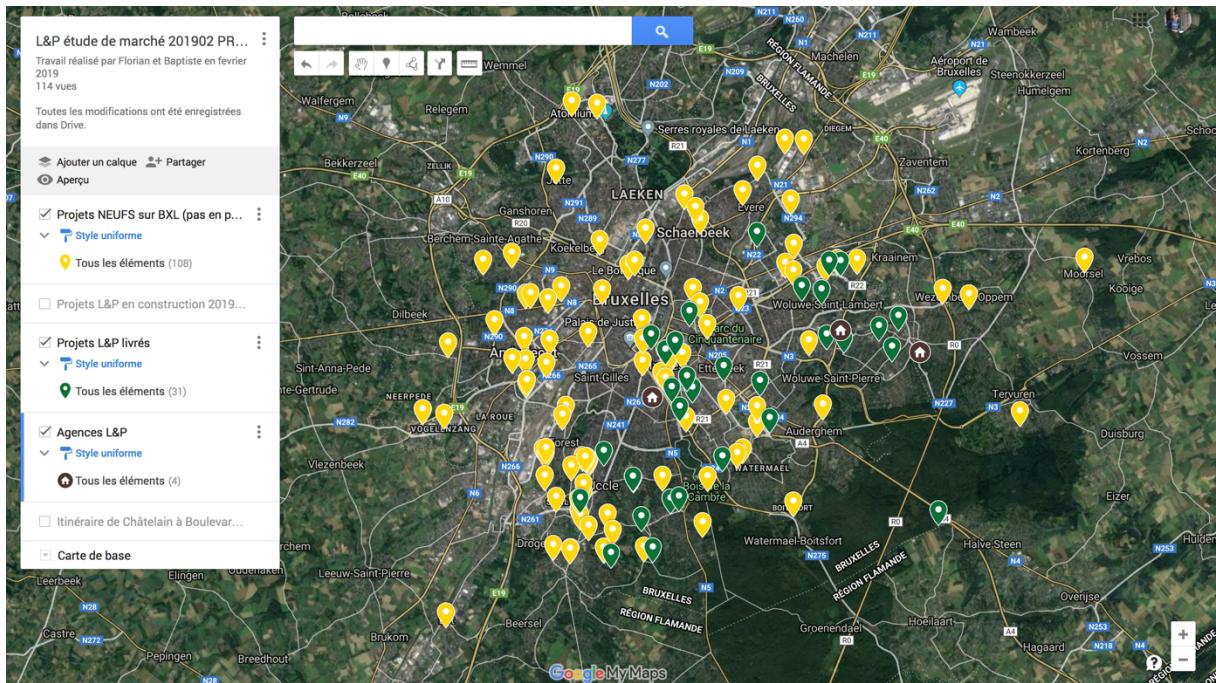
Ensuite, nous avons utilisé une majorité d'appartements et non des maisons pour la construction de la base de données, ce qui pourrait biaiser les données. Deux motifs à cette possibilité : d'une part, le marché de l'immobilier bruxellois, selon le monitoring bruxellois des quartiers, se constitue en 2001 de 71,16 % d'appartements. Étant donné la croissance du prix du mètre carré, cette proportion a, selon les agents immobiliers de chez Latour & Petit, encore augmenté. D'autre part, lorsqu'un promoteur envisage un projet, il est intéressé par le prix au mètre carré. Dans cette optique, un acheteur acquiert un certain nombre de mètres carrés qui absorbe presque uniquement la finition et la localisation et pas particulièrement le type de bien.

1.2.2. Localisation du bien

Le plan ci-dessous est un projet réalisé lors du stage chez Latour & Petit. Il indique la localisation de 139 projets neufs situés à Bruxelles. Il représente une partie considérable du panorama de la promotion neuve à Bruxelles. Il permet ainsi de prendre du recul sur la dynamique du marché bruxellois.

Ainsi, si nous souhaitons élargir la base de données à l'ensemble des projets neufs de Bruxelles, nous pouvons relever une surreprésentation des communes comme Ixelles, Uccle au détriment de communes comme Laeken. Et de ce fait biaiser le calcul de rentabilité pour l'ensemble de la commune de Bruxelles. Néanmoins, avec notre méthode, nous pouvons envisager une vision micro en se concentrant uniquement sur une commune et en comparant son rendement avec celle d'une autre. Ceci étant, nous ne traiterons pas le sujet dans ce mémoire.

Figure 8 : Projet neuf en Région bruxelloise



Source : Travail de l'auteur

1.2.3. Formule du rendement

La première critique que nous avons posé est que les charges d'exploitation sont un pourcentage fixe de la valeur du bien alors que celle-ci peut fortement varier de manière significative d'un bien à un autre en fonction de la finition du bien, de la qualité des matériaux, etc...

Cet aspect pourrait surestimer ou sous-estimer les rendements générés par les biens. Afin de limiter cette faiblesse du modèle, nous avons diversifié la base de données avec une dizaine de projets différents et plusieurs promoteurs. Ce pourcentage est une moyenne découverte par Hoesli (2018) à travers ses recherches. En diversifiant notre base de données, on se rapproche de la réalité, ce qui permet de tendre vers ce pourcentage.

La seconde critique est que cette méthode ne permet pas d'effectuer une analyse de sensibilité du rendement en fonction de facteurs qui pourraient influencer le rendement. Imaginons que les biens soient financés avec un prêt, le rendement sera affecté par le montant de l'emprunt, le taux d'intérêt, le taux d'imposition. On ne pourra pas influencer l'impact respectif de ces différents facteurs sur le rendement.

Afin de vérifier la véracité de mes résultats, j'ai demandé l'avis d'un manager au sein de Latour & Petit travaillant dans l'immobilier depuis une vingtaine d'années. Il a affirmé que nos

résultats et leur évolution dans le temps lui paraissaient cohérents compte tenu de son expérience.

1.2.4. Fiscalité

Le site Notaire.be (2019) nous explique qu'étant donné le statut neuf des biens, nous avons considéré que ces projets étaient uniquement vendus en régime TVA, indépendamment de la fiscalité respective de chaque projet. Pour qu'une habitation soit considérée comme neuve, il faut qu'elle soit cédée au plus tard le 31 décembre de la deuxième année de la première occupation ou utilisation.

Depuis le 1^{er} janvier 2011, lorsqu'un immeuble neuf est vendu, le terrain et l'immeuble sont entièrement soumis à la TVA. Ainsi, la vente du terrain n'est pas soumise au droit d'enregistrement, mais à la TVA. Pour entrer dans ce cadre de TVA, il existe 3 conditions :

- Le terrain est bâtissable et le bâtiment qui s'y attache est soumis au régime TVA.
- La vente du terrain et de l'immeuble s'est faite par la même entité.
- La vente du terrain et de l'immeuble s'est faite simultanément.

Il faut satisfaire ces 3 conditions pour être entièrement soumis à ce régime. Si ce n'est pas le cas, l'achat du terrain se fera au régime du droit d'enregistrement.

1.3. Portefeuille mixte

Tableau 6 : Rendement historique de 2001 à 2018

Année	Obligations belges						Immobilier bruxellois
	10 ans	Cash	BEL 20	Stoxx600	SP500		
2018	2,38%	2,34%	-18,27%	-10,10%	-4,38%	3,00%	
2017	3,04%	-0,47%	10,17%	11,08%	+21,83%	4,84%	
2016	10,30%	7,01%	-2,49%	2,33%	+11,96%	3,93%	
2015	4,35%	32,79%	12,42%	9,99%	+1,38%	6,30%	
2014	-8,72%	14,44%	12,08%	7,70%	+13,69%	1,23%	
2013	2,43%	34,86%	17,86%	21,22%	+32,39%	5,56%	
2012	-5,46%	-12,32%	18,51%	18,65%	+16,00%	5,69%	
2011	0,81%	-0,84%	-18,87%	-7,90%	+2,11%	4,91%	
2010	0,99%	7,54%	2,60%	11,95%	+15,06%	9,51%	
2009	0,06%	-10,82%	31,03%	32,75%	+26,46%	0,99%	
2008	-1,24%	-5,20%	-53,20%	-42,91%	-37,00%	6,57%	
2007	0,98%	0,75%	-5,88%	2,80%	+5,49%	9,21%	
2006	1,56%	3,59%	23,34%	20,24%	+15,79%	13,62%	
2005	-0,72%	1,05%	20,58%	26,65%	+4,91%	30,91%	
2004	-1,33%	-2,81%	29,74%	0,12%	+10,88%	15,12%	
2003	0,20%		10,69%	16,94%	+28,68%	18,23%	
2002	-1,48%		-26,97%	-30,78%	-22,10%	11,51%	
2001	0,05%		-7,93%	-14,63%	-11,89%	10,03%	

Source : Calcul de l'auteur

Description des actifs mobiliers et immobiliers :

- obligations belges avec une maturité de 10 ans : nous avons utilisé un proxy.
- cash, nous avons utilisé un proxy du rendement.
- actions du BEL20, STOXX 600, SP500 : nous avons utilisé les valeurs du rendement total des actions.
- immobilier : le rendement immobilier calculé précédemment.

1.4. Comparaison entre les véhicules d'investissement

Tableau 7 : Résumé statistique du rendement moyen entre 2004 et 2018

	Rendement moyen	Écart-type	Maximum	Minimum
Obligation Belgique 10 ans	-0,28%	1,17%	2,53%	-2,40%
Cash	0,32%	0,86%	2,95%	-0,38%
Bel 20	5,31%	22,40%	31,03%	-53,20%
Stoxx600	6,97%	18,33%	32,75%	-42,91%
SP500	9,11%	16,06%	32,39%	-37,00%
Immobilier Bruxellois	8,09%	7,48%	30,91%	0,99%

Source : Calcul de l'auteur

Analyse du tableau

Le tableau ci-dessus regroupe le résumé statistique des différentes classes d'actifs de notre portefeuille entre 2004 et 2018. La période étudiée se limite à 15 années étant donné que nous n'avons pas trouvé de données historiques entre 2000 et 2004 pour le rendement des obligations à 3 ans (cash).

Lorsque nous analysons le tableau, nous relevons que les actions du SP500 possèdent le rendement moyen le plus élevé avec 9,11%. Ensuite, ce sont les obligations à 10 ans qui possèdent le rendement moyen le plus faible. Cela corrobore la théorie. Les obligations possèdent normalement des cours plus stables que les actions avec des revenus générés très prévisibles. L'actif qui nous intéresse particulièrement, l'immobilier bruxellois, possède un rendement moyen de 8,08%, ce qui est plus élevé que le rendement moyen du Bel 20, le cash et le STOXX600.

Au niveau du risque, le plus élevé revient aux actions du Bel 20 avec un écart-type de 22,40%. Quant au risque le plus faible, il appartient aux obligations belges d'une maturité de 10 ans avec un écart-type de 0,04%. L'immobilier possède le troisième risque le plus faible avec un écart-type de 7,48%.

En conclusion, lorsque l'on considère uniquement l'immobilier sur le rendement moyen et le risque, il semble être un actif très intéressant avec un rendement moyen élevé tout en ayant un risque moyen.

1.5. Méthodologie

Afin de découvrir le poids optimal de l'immobilier dans le portefeuille, nous devons procéder par différentes étapes. L'ensemble de ces étapes a été calculé grâce au programme Excel. Premièrement, comme expliqué dans l'état de l'art, nous devons étudier les corrélations entre les différents actifs afin de comprendre leurs interactions dans le portefeuille. Deuxièmement, nous entamerons l'utilisation de la théorie moderne de Markowitz. Pour ce faire, nous devrons créer une matrice de variance covariance entre les différents actifs. Troisièmement, nous détaillerons dans Excel la méthodologie utilisée pour atteindre le résultat. Quatrièmement, nous analyserons la frontière efficiente de Markowitz.

1.6. Coefficients de corrélation

Tableau 8 : Matrice de corrélation entre les actifs du portefeuille

Matrice de corrélation						
	Obligations belges 10 ans	Cash	Bel 20	Stoxx600	SP500	Immobilier bruxellois
Obligations belges 10 ans	1,00					
Cash	0,35	1,00				
Bel 20	-0,16	-0,02	1,00			
Stoxx600	-0,04	0,07	0,90	1,00		
SP500	0,11	-0,08	0,82	0,86	1,00	
Immobilier bruxellois	0,04	0,37	0,26	0,23	-0,09	1,00

Source : Calcul de l'auteur

Analyse figure

Le tableau ci-dessus représente les coefficients de corrélation respectifs entre les différents actifs. Nous allons procéder à une analyse actif par actif.

- Les obligations belges avec une maturité de 10 ans sont corrélées positivement avec le cash et les actions du SP500. Cette corrélation est faible pour le cash étant donné qu'elle se situe en dessous de 0,5 et non significative avec les actions du SP500. Elles sont corrélées négativement avec les actions du BEL20, du STOXX600.
- Le cash est corrélé dans une très faible mesure, avec tous les actifs, excepté l'immobilier bruxellois avec lequel la corrélation vaut 0,37.
- Les différentes actions sont fortement corrélées entre elles avec notamment une corrélation de 0,90 entre le BEL20 et le STOXX600.
- L'immobilier bruxellois possède un faible taux de corrélation avec les autres actifs. Le taux de corrélation avec les autres actifs est négatif, excepté pour les actions du STOXX600 et du BEL20.

Cette faible corrélation de l'immobilier avec les autres actifs est une aubaine dans la construction d'un portefeuille. Il permet de le diversifier et donc d'en réduire le risque. A contrario, les actions sont fortement corrélées, ce qui limite donc la diversification au sein de notre portefeuille. Suite à ces corrélations, les actions ne permettent pas de réduire le risque de notre portefeuille grâce à la diversification.

Les actions sont fortement corrélées entre elles, car elles s'apprécient lorsque la croissance économique augmente. Néanmoins, les corrélations sont des mesures statistiques basées sur des rendements historiques. Ces valeurs se basent donc sur le passé et non sur le futur. Or, elles peuvent continuer à évoluer différemment dans le temps. Par exemple, à court terme, les marchés des actions et des obligations peuvent évoluer dans un sens alors qu'à long terme la tendance est différente.

Un exemple concret : lors de la crise de 2007-2009, les investisseurs voulaient à tout prix liquider leurs portefeuilles d'actifs. Ceci a provoqué une forte corrélation entre les différentes classes d'actifs. À la suite de cette corrélation, les obligations ont perdu leurs propriétés diversifiantes dans un portefeuille comprenant des actions.

1.7. Matrice variance-Covariance

Tableau 9 : Variance-Covariance des actifs

Matrice de variance covariance						
	Obligations belges 10 ans	Cash	Bel 20	Stoxx600	SP500	Immobilier bruxellois
Obligations belges 10 ans	0,0001					
Cash	0,0000	0,0001				
Bel 20	-0,0004	0,0000	0,0468			
Stoxx600	-0,0001	0,0001	0,0344	0,0314		
SP500	0,0002	-0,0001	0,0277	0,0237	0,0241	
Immobilier bruxellois	0,0000	0,0002	0,0040	0,0029	-0,0010	0,0052

Source : Calcul de l'auteur

Analyse de la matrice variance-covariance

La figure ci-dessus permet de visualiser les covariances entre les différents actifs. Nous pouvons relever qu'entre les différents actifs, la covariance est, de manière générale, très faible voire nulle.

1.8. Méthodologie dans Excel

Nous allons décortiquer la méthodologie pour obtenir le portefeuille optimal point par point :

- A. Il faut calculer le rendement et la variance respectifs des différents actifs.
- B. Il faut créer la matrice de covariance. Cette dernière a été créée grâce à la fonction « COVARIANCE(Actif1,Actif2) ». La matrice de covariance se situe dans les cellules **B30 à G35**.
- C. Il faut écrire les différents poids des actifs en colonne comme ci-dessous. La somme des poids doit valoir 1. Ces cellules se situent entre **M16** et **M21**. Le rendement respectif des actifs de situe entre **N3** et **N6**.

Tableau 10 : Portefeuille équipondéré

	Poids
Obligations belges 10 ans	0,16666667
Cash	0,16666667
Bel 20	0,16666667
Stoxx600	0,16666667
SP500	0,16666667
Immobilier bruxellois	0,16666667
SOMME	1

- D. Nous devons maintenant calculer le rendement espéré du portefeuille. Ici, les formules se compliquent. Nous souhaitons maximiser le rendement pour un risque donné.

Rappel : La formule mathématique utilisée ici est :

$$\text{Max } w^T r$$

$$s.c.q.w^T S w \leq \sigma^2 \max$$

Avec :

W_n : le poids d'un actif 1 à n dans le portefeuille ;

r : le vecteur des rendements des actifs ;

S : la matrice variance-covariance ;

σ^2 : est le risque maximum pris par l'investisseur ;

r_{min} le rendement minimum du portefeuille.

Sur Excel, la formule utilisée est « =PRODUITMAT(TRANSPOSE(M16:M21);N3:N8) »

Nous utilisons la transposée du poids de nos actifs qui se situent dans les cellules de M16 à M21. (M16 : M21). Ces poids sont multipliés respectivement par leur rendement. Maintenant, nous avons le rendement d'un portefeuille « équipondéré ».

E. Ensuite, nous devons calculer le risque du portefeuille.
Rappel : la formule mathématique utilisée ici est :

$$\sigma_p^2 = \sum_{t=1}^n \sum_{j=1}^n W_t W_j cov(R_t, R_j)$$

Avec :

W_n, R_n : Respectivement le poids et le rendement d'un actif 1 à n dans le portefeuille.

Sur Excel, la formule utilisée est :

=RACINE(PRODUITMAT(TRANSPOSE(M16:M21);B30:G35);M16:M21))

Nous faisons ici la racine des multiplications entre la transposée du poids des actifs et la matrice de covariance et du poids des actifs. Afin de rendre cette formule plus claire, nous allons la mettre en forme matricielle.

Forme matricielle variance :

$$\sigma_p = \left[[W_1 \dots W_n] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \cdots & \sigma_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{bmatrix} \right]^{\frac{1}{2}}$$

- F. Il faut ensuite calculer le ratio de Sharpe. Nous avons posé un taux sans risque de 3%.
Rappel de la formule :

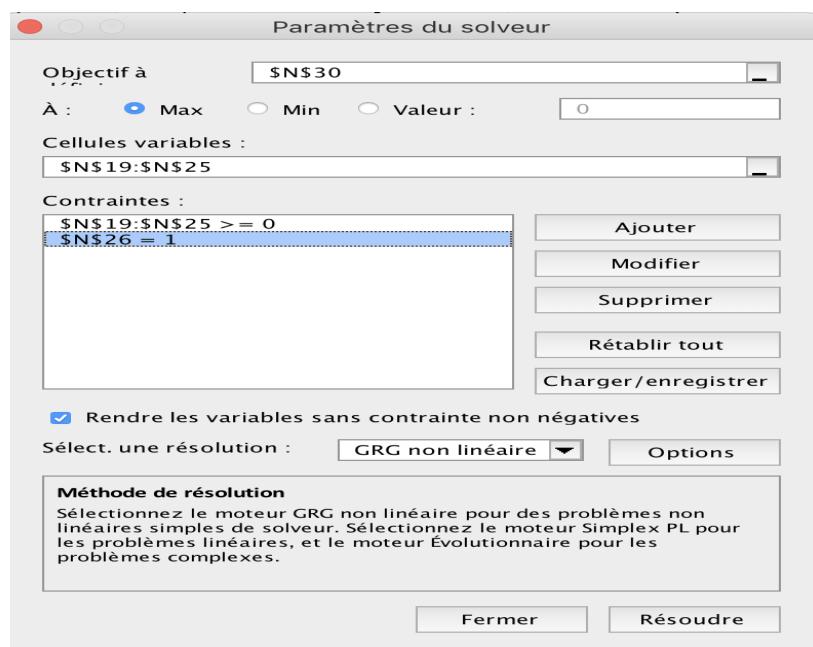
$$\text{Ratio de Sharpe} = \frac{R_p - R_f}{\sigma_p}$$

Avec :

R_p, R_f, σ_p respectivement, le rendement du portefeuille, le taux sans risque, et la variance du portefeuille.

- G. Dorénavant, nous avons toutes les données pour trouver le poids optimal des actifs dans notre portefeuille. Maintenant, nous allons utiliser l'outil « Solveur d'Excel ». C'est un complément Excel qui permet d'analyser différents scénarios. Ainsi, nous pouvons trouver une valeur minimale ou maximale dans une cellule (cellule objectif) en prenant en compte des contraintes appliquées aux valeurs d'autres cellules. Ensuite, le solveur utilise des cellules appelées « variables de décision » qui seront affinées afin de répondre aux contraintes et d'atteindre le résultat espéré (cellule objectif). Ainsi, afin de trouver le poids optimal de notre portefeuille, nous devons maximiser le ratio de Sharpe. Pour ce faire, nous devons poser différentes conditions dans notre solveur, la somme des poids de nos actifs doit être égale à 1. Nous ajoutons à celle-ci que les poids de chaque bien doit être supérieur ou égal à 0. Nous obtenons ainsi le poids optimal de chaque actif, le rendement et le risque du portefeuille lorsque l'on maximise notre ratio de Sharpe.

Figure 9 : Solveur de Excel



Source : Auteur

- H. Nous avons désormais le résultat optimal de notre portefeuille. Néanmoins, ce n'est pas suffisant pour construire la frontière efficiente de Markowitz. Pour la construire, nous allons créer une sorte de base de données. Nous rappelons que la frontière efficiente se construit avec le risque en abscisse et le rendement en ordonnée. Tout d'abord, nous allons créer des bornes afin d'avoir des repères pour notre base de données. Ainsi, nous allons calculer le « minimum » de la frontière efficiente en calculant le portefeuille qui possède l'écart-type minimal. Pour ce faire, nous allons utiliser à nouveau le « Solveur d'Excel », mais la cellule objective sera désormais la variance du portefeuille. Nous utilisons les mêmes conditions qu'au point précédent, excepté que nous souhaitons minimiser la « cellule objectif ». Nous obtenons ainsi, le rendement et l'indice de Sharpe de notre portefeuille pour un risque donné. À partir de ce moment, nous avons nos bornes grâce au portefeuille avec l'écart-type minimal et le portefeuille optimal.
- I. Pour l'instant, nous avons deux points de la frontière efficiente. Nous allons trouver d'autres points qui se situent à l'intérieur de ces bornes. Tout d'abord, nous devons créer plusieurs cellules avec des rendements qui se situent entre nos bornes. Ce sera à nouveau grâce au « Solveur d'Excel » que nous allons trouver les combinaisons de risque et rendement pour ces cellules. En effet, nous devons faire identiquement les mêmes étapes qu'au point G. Néanmoins, nous allons mettre une condition supplémentaire : le rendement doit être égal au rendement posé précédemment. Lors de cette manipulation, le solveur adaptera les poids des actifs et le risque du portefeuille en fonction du rendement. Nous devons répéter cette manipulation à plusieurs rendements afin de pouvoir tracer précisément notre frontière efficiente.

2. Analyse du résultat

2.1. Portefeuille avec immobilier bruxellois

2.1.1. Poids optimal

Tableau 11 : Poids de la première optimisation des actifs dans le portefeuille de marché

Poids	Poids actifs en %					
	Obligation Belge 10 ans	Cash	Bel 20	Stoxx600	SP500	Immobilier bruxellois
Optimisation 1	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Optimisation 2	0%	0%	0%	0%	0%	100%

Source : Calcul de l'auteur

Analyse

Le tableau ci-dessus représente le poids des différents actifs au sein de notre portefeuille de marché. Tout d'abord, nous pouvons relever que dans ce portefeuille, l'immobilier bruxellois est l'unique composante de notre patrimoine. En effet, selon notre modèle, 100% du portefeuille devrait être constitué d'immobilier.

La première constatation lors de l'application de la théorie moderne de Markowitz, est que notre portefeuille de marché est finalement constitué uniquement d'un seul actif, l'immobilier bruxellois. Ceci nous a fort surpris. Avant cette optimisation, nous en avions déjà fait une qui comportait d'autres hypothèses. Ces dernières nous proposaient un portefeuille de marché qui comportait 3 actifs, des actions du SP500, du cash et une majorité d'immobiliers. Néanmoins, les hypothèses attachées à ces premiers pas étaient différentes de celles que nous avons posées. En effet, nous avions estimé qu'il fallait prendre en compte non pas 10 mois pour le revenu locatif, mais 11 mois. Par ailleurs, cette précédente optimisation comportait des erreurs dans la base données à la suite de petits détails manquants.

Ainsi, après les avoir corrigés, nous avons effectué deux autres optimisations. La première utilise une base de données avec tous les appartements et les maisons que nous avions sélectionnés. Lors de l'optimisation, les données ont donné une frontière efficiente qui n'avait pas du tout une forme classique. Nous nous sommes demandés quelle en était la raison. Afin de répondre à cette interrogation, nous avons relu tout le développement du travail. De ce fait, nous avons relevé le comportement très spécial de la part des maisons au niveau de l'évolution de leur prix vers 2005. Ainsi, nous avons effectué une seconde optimisation, mais sans les maisons. Avec cette modification, nous avons pu créer une frontière efficiente cohérente. Nous reviendrons sur ce point dans la conclusion.

Revenons à l'analyse du poids de l'immobilier dans notre portefeuille. Le poids que nous avons relevé précédemment est celui du portefeuille de marché. Celui-ci n'est pas le seul efficient, tous ceux situés sur la frontière efficiente sont comme son nom l'indique, efficents. Ainsi, entre le portefeuille efficient qui possède le risque le plus faible et le portefeuille de marché, le poids de l'immobilier bruxellois évolue entre 0 et 100% au fur et à mesure que l'écart-type du portefeuille progresse. Cette fourchette est extrêmement large. C'est à partir d'un portefeuille avec un rendement de 3% que l'immobilier prend du poids de manière exponentielle pour atteindre son maximum avec le portefeuille qui possède un rendement de 7,79%.

Nous allons tenter de justifier son importance en reprenant la même logique qu'au point précédent. Tout d'abord, l'immobilier possède le deuxième rendement moyen historique, le plus élevé avec 7,79%. Ensuite, l'immobilier bruxellois est le troisième actif le moins risqué de notre portefeuille avec 6,95% de sorte que l'immobilier est un actif très intéressant. En outre, l'immobilier possède des corrélations presque nulles avec tous les autres actifs.

Lorsque nous avons commencé l'analyse des différents poids, nous nous sommes demandés pourquoi l'immobilier prenait autant de place. Notre premier réflexe a été de vérifier le rendement moyen et le risque moyen des actifs sur la période étudiée.

Premièrement, au niveau des actions, nous avions anticipé que l'une d'entre elles doit être présente dans le patrimoine. Ce serait celle du SP500. Pourquoi ? Dans un portefeuille, la corrélation entre les actifs influence significativement les poids respectifs dans le patrimoine. Lorsque nous prenons les actions du SP500, nous pouvons relever une forte corrélation avec les autres actions : 0,67 avec le BEL20 et 0,73 avec le STOXX 600. Et entre les actions du STOXX 600 et du BEL20, la corrélation est 0,94. Par conséquent, elles ont évolué historiquement de manière presque identique. Ceci implique un très faible intérêt diversifiant dans notre portefeuille.

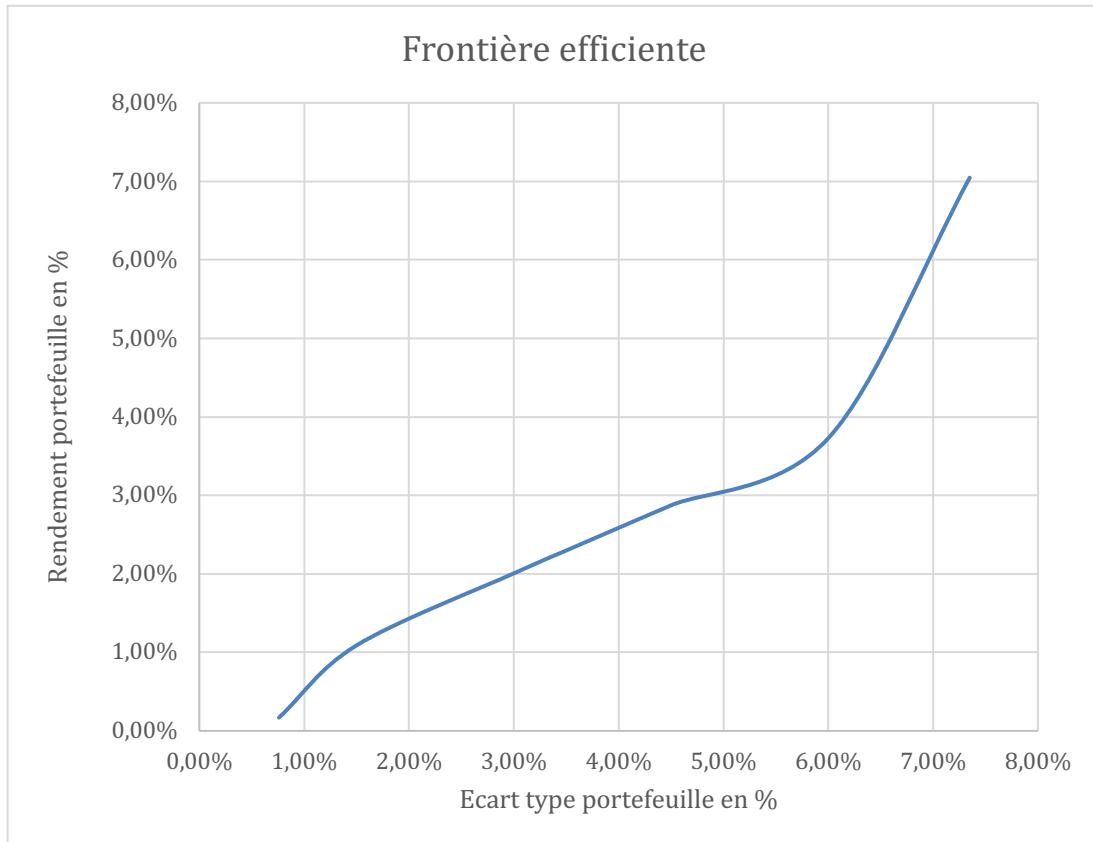
Deuxièmement, lorsque l'on compare les actions (BEL20, STOXX 600 et SP500), celles du BEL20 et du STOXX 600 possèdent un rendement moyen plus faible que celle du SP500, respectivement 5,31 %, 6,97 % et 9,11 %. En outre, elles possèdent un risque plus élevé que celles du SP500. Nos hypothèses se sont confirmées : il y a eu jusqu'à 7,42% d'actions du SP500 et 0% des deux autres. Ainsi, lorsque l'on combine le faible intérêt diversifiant des actions du BEL 20 et du STOXX 600, avec en prime un faible rendement tout en ayant un risque plus élevé, cela justifie leur poids nul dans notre portefeuille.

En conclusion, l'immobilier bruxellois semble être un actif idéal dans notre situation. Un des principes de base en finance est que plus le risque est élevé, plus le rendement espéré est élevé. Étant donné que son rendement élevé est combiné avec un risque relativement faible, il est probable que nos hypothèses pour le calcul du rendement de l'immobilier soient trop fortes.

Afin de prendre du recul par rapport à ce résultat, nous utiliserons le même portefeuille tout en remplaçant le rendement immobilier bruxellois par l'historique du rendement total de l'immobilier suisse. Lorsque ce sera fait, nous pourrons tirer des conclusions plus poussées.

2.2. La frontière efficiente de Markowitz

Figure 10 : Frontière efficiente de Markowitz de la première optimisation



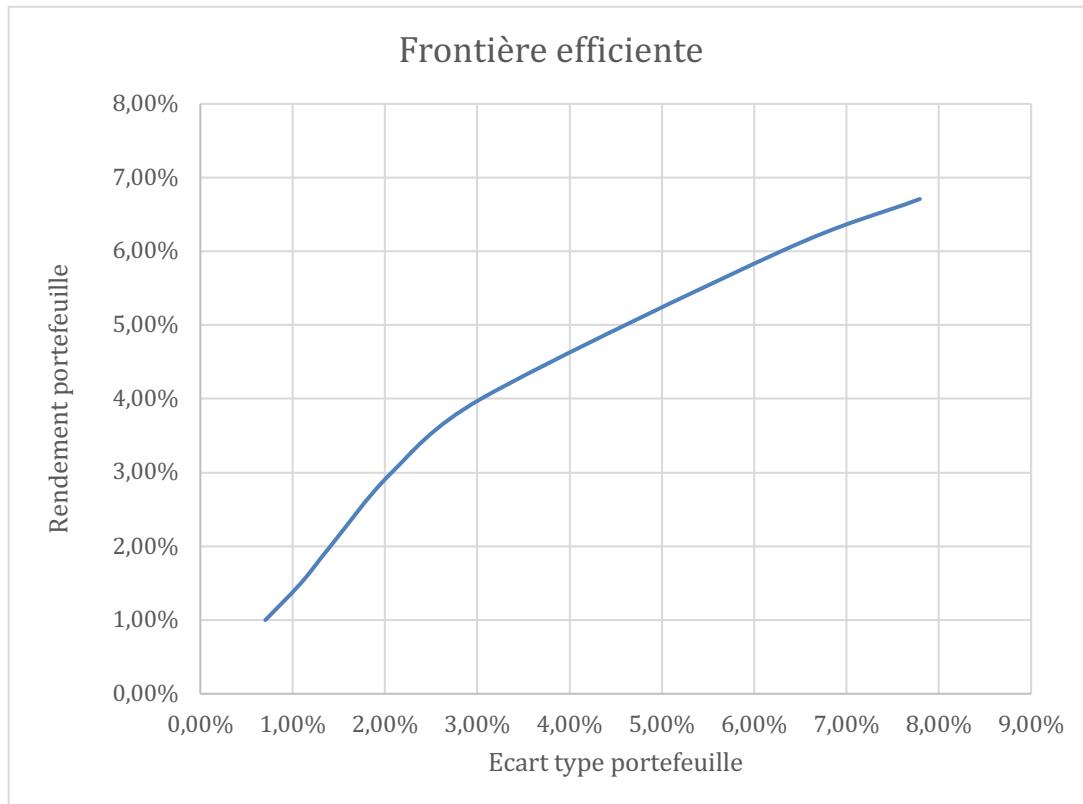
Source : Calcul de l'auteur

Analyse figure

La figure ci-dessus représente la frontière efficiente de Markowitz. Dans son aspect général, elle ne possède pas du tout la forme classique de frontière efficiente. Entre un écart-type de 0,76% et 5%, celle-ci respecte la forme classique. Au-delà, il y a une accélération du rendement par rapport au risque.

C'est à la suite de ce manque de cohérence comportementale de la frontière que nous avons ajusté notre base de données afin de pouvoir approfondir notre problématique.

Figure 11 : Frontière efficiente de Markowitz de la seconde optimisation



Source : Calcul de l'auteur

Tout d'abord, c'est assez prévisible, mais le portefeuille avec l'écart-type minimal (0,76%) est principalement composé des actifs les moins risqués : obligations belges (28,46%), cash (71,13%), actions du BEL20 (0,41 %). Dans ce portefeuille, les actions et l'immobilier en raison de leur forte volatilité sont sous-représentés. Plus la variance et le rendement du portefeuille augmentent, plus celui-ci sera composé des actions du SP500 et d'immobilier bruxellois en dépit des obligations belges. Comme expliqué précédemment, entre le portefeuille efficient avec un risque minimal et le portefeuille de marché, l'immobilier bruxellois prend un poids de 0 à 100%. Par exemple, un portefeuille avec un rendement moyen de 4% sera composé de 80 % d'immobilier belge et 20% de cash. Lorsque l'on se déplace au-delà de l'optimum, le portefeuille se compose uniquement des actions du SP500 et de l'immobilier bruxellois.

2.3. Portefeuille avec immobilier suisse

Nous sommes conscients de l'aspect extrêmement empirique de notre construction d'indice. C'est pourquoi nous voulons mettre de côté notre indice bruxellois et tester notre méthodologie sur indice immobilier officiel.

Ainsi, pour la construction du portefeuille comprenant de l'immobilier suisse, nous avons utilisé le rendement total de l'indice de performance de l'immobilier suisse. Pourquoi cet indice

et pas un autre ? En fait, nous n'avons pas trouvé d'indice de performance dans d'autres pays limitrophes dans le programme de trading Thomas Reuters.

Nous avons donc utilisé le rendement total de cet indice qui reflète l'évolution de l'indice de prix SWX IAZI et le rendement net du flux de trésorerie de l'IAZI Swiss Property benchmark. L'indice de performance prend en compte les flux de trésorerie et la variation de la valeur des propriétés sous-jacentes. Le rendement net de trésorerie est basé sur le IAI Swiss property Benchmark qui est composé d'immobilier direct avec 20% de commercial, 20% de mixte et de 60% de résidentiel.

En Suisse, les prix varient beaucoup d'une région à l'autre. A Genève et autour du lac de Zurich, les prix sont mirobolants alors que dans les zones rurales, les prix sont considérablement moins élevés. Malgré les différences intrinsèques des indices utilisés, nous allons comparer les deux indices de performance.

2.4. Comparaison immobilière

Tableau 12 : Résumé comparaison immobilier

	Immobilier suisse	Immobilier bruxellois seconde optimisation
Rendement	5,57%	7,79%
Ecart-type	2,79%	6,95%
Maximum	10,70%	28,36%
Minimum	0,45%	0,93%

Source : Calcul de l'auteur

Tableau 13 : Comparaison de la corrélation de l'immobilier bruxellois et suisse

	Obligation Belge 10 ans	Cash	Bel 20	Stoxx600	SP500
Immobilier suisse	-0,054	-0,149	0,474	0,313	0,460
Immobilier Bruxellois	0,040	0,382	0,258	0,216	-0,088

Source : Calcul de l'auteur

Analyse des tableaux 12 et 13

L’immobilier suisse possède un rendement et un risque moins élevé que l’immobilier bruxellois. L’immobilier bruxellois est donc un actif plus risqué qui permet d’atteindre des rendements plus élevés.

Ensuite, du point de vue des corrélations dans le portefeuille, nous pouvons relever que l’immobilier suisse est plus corrélé que l’immobilier bruxellois aux autres actifs à l’exception du cash et des obligations avec une maturité de 10 ans. En effet, il possède un taux de corrélation relativement important qui s’élève à 0,47 et 0,46 pour les actions du BEL20 et du SP500, comparé à l’immobilier bruxellois qui, lui, est corrélé respectivement à 0,26 et -0,088. Ceci implique un pouvoir diversifiant plus important. Ainsi, l’immobilier bruxellois permet d’atteindre un rendement plus élevé que son homologue tout en diversifiant plus notre portefeuille.

Imaginons qu’un investisseur doive choisir entre l’immobilier suisse ou le belge. Dans ce cas, le choix dépend fortement de son profil. En effet, une personne ayant une forte aversion au risque se dirigera vers l’immobilier suisse alors qu’une personne qui tolère plus le risque investira dans l’immobilier bruxellois.

2.5. Poids optimal du portefeuille

Tableau 14 : Comparaison des poids des actifs dans les portefeuilles de marché

Actifs	Obligations belges 10 ans	Cash	Bel 20	Stoxx600	SP500	Immobilier
Portefeuille 1 : avec immobilier bruxellois	0%	0%	0%	0%	0%	100%
Portefeuille 2 : avec immobilier suisse	0%	32,63%	0%	0%	0%	67,37%

Source : Calcul de l’auteur

Analyse

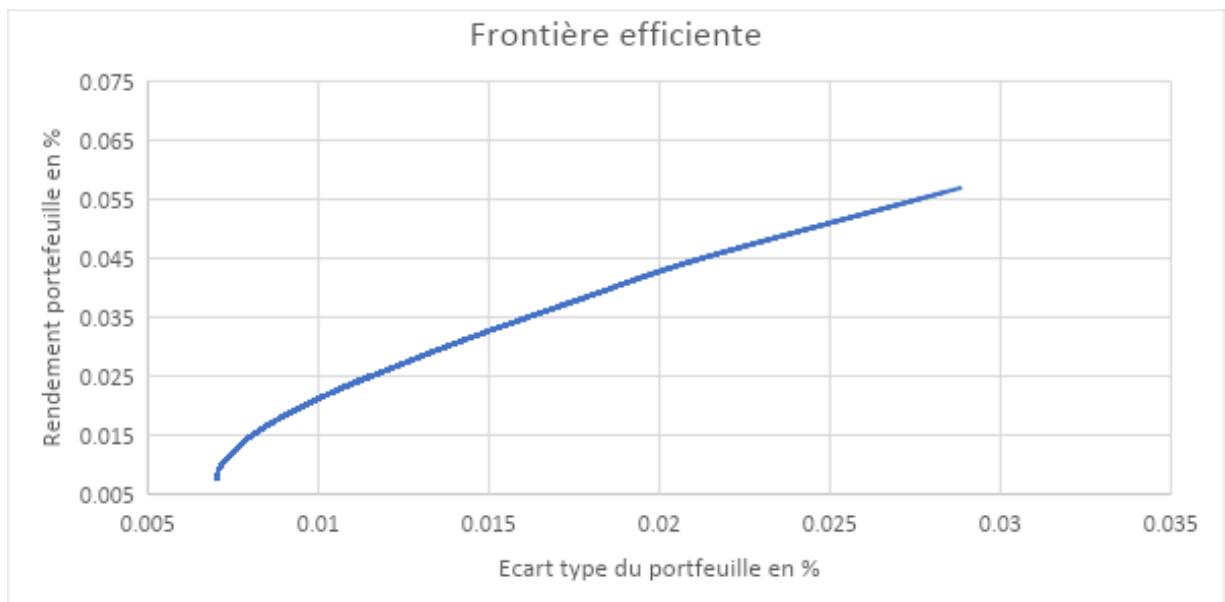
Le tableau ci-dessus représente le poids des différents actifs dans les deux portefeuilles qui possèdent la même structure.

La structure du portefeuille optimal est radicalement différente. En effet, le portefeuille 1 est composé uniquement d’immobilier alors que le second portefeuille est composé uniquement de 2 actifs : immobilier (67,37%) et de cash (32,63 %).

Structurellement, l'immobilier possède toujours une place dominante dans le portefeuille avec 81,63% dans le premier portefeuille et 67,37% dans le second.

2.5.1. La Frontière efficiente

Figure 12 : Frontière efficiente du portefeuille composé avec de l'immobilier suisse



Source : Calcul de l'auteur

Analyse frontière efficiente

La figure ci-dessus représente la frontière efficiente de Markowitz du portefeuille comprenant de l'immobilier suisse. À l'instar du portefeuille précédent, elle possède également l'aspect classique d'une frontière efficiente. Nous allons adopter la même méthodologie qu'avec les autres portefeuilles pour analyser la figure. Ainsi, nous allons analyser de gauche à droite, en commençant avec le portefeuille qui possède la variance la plus faible pour terminer avec des portefeuilles qui possèdent un risque supérieur au portefeuille optimal.

Tout d'abord, le portefeuille qui possède l'écart-type minimum est composé naturellement de 23,28% d'obligations belges et de 66,34% de cash (les actifs les moins risqués) et de 10,39% d'immobilier. Ensuite, plus on se déplace horizontalement vers la droite, plus le risque augmente et moins le portefeuille est composé d'obligations belges et de cash. Lors de ce mouvement, le poids de l'immobilier augmente dans le portefeuille pour atteindre 66,37% à l'optimum. Enfin, au-delà de l'optimum, le portefeuille se compose progressivement de plus d'actions du SP500 et d'immobilier suisse.

2.6. Comparaison performance du portefeuille

Tableau 15 : Comparaison de la performance des portefeuilles de marché

	Portefeuille de marché	
	Portefeuille 1 : Immobilier belge	Portefeuille 2 : Immobilier suisse
Rendement	7,79%	3,86%
Écart-type	6,71%	1,79%
Ratio de Sharpe	1,11	1,97

Source : Calcul de l'auteur

Analyse tableau

La figure ci-dessus représente le rendement, l'écart-type et le ratio de Sharpe des portefeuilles composés, d'une part, avec de l'immobilier belge et, d'autre part, avec de l'immobilier suisse. Le premier portefeuille possède un rendement plus élevé que le second ($7,79\% > 3,86\%$). Il possède aussi un écart-type beaucoup plus élevé que le second ($6,71\% > 1,79\%$). Ainsi, le premier portefeuille propose un rendement plus élevé avec un risque plus élevé.

Au niveau du ratio de Sharpe, les deux se situent au-delà de 1, ce qui signifie que les portefeuilles surperforment le taux sans risque. Ici, c'est le portefeuille numéro 2 qui est le plus intéressant suite au risque élevé du premier portefeuille. Cela le rend plus performant que le premier.

2.7. Impact de l'immobilier sur le portefeuille

Nous allons à présent étudier l'impact de l'immobilier sur notre portefeuille. Pour se faire, nous allons tout d'abord étudier notre portefeuille en enlevant toute forme d'immobilier. Nous utiliserons les mêmes outils qu'au point précédent : le rendement, l'écart-type et le ratio de Sharpe. Ensuite, lorsque la première analyse sera faite, nous ajouterons dans un premier temps uniquement l'immobilier belge et, ensuite, nous insérerons l'immobilier suisse. Lors de ces ajouts, nous continuerons d'analyser nos portefeuilles avec nos 3 outils. Ensuite, nous visualiserons ces résultats sur la courbe efficiente de Markowitz. Enfin, nous analyserons la répartition des actifs de nos portefeuilles optimaux.

Tableau 16 : Comparaison de la performance des portefeuilles de marché

	Portefeuille sans immobilier	Portefeuille avec immobilier bruxellois	Portefeuille avec immobilier belge et suisse
Rendement	0,94%	7,79%	5,78%
Écart-type	1,28%	6,71%	2,65%
Ratio de Sharpe	0,73	1,11	2,06

Source : Calcul de l'auteur

Analyse

Le tableau ci-dessus reprend les performances globales du portefeuille optimal de chacun des portefeuilles. Pour rappel, le portefeuille optimal est celui qui optimise le ratio de Sharpe. Ainsi, le portefeuille qui possède le rendement le plus faible (0,94%) est celui sans immobilier, alors que le plus élevé est celui qui comprend uniquement de l'immobilier belge (7,79%).

Au niveau du risque, le moins élevé revient au portefeuille qui ne comprend pas d'immobilier belge et suisse (1,28%), alors que le plus risqué est celui qui comprend uniquement de l'immobilier belge (6,71%).

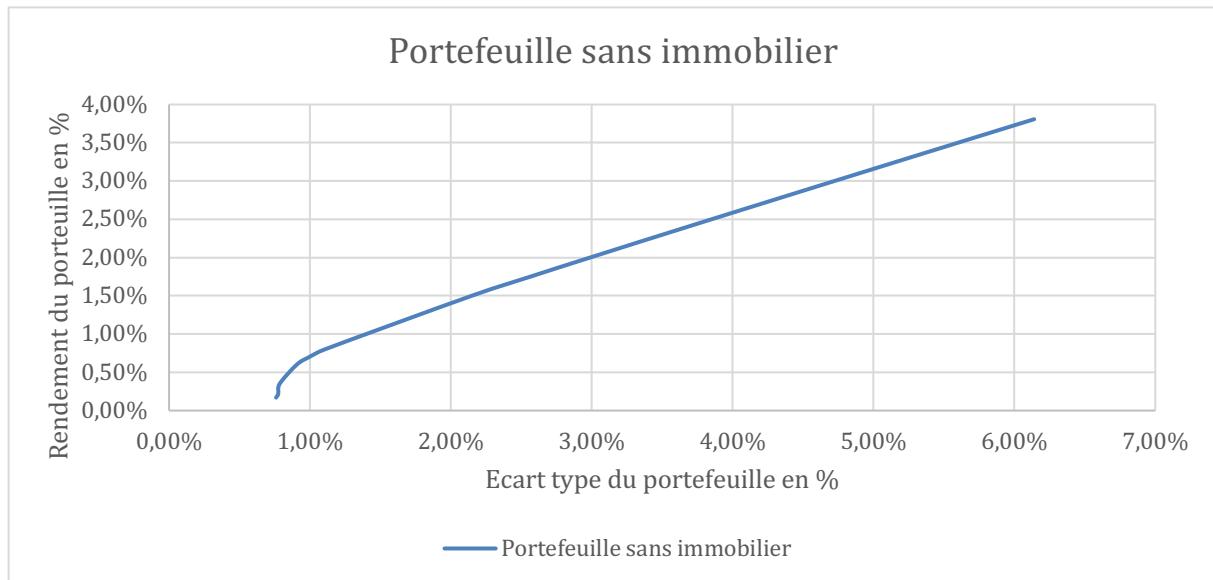
Le ratio de Sharpe le plus faible (0,73) revient au portefeuille sans immobilier, et le plus élevé revient à celui qui possède les 2 types de biens immobiliers. Ainsi, le ratio de Sharpe le plus faible se situe entre 0 et 1, cela signifie que l'excédent de rendement du portefeuille par rapport au taux sans risque est plus faible que le risque pris.

Le ratio de Sharpe le plus élevé (2,06) revient au portefeuille qui comprend l'immobilier belge et suisse. Ce ratio possède un taux exceptionnel, l'excédent de rendement est deux fois plus élevé que le risque pris. Ceci signifie que le portefeuille est très performant. Le portefeuille qui comprend uniquement l'immobilier belge possède un ratio assez intéressant. En effet il vaut 1,41. Ce ratio signifie que le rendement excédent du taux sans risque excède le risque pris.

À la suite de l'analyse, le portefeuille qui comprend les 2 immobiliers serait le plus intéressant. Néanmoins, ce portefeuille optimal est théorique. Pour le choix du portefeuille, il faut prendre en compte l'aversion au risque de l'investisseur. Nous discuterons plus en profondeur de ce sujet dans le prochain point.

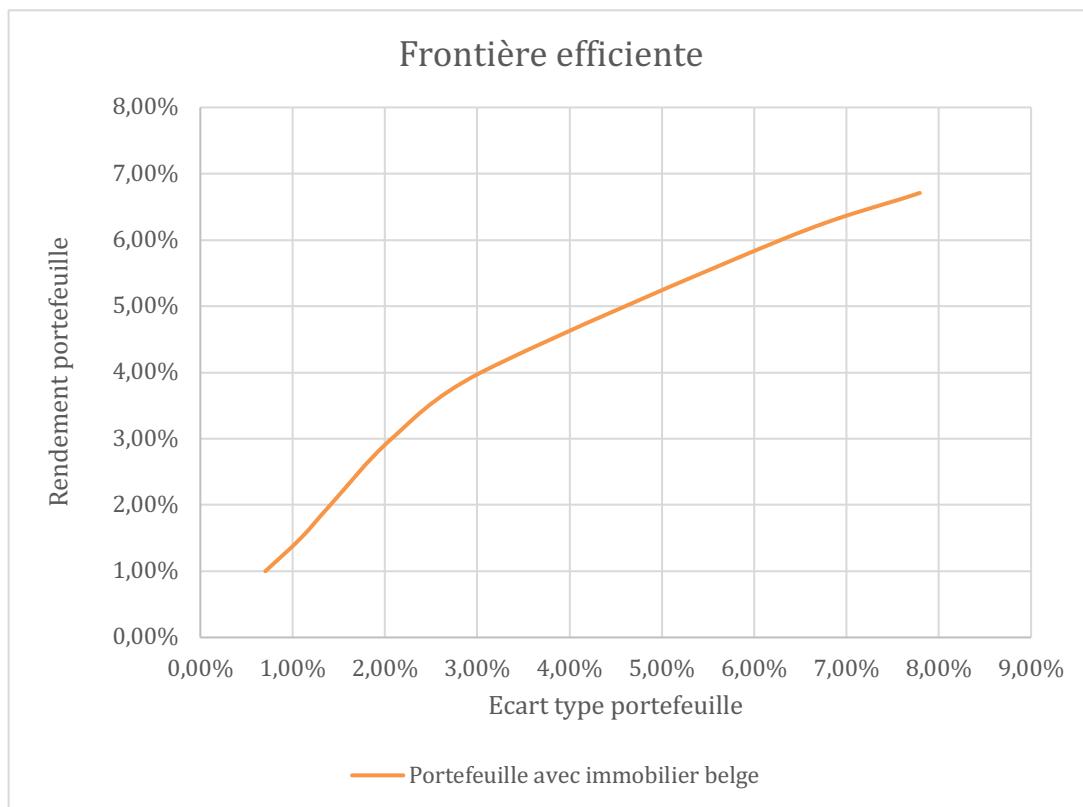
2.7.1. Frontières efficientes

Figure 13 : Frontière efficiente du portefeuille sans immobilier



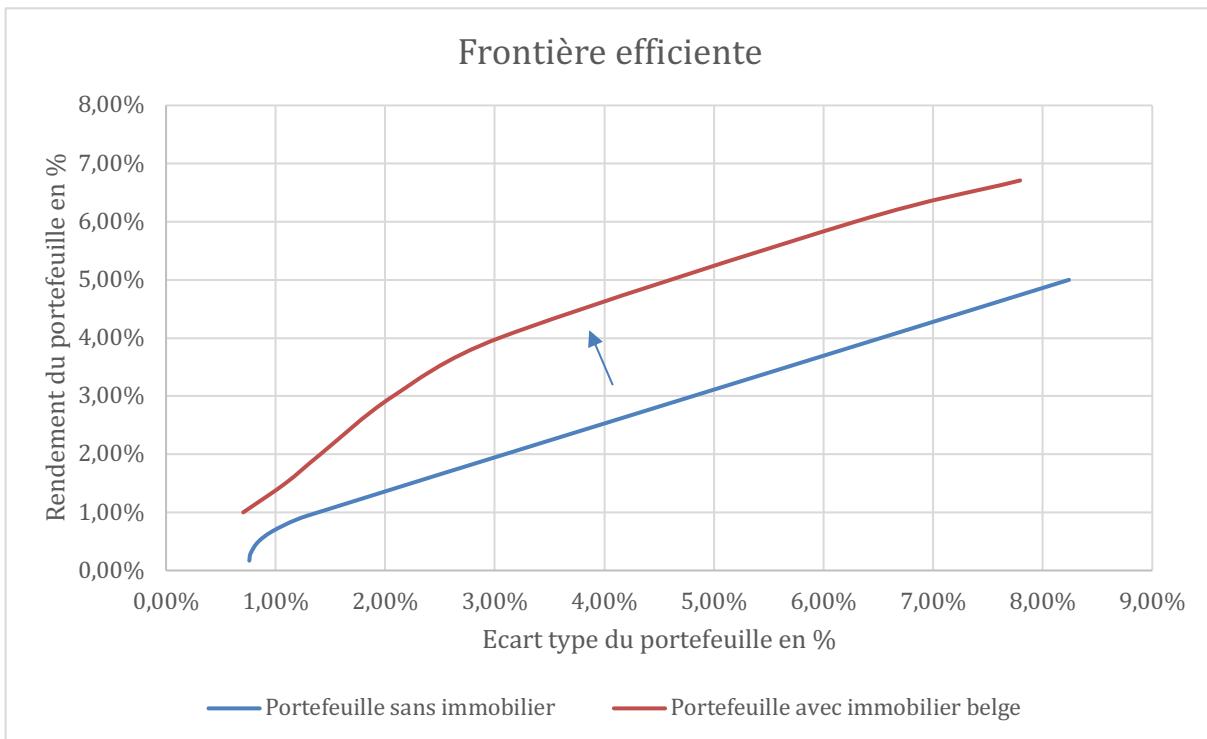
Source : Calcul de l'auteur

Figure 14 : Frontière efficiente du portefeuille avec immobilier belge

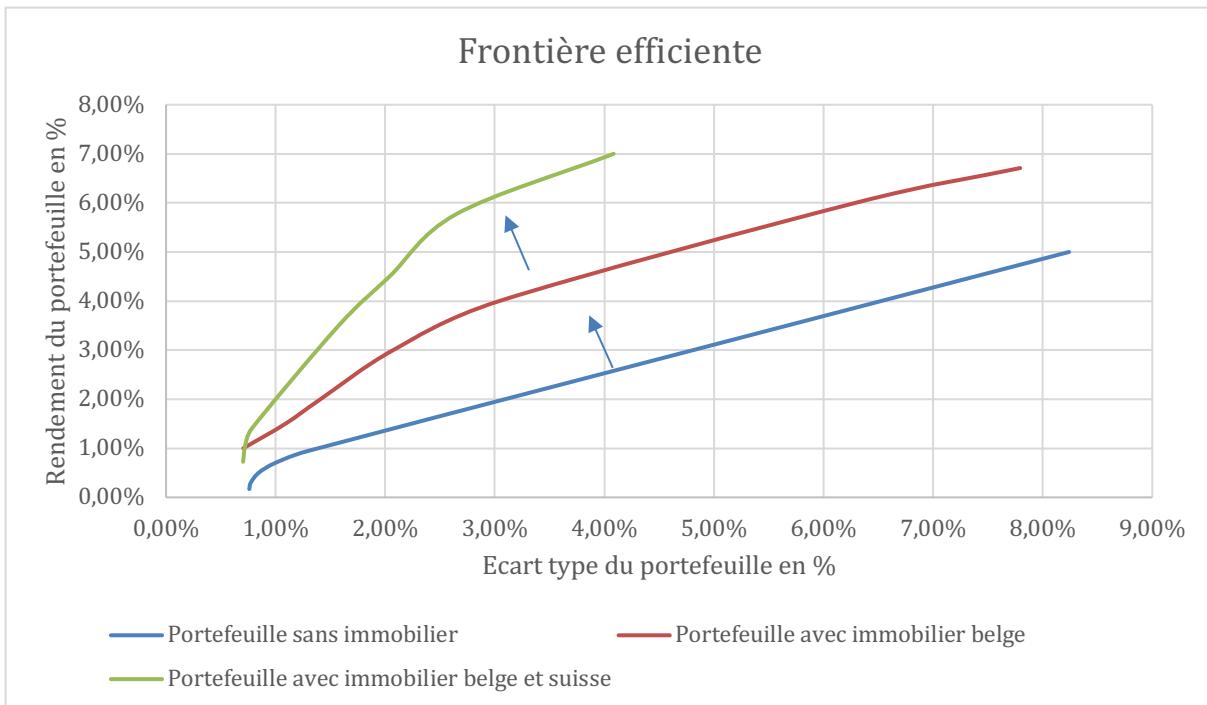


Source : Calcul de l'auteur

Figure 14 : Comparaisons des frontières efficientes



Source : Calcul de l'auteur



Source : Calcul de l'auteur

Analyse

Les figures ci-dessus représentent les frontières efficientes de nos différents portefeuilles. La première figure reprend le portefeuille qui ne contient pas d'immobilier. Il se compose des obligations belges à 10 ans, du cash, des actions du SP500. Dans le deuxième et troisième graphique, nous visualisons l'impact de la mise en place de l'immobilier belge. Dans le troisième, nous avons ajouté au portefeuille précédent l'immobilier suisse.

D'un point de vue global, nous pouvons relever que le portefeuille sans immobilier est le moins performant. Lorsque l'on ajoute l'immobilier belge, le portefeuille devient plus performant et, avec l'immobilier suisse, cet impact est encore plus significatif. En effet, pour un risque donné, le rendement des portefeuilles est plus élevé lorsqu'il est composé d'immobilier.

Pour un écart-type de 2%, le portefeuille de base offre un rendement légèrement inférieur à 1,5%, alors que le portefeuille avec la frontière efficiente orange possède un rendement double avec un peu moins de 3%. Encore mieux, dans le dernier portefeuille, pour ce risque donné, nous avons un rendement de plus ou moins 4,5%.

En conclusion, l'immobilier permet de diversifier les portefeuilles, ce qui permet d'atteindre un rendement plus élevé pour un risque donné.

2.8.Impact de l'immobilier sur la composition du portefeuille optimal

Tableau 17 : Comparaison de la composition des portefeuilles de marché

	Composition des portefeuilles optimaux		
	Portefeuille sans immobilier (1)	Portefeuille avec immobilier bruxellois (2)	Portefeuille avec immobilier bruxellois et suisse (3)
Obligations belges 10 ans	0	0%	0,00%
Cash	92,93%	0%	1,51%
Bel 20	0	0%	0%
Stoxx600	0	0%	0%
SP500	7,07%	0%	0%
Immobilier belge	//	100%	12,88%
Immobilier suisse	//	//	85,60%

Source : Calcul de l'auteur

Analyse

Le tableau précédent représente les compositions des portefeuilles de marché dans les trois cas que nous avons développés. Ils sont radicalement différents. Le premier portefeuille se compose uniquement de cash (92,93%) et des actions du SP500 (7,07%). Dans le second, l'actif principal et unique est l'immobilier belge avec 100%. Le dernier portefeuille se compose de trois actifs : 85,60% d'immobilier suisse, 12,88% d'immobilier belge et 1,51% de cash.

Des redondances apparaissent quand même dans les portefeuilles. En effet, dans aucun des trois cas, les obligations belges et les actions du Bel20 et du STOXX 600 ne sont utilisées. Comme expliqué précédemment, les actions sont fortement corrélées entre elles. Elles sont donc des substituts qui ne permettent pas de diversifier le portefeuille. En outre, les performances historiques des actions du Bel20 et du STOXX 600 sont moins intéressantes que celles du SP500. Ainsi, lors de l'optimisation, ce sera naturellement les actions du SP500 qui seront choisies et non les autres.

Dans les deux portefeuilles où il y a de l'immobilier, celui-ci prend une place prépondérante. Plus encore dans le troisième portefeuille qui est composé uniquement d'immobilier.

3. Limite des résultats

Hoesli (2018) a relevé des problèmes intrinsèques qui pourraient affecter le poids de l'immobilier dans la réalité lors de l'optimisation que nous avons faite et celle qu'il a effectuée dans son livre.

3.1. Erreur statistique

Étant donné l'aspect empirique de nos études, il existe une marge d'erreur statistique. En raison des caractéristiques de l'immobilier, nous sommes obligés d'utiliser des périodes trimestrielles ou annuelles. Ceci implique un nombre limité d'observations qui provoque une plus grande incertitude.

3.2. Fréquence des données

Nous avons pu voir que le rendement immobilier est faiblement corrélé avec les autres actifs financiers. Comme expliqué précédemment, la fréquence est trimestrielle ou annuelle. Avec des pas temporels plus grands, à partir de 5 ans, les corrélations seraient plus intenses et positives. Le problème est qu'avec des périodes aussi longues, il faudrait une base de données qui s'étend sur au moins sur 100 ans pour avoir minimum de 20 observations. Étant donné la rareté des données sur l'immobilier, ceci s'avère impossible, ce qui limite la richesse des données.

3.3. Engagement

L'allocation optimale du portefeuille possède ses limites car elle ignore les engagements futurs. Elle se base sur les actifs et non le passif. Par conséquent il existe des modèles qui choisissent des actifs avec une échéance concomitante avec leur liquidité, l'échéance et les engagements futurs.

Ce concept s'appelle le management actif/passif qui se définit, selon Investopedia (2019), comme suit : « Le concept de gestion actif/passif met l'accent sur le calendrier des flux de trésorerie, car les dirigeants d'entreprise doivent planifier le paiement des passifs. Le processus doit garantir que les actifs sont disponibles pour payer les dettes à leur échéance et que les actifs ou les revenus peuvent être convertis en espèces. Le processus de gestion actif / passif s'applique aux différentes catégories d'actifs du bilan. »

3.4. Mesure du risque

Dans la littérature, certains auteurs postulent que la rentabilité de l'immobilier ne suit pas une distribution normale. Dans ce cas, il serait erroné de faire une optimisation à partir de la moyenne et de la variance.

3.5. Faible liquidité

Comme nous avons pu voir précédemment, l'immobilier est un actif particulièrement illiquide. Hoesli (2018) a effectué le calcul de l'allocation optimale dans 2 cas de figure. Tout d'abord en tenant compte de l'illiquidité et puis en ne la prenant pas en compte. Les résultats n'ont pas différé, néanmoins, cette faible liquidité a un impact négatif sur la perception des investisseurs qui peut affecter le poids alloué à notre actif dans un portefeuille mixte.

3.6. Caractère institutionnel

Les performances exprimées par les indices calculés ne peuvent être atteintes que par des investisseurs institutionnels qui peuvent se permettre de diversifier le risque de la même manière qu'indiqué précédemment. Ainsi, des investisseurs privés doivent s'attendre à des rendements moins élevés que ceux calculés et, de ce fait, cela impacte fortement l'importance de l'immobilier dans un portefeuille.

Ensuite, dans la construction des indices immobiliers, les frais de gestion de ces actifs sont pris en compte. Par exemple, les frais de gestion locative des agences immobilières. Par contre, les frais de gestion du portefeuille en tant que tels ne sont pas pris en compte pour le calcul de rentabilité. Ainsi, le rendement du portefeuille est moindre que celui calculé si ces frais ne sont pas pris en compte.

4. Conclusion de la partie 2

Lorsque l'on prend du recul, l'immobilier est un actif qui nous semble intéressant. En effet, il est faiblement corrélé avec les autres actifs. Cette caractéristique permet de diminuer le risque total du portefeuille. En outre, il possède des performances de rendement très élevées tout en ayant un risque relativement faible. Par conséquent, lorsque l'on a analysé les différentes frontières efficientes, nous avons constaté que, pour un risque donné, le rendement était plus élevé lorsque notre portefeuille comprenait de l'immobilier belge.

Au niveau des performances, l'immobilier bruxellois a un impact positif sur les performances du portefeuille ; il possède un indice de Sharpe plus élevé que le portefeuille sans immobilier. On atteint des excédents de rendement nettement plus élevés que sans notre actif étudié.

Au niveau de la répartition du portefeuille, dans les portefeuilles efficientes, l'immobilier possède généralement une place prépondérante à la suite de ses caractéristiques intrinsèques. Pour notre portefeuille avec de l'immobilier belge, notre optimum se compose de 100% d'immobilier.

Ce pourcentage nous a paru extrêmement élevé, c'est pourquoi nous avons effectué la même analyse, mais avec de l'immobilier suisse. Le choix de ce marché s'est fait par manque de données pour des marchés plus similaires.

Pour le portefeuille qui comprend de l'immobilier suisse, les corrélations sont légèrement plus élevées entre cet actif et les actions. Néanmoins, les performances se sont aussi améliorées avec un ratio de Sharpe encore plus élevé que dans le premier portefeuille. Pour la composition du portefeuille, l'immobilier possède toujours une place dominante avec 67,37%.

En conclusion, il y a systématiquement une amélioration des performances et une place prépondérante de l'immobilier dans nos patrimoines. Il faut toutefois avoir du recul sur les résultats, d'une part, avec les principales faiblesses de notre construction d'indices du point précédent. D'autre part, lors de la construction de notre indice, nous avons pu voir qu'un petit changement dans la base de données pouvait avoir des conséquences majeures. Étant donné le côté très empirique de notre indice, il faut prendre les résultats qui s'y attachent avec beaucoup de précaution. Néanmoins, grâce à l'optimisation de Markowitz, nous pouvons dorénavant décider du pourcentage d'immobilier que nous devons allouer dans notre portefeuille en fonction du risque donné.

Partie 3 : Confrontation des résultats avec la littérature

Au sein de cette dernière partie, nous allons mettre en parallèle nos résultats avec la littérature existante. Nous utiliserons principalement les références suivantes : Hoesli (2018) et Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007). Nous allons tout d'abord comparer les différentes corrélations entre les actifs. Ensuite, nous nous attellerons à l'impact de l'immobilier sur la frontière efficiente. Enfin, nous nous pencherons sur la réparation des actifs dans les portefeuilles efficents.

1. Analyse de la matrice de corrélation

Dans l'article de Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007), nous avons vu que les rendements domestiques de l'immobilier sont systématiquement corrélés négativement aux obligations domestiques, excepté pour les Pays-Bas. Il en est de même pour les obligations internationales. A contrario, les rendements immobiliers sont corrélés positivement aux actions internationales et nationales sauf pour l'Australie.

À l'instar de l'article précédent, dans le livre de Hoesli (2018), les corrélations sont systématiquement positives entre les actions et l'immobilier pour la période qui s'étend plus ou moins entre 1984 et 2017. Ces corrélations sont faibles, ceci peut s'expliquer par des cycles non concomitants. Ce serait aussi dû à la tendance des investisseurs à investir dans des actifs qui ont eu des performances récentes intéressantes. Les deux sources se recoupent.

Notre indice bruxellois est, quant à lui, corrélé positivement avec tous nos actifs, excepté pour les actions du SP500. Mais à l'instar des 2 travaux cités, les corrélations sont relativement faibles. Pour le portefeuille qui contient de l'immobilier suisse, les comportements de l'actif étudié suivent la même logique que dans la littérature. En effet, il est corrélé négativement avec les obligations et positivement avec les actions. Néanmoins, les corrélations y sont tout de même plus intenses que dans les travaux de Hoesli.

2. Analyse de la frontière efficiente

Dans l'optique d'étudier le rôle diversificateur de l'investissement immobilier dans un portefeuille, il est intéressant d'étudier les différentes frontières efficientes. Chez Hoesli (2018), ils ont étudié l'impact de l'immobilier sur un portefeuille composé d'actions, d'obligations pour les États-Unis, la France et la Suisse, dans une période qui s'étend plus ou moins de 1984 à 2017. Pour les États-Unis et la Suisse, l'impact positif est clairement présent alors que, pour la France, il y a uniquement une diminution du risque pour les portefeuilles à faible rendement.

Dans notre travail et, plus particulièrement pour le cas du portefeuille belge, l'impact de l'immobilier sur la performance du portefeuille est considérable. Sur notre frontière efficiente, plus le risque est élevé, plus l'accroissement de rendement est important. Ceci signifie que l'ajout de l'immobilier belge est d'autant plus important lorsque l'investisseur accepte un risque élevé. Ensuite, lorsque l'on ajoute en plus l'immobilier suisse, cet accroissement est encore plus grand.

Un point intéressant que nous n'avons pas abordé dans ce travail est le suivant : « Peut-on diversifier un portefeuille autant avec de l'immobilier indirect que direct ? ». En fait, le direct possède un pouvoir « diversificateur » plus grand que l'indirect. Néanmoins, ce dernier possède un intérêt « diversificateur » très intéressant qui, cumulé avec de l'immobilier direct, améliore la diversification du portefeuille, notamment sur des durées plus longues. Pourquoi sur le long terme ? En pratique, à court terme, l'immobilier indirect se comporte plus comme une action et, plus on avance dans le temps, plus il se comporte comme son homologue.

3. Pondération de l'immobilier

Nous avons vu précédemment, dans l'article, « International evidence on real estate as portfolio diversifier » de Martin Hoesli, Jon Lekander et Witold Witkiewicz, que le poids de l'immobilier dans un portefeuille mixte est systématiquement présent avec une fourchette qui se situe entre 5 et 15 % d'un portefeuille lorsque les rendements ne sont pas couverts.

Dans Hoesli (2018), on peut relever que les portefeuilles comprenant le plus d'immobilier sont ceux avec un faible risque. Pour les portefeuilles efficents, les structures qui maximisent le ratio de Sharpe dans les 3 pays sont les suivantes.

Tableau 18 : Portefeuilles de marché Hoesli

Pondération portefeuille efficient (portefeuille de marché)			
	Etats-Unis	Suisse	France
Immobilier	23%	52%	0%
Obligations	47%	32%	88%
Actions	30%	9%	12%

Source : Calcul de l'auteur

D'autres études ont été réalisées comme celle concernant le Royaume-Uni : selon Bond, Hwang et Richards (2006). Ils ont conclu, avec des pas temporels de 1 et 5 ans et en tenant compte l'illiquidité de l'investissement immobilier, que notre actif peut prendre de manière maximale une place de 20% dans un portefeuille mixte. Mackinnon et Al Zaman (2009) ont trouvé que la durée de détention affecte l'importance de l'actif au sein du portefeuille.

En effet, selon ces auteurs, l'allocation optimale de l'immobilier direct s'élève à 20 % dans un environnement temporel proche et 30 % pour un lointain.

Nos résultats avec l'immobilier belge s'opposent à la littérature. En effet, entre le portefeuille efficient avec la variance minimale et celui de marché, la place de l'immobilier prend de l'ampleur avec le risque. Entre ces deux bornes, son poids s'accroît de 0 % à 100 %. Pour notre deuxième étude de cas avec l'immobilier suisse, il prend aussi de l'ampleur avec le risque. Entre les deux bornes précédentes, son poids s'accroît de 10 % à 67 %.

4. Différences avec la littérature

Nous avons pu relever des différences non négligeables entre nos résultats et ceux de la littérature. C'est pourquoi dans les prochains points, nous allons relever les différences méthodologiques entre notre travail et celles des documents principaux que nous avons utilisés. Ainsi, nous relèverons les différences avec l'article scientifique « International evidence on real estate as portfolio diversifier » de Martin Hoesli, Jon Lekander et Witold Witkiewicz. Ensuite, nous mettrons en évidence celles avec le livre « Investissement immobilier » de Hoesli (2018).

4.1. Méthodologie « International evidence on real estate as portfolio diversifier »

4.1.1. Période et lieu étudiés

Contrairement à notre étude dans laquelle nous utilisons des données entre l'année 2004 et 2018, la période étudiée dans l'article scientifique s'étend de 1986 à 2001. Cette différence est non négligeable étant donné que, dans notre période étudiée, la crise des subprimes a fortement impacté les rendements de nos différents actifs. En outre, ils n'ont pas étudié le cas de la Belgique.

4.1.2. Actifs étudiés

Tout d'abord, les actifs utilisés sont le cash, les obligations nationales, les obligations internationales, les actions internationales, l'immobilier titrisé national et international, l'immobilier national et international délissé et non délissé.

Ensuite, les actifs utilisés pour calculer le rendement total l'immobilier dans les différents pays ne sont pas uniquement de type résidentiel. En effet, dans certains pays, ils ont utilisé une combinaison d'immobiliers de bureau, de commerce, résidentiels, industriels pour créer un indice.

Ces deux points diffèrent grandement par rapport à notre développement. D'une part, au niveau des actifs, nous avons uniquement du cash, des obligations belges avec une maturité à 10 ans, des actions internationales et de l'immobilier. D'autre part, pour la construction de notre indice, nous avons uniquement utilisé de l'immobilier.

4.1.3. Données

À l'instar de nos données, ils ont utilisé le rendement total pour les différents actifs. Lors de la construction de notre indice immobilier et du portefeuille, nous n'avons effectué aucune modification sur nos données. Ainsi, il existe des différences majeures au sein des données utilisées entre leurs documents et les nôtres. En effet, dans leur modèle, ils ont estimé que le marché n'était pas efficient, ce qui implique des corrélations en série entre les rendements. Selon Investopedia (2019), « La corrélation en série est la relation entre une variable et une version décalée d'elle-même sur différents intervalles de temps. Les motifs répétés montrent souvent une corrélation en série lorsque le niveau d'une variable affecte son niveau futur. En finance, les analystes techniques utilisent cette corrélation pour déterminer la mesure dans laquelle le prix passé d'un titre prédit le prix futur ». Ce choix implique certaines hypothèses : le rendement de l'immobilier est délissé sous l'hypothèse que la volatilité de l'immobilier est la moyenne de celle des stocks et des obligations.

Premièrement, pour la construction de la frontière efficiente, il existe des erreurs au niveau des rendements. Afin de limiter les erreurs, les auteurs utilisent des estimateurs Bayes-Stein avec lesquels ils ont limité les échantillons de rendement en un rendement moyen. Cette méthode permet d'améliorer la performance optimale des portfolios hors échantillons. La formule basique des estimateurs est la suivante :

$$E(r_i) = W\bar{r}_g + (1 - w)\bar{r}_i$$

Avec, $E(r_i)$ = la moyenne ajustée

\bar{r}_i = la moyenne originale de l'actif

\bar{r}_g =la moyenne globale

W= le facteur de rétrécissement

Le facteur de rétrécissement est estimé de cette manière :

$$\hat{W} = \frac{\hat{\lambda}}{(T+\hat{\lambda})} \text{ avec } \hat{\lambda} = \frac{(N+2)(T-1)}{(r-r_0)'S^{-1}(\hat{r}-r_g 1)(T-N-2)}, T=\text{taille de l'échantillon}, S \text{ la matrice de covariance.}$$

Lorsque le facteur de rétrécissement se rapproche de 1, la frontière efficiente devient de plus en plus plate. Lorsqu'il vaut 0, la frontière est la matrice de covariance.

Deuxièmement, dans leurs données, ils ont des actifs internationaux. Deux possibilités s'offraient à eux. La première est que les investisseurs acceptent le risque de la monnaie. Si l'on pose l'hypothèse, les taux d'échanges reviennent à la moyenne à long terme, les taux d'échange vont se compenser. La seconde approche serait que les investisseurs utilisent des « forward contracts » (contrat à terme) pour couvrir le risque des monnaies. Investopedia (2019) définit ce type de contrat de cette manière : « Le contrat à terme est un accord entre un acheteur et un vendeur pour négocier un actif à une date ultérieure. Le prix de l'actif est défini lors de l'établissement du contrat. Les contrats à terme ont une date d'échéance : ils sont tous réglés à la fin du contrat ».

Lors de la construction des auteurs de la base de données, ils ont utilisé des indices globaux pour l'immobilier. Ainsi, créer des rendements couverts est problématique étant donné que cela devrait se faire en fonction de devises (euros, dollar.). En fait, une couverture devrait être mise en place pour chaque devise. D'un point de vue pratique, c'est extrêmement compliqué. Pour tous les pays, excepté les États-Unis, les rendements ont été couverts par rapport au dollar américain. Cette hypothèse est assez simpliste étant donné que tous les actifs ne sont pas liés au dollar. Néanmoins, la majorité des indices utilisent des actifs américains, ce qui limite l'impact sur les données.

4.2. Comparaison méthodologique avec Hoesli (2018)

À l'instar de notre travail, l'indice immobilier se base sur des prix de transactions. Néanmoins, ils n'ont pas indiqué si les valeurs annuelles indiquées sont calculées à partir du rendement total. La période des données utilisées s'étend de plus ou moins 1984 à 2017, celle-ci varie légèrement entre les différents pays (France, États-Unis, Royaume-Uni, Suisse). Elle est donc différente de la nôtre qui se déroule entre 2004 et 2018. Ensuite, ils n'ont pas étudié le cas de la Belgique alors que chaque pays possède ses propres caractéristiques et son marché.

5. Conclusion de la partie 3

Les résultats de la littérature étant significativement différents de nos résultats. Nous avons essayé d'en comprendre les raisons. Nous avons pu relever des différences significatives sur la méthodologie employée dans notre travail et celle de la littérature.

Ainsi, il existe bon nombre de différences, par exemple, sur la localisation des données. En effet, aucun des travaux n'a utilisé la Belgique comme sujet d'étude. De plus, la temporalité des données ne concorde pas avec celle de nos recherches. Concernant les actifs étudiés en tant que tels, ils sont pour le premier article scientifique bien plus nombreux et divers qu'au sein de notre travail. Enfin, au niveau des rendements, dans l'article de Hoesli, Lekander, et Witkiewicz (2007), ils ont effectué un nombre conséquent de manipulations sur les données que nous n'avons pas réalisées.

Conclusion

Rappelons notre question de recherche : « Comment optimiser son patrimoine grâce à l’immobilier ? » Cette interrogation implique un problème de gestion de portefeuille que nous avons abordé en 3 parties.

Premièrement, nous avons développé les connaissances nécessaires à l’approche de cette problématique. Ainsi, nous avons expliqué la théorie moderne de Markowitz et tous les concepts périphériques nécessaires à la compréhension de celle-ci. De ce fait, nous avons dû éclaircir des notions utiles dont celles de la variance, de la corrélation, de la covariance, du ratio de Sharpe, de la frontière efficiente. Lors de la création de l’état de l’art, nous avons toujours voulu garder un regard critique en relevant les faiblesses des différentes théories impliquées.

Deuxièmement, lorsque ces concepts financiers ont été maîtrisés, nous nous sommes focalisés sur l’actif concerné : l’immobilier. Nous avons décrit ses caractéristiques et les risques qui s’y attachent. Par la suite, nous nous sommes intéressés au marché immobilier en le contextualisant géographiquement et temporellement. Nous avons mis un accent particulier sur la Belgique étant donné que c’est le sujet principal de nos recherches. À partir de cette étape, nous avons une compréhension holistique de ce secteur. Désormais, nous pouvons nous pencher sur la littérature qui pourrait nous aider à éclaircir notre question de recherche.

Hoesli, Lekander et Witkiewicz (2007) nous expliquent qu’il faut respectivement considérer, dans un patrimoine mixte, un poids de 5 à 10 % dans une perspective immobilière nationale et de 15 à 20 % si l’on est à un niveau international. Pour Hoesli (2018), la part de l’immobilier dans un portefeuille mixte est pertinente dans une fourchette de 15 à 25 %. D’autres chercheurs comme Mackinnon et Al Zaman (2009) ont estimé que le poids idéal serait de 20 à 30 %. Nous pouvons donc nous faire une première idée du poids que devrait prendre l’immobilier dans notre portefeuille. Néanmoins, étant donné que ces différentes études ne portaient pas sur la Belgique, nous avons réalisé notre propre investigation.

Tout d’abord, nous avons abordé, à la fin de cette partie, des concepts théoriques liés à notre thématique (mouvement brownien, effet de levier), mais qui ne nous ont pas permis de répondre directement à la question de recherche. Ils ont toutefois pris une place dans le parcours de réflexion.

Lorsque nous avons eu tous les outils nécessaires à la partie quantitative, nous avons pu commencer notre travail de recherche. Il a été nécessaire de créer la structure de notre portefeuille composé. Ce dernier se compose d’obligations belges avec une maturité de 10 ans, d’obligations belges avec une maturité de 3 mois (cash), des actions du STOXX 600, BEL20, du SP500 et de l’immobilier belge. Dans cette partie, nous avons dû remédier aux différents manques de données dans le secteur de l’immobilier belge.

En effet, il n'existe pas de rendement historique de l'immobilier belge sur une période d'au moins 15 ans. Ce type de rendement est particulier étant donné qu'il est composé, d'une part, de la variation des prix du bien et, d'autre part, des revenus locatifs de celui-ci.

Par conséquent, nous avons dû trouver une solution réaliste pour modéliser un rendement immobilier pour, au final, pouvoir appliquer la théorie moderne du portefeuille de Markowitz. De ce fait, nous avons adopté une méthode très empirique qui consiste à prendre le prix actuel de plusieurs biens et de lui appliquer rétroactivement l'évolution des prix historiques. Lors de cette première étape, nous devions encore trouver le rendement locatif. Pour ce faire, nous avons utilisé la grille des loyers de la ville de Bruxelles qui propose, en fonction de la localisation, des niveaux de finition (PEB, nombre de chambres, châssis double vitrage, triple vitrage...), un loyer indicatif.

Ainsi, lorsque nous avions précédemment pris des biens afin de créer notre base de données, nous avions considéré les caractéristiques de ceux-ci pour obtenir leur loyer le plus représentatif. Après, nous avons appliqué rétroactivement sur la location de chaque bien l'indice des loyers officiel. Enfin, avec toujours pour but de nous rapprocher de la réalité, nous avons pris en compte d'autres paramètres, comme par exemple, les charges d'exploitation qui ne sont pas à charge des locataires. De cette manière, à partir du rendement du prix, du rendement locatif modélisé et d'autres manipulations, nous avons pu construire un rendement historique.

Afin de trouver une solution à notre problématique, nous avons dû calculer, sur la frontière efficiente l'ensemble des portefeuilles qui se situent entre celui qui possède le risque le plus faible et celui qui maximise le ratio de Sharpe, la proportion d'immobilier bruxellois dans les portefeuilles efficents évolue entre 0 et 100%. Ce résultat nous a paru au départ très élevé. C'est pourquoi nous avons remplacé l'immobilier bruxellois par un indice d'immobilier suisse afin de prendre du recul sur la construction de notre indice bruxellois. En fait, nous nous sommes demandé si les hypothèses posées n'étaient peut-être pas trop fortes. Avec le même portefeuille comprenant de l'immobilier suisse, le poids évolue entre 10 et 67 %.

Cette partie quantitative constitue la valeur ajoutée de notre mémoire. En effet, nous avons d'une part construit un indice de rendement pour l'immobilier bruxellois, développé ci-dessus. D'autre part, nous avons effectué du calcul matriciel sur Excel et appliqué la théorie moderne de Markowitz sur ce même programme grâce à son outil « Solveur » tout en réalisant d'autres manipulations.

Les études citées dans ce travail expliquent l'importance de l'immobilier dans un portefeuille en raison de sa faible corrélation avec les autres actifs. Dans notre cas, notre bien est aussi faiblement corrélé mais en plus, il possède un rendement moyen très intéressant, juste en-dessous des actions, tout en ayant un risque moyen. Cet aspect est une première explication pour la différence de poids allouée dans un patrimoine mixte.

À l'instar de la littérature, nous avons pu relever que l'immobilier a systématiquement un effet positif sur les performances du patrimoine tout en diminuant le risque et en augmentant la rentabilité. Par curiosité, nous avons composé un portefeuille qui comprend de l'immobilier belge et suisse. La performance du portefeuille mesurée par le ratio de Sharpe a presque quadruplé ($2,07 > 0,57$) en comparaison à celui qui ne possède aucune forme d'immobilier.

Néanmoins, nous avons tout de même des résultats relativement différents de la littérature. En effet, l'immobilier prend une place beaucoup plus importante dans nos résultats que dans les articles scientifiques. C'est ici que la partie 3 du mémoire prend son sens. En effet, dans cette dernière, nous comparons nos résultats à ceux de la recherche. Ainsi, nous nous sommes demandé pourquoi nos résultats sont si différents de la littérature.

Des différences non négligeables au niveau de la méthodologie pourraient expliquer ces divergences. En effet, il apparaît que les périodes étudiées ne sont pas concomitantes, que les différents types d'actifs utilisés dans la construction du portefeuille mixte ne sont pas identiques. Par exemple, ils utilisent de l'immobilier indirect, d'autres actions, des obligations... Ensuite, aucun des auteurs cités n'a étudié l'immobilier belge en tant que tel. De plus, pour la construction de leurs indices immobiliers, ils n'utilisent pas que du résidentiel, mais aussi de l'immobilier de bureau, de commerce ou encore de l'industriel. Toutes ces différences structurelles expliquent vraisemblablement la différence de nos résultats.

Outre les différences de résultats, en dehors d'un cadre théorique, les investisseurs utilisent encore moins d'immobilier que ce que la littérature préconise. Cette distinction est notamment due à des erreurs statistiques, au peu de données disponibles, aux engagements financiers que nécessitent l'immobilier, à la manière dont le risque est évalué, à l'illiquidité de cet actif, au caractère institutionnel nécessaire pour atteindre les rendements d'indices. Mais par-dessus tout, à titre personnel, nous avons pu remarquer lors de ce stage au sein de l'entreprise Latour & Petit qu'il est nécessaire d'avoir une connaissance extrêmement locale du marché immobilier afin d'en comprendre les différentes mécaniques. Ainsi, lorsque nous prenons en compte de tous ces éléments, nous saisissons vite pourquoi l'immobilier est sous-représenté dans la réalité.

Si nous souhaitions approfondir la problématique de l'immobilier dans un patrimoine diversifié, nous avons identifié différentes pistes. Une première possibilité serait de s'intéresser à l'immobilier indirect dans le portefeuille. Comment celui-ci évolue par rapport à l'immobilier et aux autres actifs ? Ensuite, il pourrait être intéressant d'approfondir l'aspect de l'internationalisation de l'immobilier et d'en étudier son impact sur le rendement et ses risques pour finalement définir la place à lui attribuer dans un patrimoine. Une troisième possibilité, pour enrichir l'étude : il serait opportun de créer un portefeuille avec une diversité d'actifs plus élevée que celle présente dans ce mémoire.

Pour la réalisation de ce mémoire, notre choix s'est porté sur une thématique immobilière par intérêt personnel. Nous n'étions pas informés du manque de littérature et de base de données sur celle-ci. Nous avons donc été confrontés tout au long de ce mémoire à ces faiblesses qui

sont intrinsèquement attachées à cette branche récente de la finance. Ceci étant, cela a été l'opportunité d'apprendre à réfléchir par nous-mêmes. Afin de surmonter les problématiques qui en découlent, nous avons dû apporter une valeur ajoutée, notamment grâce à la construction d'un historique du rendement immobilier bruxellois et à la construction des portefeuilles efficents grâce au logiciel Excel.

D'un point de vue prospectif, de plus en plus de financiers se pencheront sur la question de l'immobilier en tant qu'actif. Pour l'instant, nous avons constaté tout au long des recherches que très peu d'universités, d'écoles de commerce se sont penchées sur le sujet de l'immobilier. Ainsi, grâce à la recherche, la littérature se construira au fil du temps et permettra de mettre davantage en évidence l'intérêt et les faiblesses de l'immobilier en tant que véhicule d'investissement.

Bibliographie

Ouvrages

Hoesli, M. (2018). Investissement immobilier décision et gestion du risque (3ème édition.). Paris : Economica.

Hull, J. et John, C. (2011). Options, futurs et autres actifs dérivés (8ème édition.). Paris : Pearson education.

Matysiak, G. et Brown, G. (1999). Real Estate Investment: A Capital Market Approach (1ère édition.). Royaume-Uni: Pearson.

Michaud, R. (2008). Efficient Asset Management: A Practical Guide to Stock Portfolio Optimization (2ème édition.). Oxford, University Press.

Simon, A. et Malle, R. (2009). Introduction à la Finance et à l'Économie de l'Immobilier (1ère édition.). Paris : Economica.

Articles scientifiques

Baroni, M. et Barthélémy,F. et Mokrane,F. (2006). Monte Carlo Simulations versus DCF in Real Estate Portfolio Valuation. Récupéré de
<https://econpapers.repec.org/paper/ebgessewp/dr-06002.htm>

Bond, A.S. et Hwang, S. et Richards, K. (2006). Optimal allocation to real estate incorporating illiquidity risk. Journal of Asset Management, 7, 2-16.
<https://doi.org/10.1057/palgrave.jam.2240197>

Brinson, G. et Hood, R. et Randolph, G. et Beebower, G. (1995). Determinants of Portfolio Performance. Financial Analysts Journal, 51(1), 133-138.
<https://doi.org/10.2469/faj.v51.n1.1869>

Campbell, R. et Koedijk, K. et Kofman, P. (2002). Increased Correlation in Bear markets : A Downside Risk Perspective (CEPR Discussion Paper N° 3172). Consulté à l'adresse C.E.P.R. Discussion Papers website :
<https://econpapers.repec.org/paper/cprceprdp/3172.html>

Hoesli, M. et Delfim J-C. (2016). Risk Factors of European Non-Listed Real Estate. Consulté 4 mai 2019, à l'adresse
https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2793855

Hoesli, M. et Lekander, J. et Witkiewicz, W. (2007). International Evidence on Real Estate as a Portfolio Diversifier (SSRN Scholarly Paper № ID 954729). Consulté à l'adresse Social Science Research Network website :
<https://papers.ssrn.com/abstract=954729>

Liow, K. H. (2010). International Direct Real Estate Market Linkages : Evidence from Time-Varying Correlation and Cointegration Tests. Journal of Real Estate Literature, 18(2), 283-312. Consulté à l'adresse <https://www.jstor.org/stable/24884095>

MacKinnon, G. H. et Al Zaman, A. (2009). Real Estate for the Long Term : The Effect of Return Predictability on Long-Horizon Allocations (SSRN Scholarly Paper № ID 1381639). Consulté à l'adresse Social Science Research Network website:
<https://papers.ssrn.com/abstract=1381639>

Michaud, R. O. (1989). The Markowitz Optimization Enigma : Is ‘Optimized’ Optimal. Financial Analysts Journal, 45(1), 31-42. <https://doi.org/10.2469/faj.v45.n1.31>

Articles de revue ou de journal

Artige, L. et al. (2017). L’investissement résidentiel en Wallonie. Revue interdisciplinaire de l’IWEPS. Récupéré de <https://www.iweps.be/wp-content/uploads/2017/09/DR5.pdf>

Banque Nationale de Belgique. (2017). Analyse de l’évolution des prix de l’immobilier résidentiel : le marché belge est-il surévalué ? Récupéré de
<https://www.nbb.be/doc/ts/enterprise/press/2017/cp170616frd.pdf>

Baroni, M. (2014). La finance immobilière, une niche de la finance ou vraie opportunité pour les financiers ? Consulté 1 octobre 2018, à l'adresse Monde des grandes écoles et universités website : <http://www.mondedesgrandesecoles.fr/la-finance-immobiliere-une-niche-de-la-finance-ou-vraie-opportunité-pour-les-financiers/>

Baugnet, V. et Butzen, P. et Cheliout,S. et Melyn,W. et Wibaut,Q. (2011). La crise des marchés de l’immobilier résidentiel est-elle terminée ? Un tour d’horizon international. BnB, Revue économique, juin, 55-74

BNP Paribas. (2019). Corrélation d’un jour, corrélation pas pour toujours. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://wealthmanagement.bnpparibas/fr/expert-voices/correlation-one-day-doesn-t-mean-correlation-forever.html>

Brück, L. et Halleux, J.-M. et Mairy, N. (2005). L’immobilier de bureau en Belgique, un révélateur des mutations économiques et urbaines. Récupéré de
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/27649/1/08bruck.pdf>

François, A. & Laconte, P. (1984). L'investissement immobilier en Belgique : 10 ans de politique. Courrier hebdomadaire du CRISP, 1048(23), 1-35. Doi:10.3917/cris.1048.0001.

La libre. (2019). Comment la BCE renforce son soutien à l'économie en zone euro - La Libre. Consulté 2 mai 2019, à l'adresse

<https://www.lalibre.be/economie/conjoncture/comment-la-bce-renforce-son-soutien-a-l-economie-en-zone-euro-5c811d1b9978e2710e9d170b>

Les Echos. (s.d.). Bulle financière. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse

<https://www.lesechos.fr/finance-marches/vernimmens/bulle-speculative-257863>

Luysterman, P. (2018, 23 février). Les perspectives de l'immobilier en 2018. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse L'Echo website :

<https://www.lecho.be/monargent/dossier/guideimmobilier2018/les-perspectives-de-l-immobilier-en-2018/9985211.html>

Nappi-Choulet, I. (2013). La financiarisation du marché immobilier français : de la crise des années 1990 à la crise des subprimes de 2008. Revue d'Économie Financière, N° 110(2), 189-206. Consulté à l'adresse <https://www.cairn.info/revue-d-economie-financiere-2013-2-page-189.htm>

Streel, A. et Meunier, V. (2017). La baisse des taux d'intérêt influence-t-elle la valeur des entreprises? Récupéré de https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/219652/1/248-NI17017AC_OPM2.pdf

Strike Magazine (2017). La corrélation... Ou la recherche de la bonne combinaison. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://www.strike-magazine.fr/techniques-de-gestion-de-portefeuille-la-correlation-ou-la-recherche-de-la-bonne-combinaison/>

Skema Finance Association. (2015). Gestion de portefeuille et analyse du risque : Sharpe, Treynor et Jensen. Consulté 18 mai 2019, à l'adresse <http://skemafinance.com/gestion-de-portefeuille-et-analyse-du-risque-sharpe-treynor-et-jensen/>

Peeter Law. (2019). Introduction d'un nouveau véhicule d'investissements immobiliers : le « FIIS » en résumé. (s.d.). Consulté 1 mai 2019, à l'adresse Peeters Law website: <https://www.peeters-law.be/Fr/news/Introduction-dun-nouveau-vehicule-dinvestissements-immobiliers-le-FIIS-en-resume/401>

Warisse, C. (s.d.). Analyse de l'évolution des prix de l'immobilier résidentiel : le marché belge est-il surévalué ? Consulté sur

https://www.nbb.be/doc/ts/publications/economicreview/2017/revecoi2017_h4.pdf

Mémoires, thèses

Amédée-Manesme, C.-O. (2012). Finance immobilière : Essais sur la gestion de portefeuille et des risques : Une mesure du risque de l'immobilier direct (Thèse de doctorat). Université de Cergy Pontoise, Cergy Pontoise. Consulté à l'adresse <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00814711/document>

Artige, L. (2017). Le marché immobilier résidentiel en Wallonie (Mémoire). HEC à Liège. Consulté à l'adresse :
<https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/208214/1/Opticost%20Texte%20mars%202017.pdf>

Bedoret, J. (2016). Les marchés du logement en Belgique : évolution des prix et de l'abordabilité aux marchés (Mémoire). Université de Liège. Récupéré de <https://matheo.uliege.be/bitstream/2268.2/3113/5/s153125Bedoret2017.pdf>

Ben Salah, H. (2015). Gestion des actifs financiers: de l'approche classique à la modélisation non paramétrique en estimation du DownSide Risk pour la constitution d'un portefeuille efficient (Thèse de doctorat). Université Claude Bernard, Lyon I. Récupéré de <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01242267/document>

De Bruyn, L. (2014). Allocation optimale dans les hedge funds et estimation de la matrice variance-covariance (Mémoire de Master). Louvain school of management à Louvain. Récupéré de https://dial.uclouvain.be/memoire/ucl/en/object/thesis%3A2559/datastream/PDF_01/view

Dioffé Bâ, W.(2012). Le modèle de Markowitz et détermination d'un portefeuille optimal (Mémoire de Maitrise). Université Gaston Berger au Sénégal. Récupéré de <https://docplayer.fr/docview/25/6885057/#file=/storage/25/6885057/6885057.pdf>

Johner, L.(2015). Investissements immobiliers directs : quantification du risque par la modélisation stochastique du portefeuille (Mémoire). Haute Ecole de Gestion de Genève. Récupéré de <https://core.ac.uk/download/pdf/43670875.pdf>

Mendes, O. (2012). Immobilier et gestion de portefeuille (Mémoire de bachelier). Haute Ecole de Gestion de Genève à Genève. Récupéré de http://doc.rero.ch/record/32279/files/TDEE_135.pdf

Rapports

Banque Centrale Européenne. (2014). Le taux d'intérêt négatif de la BCE. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse European Central Bank website :

<https://www.ecb.europa.eu/explainers/tell-me-more/html/why-negative-interest-rate.fr.html>

Banque Centrale Européenne. (s.d.). Official interest rates. Consulté 12 mai 2019, à l'adresse European Central Bank website :

https://www.ecb.europa.eu/stats/policy_and_exchange_rates/key_ecb_interest_rates/html/index.en.html

Didderen, D. (2007). Analyse économique du marché résidentiel belge dans une perspective européenne. Récupéré de

https://finances.belgium.be/sites/default/files/downloads/BdocB_2007_Q3f_Didderen.pdf

Geczynski, S.(2007). Étude sur les logements mis en vente en région de Bruxelles-Capitale. Récupéré sur :

http://www.slrblirisnet.be/sites/website/files/rapport_definitif_ventes_immo.pdf

Haut conseil de stabilité financière. (s.d.). Analyse du marché de l'immobilier commercial. Consulté à l'adresse

https://www.economie.gouv.fr/files/files/directions_services/hcsf/HCSF_-_Note_de_synthese_-_Immobilier_commercial_francais.pdf

Mack, A. et Martinez-Garcia, E. (2011). A Cross-Country Quarterly Database of Real House Prices : A Methodological Note. Federal Reserve Bank of Dallas, Globalization and Monetary Policy Institute Working Papers, 2011. <https://doi.org/10.24149/gwp99>

Manceaux,J. (2011). Le marché immobilier belge face aux défis démographiques.

Récupéré de

https://www.ing.be/Assets/content/groups/internet/@public/@bbl/@secr_gen_et_comm/@economic_info/documents/portalcontent/516647_fr.pdf

Sites web

Ardea. (2019). Ardea. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.residence-ardea.be/fr/project/>

Banton, C. (s.d.). How Asset/Liability Management Helps Companies Meet Their Obligations. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse Investopedia website : <https://www.investopedia.com/terms/a/asset-liabilitymanagement.asp>

Banton, C. (s.d.). How Serial Correlations Apply to Stock Movements. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse Investopedia website: <https://www.investopedia.com/terms/s/serial-correlation.asp>

BEL 20 | Euronext. (s.d.). Consulté 6 mai 2019, à l'adresse <https://www.euronext.com/en/products/indices/BE0389555039-XBRU/market-information>

Bolero. (2018). Obligations, brochure destinée aux investisseurs particuliers. Récupéré de <https://www.bolero.be/uploads/media/57470cf71d9ab/obligation-basic.pdf>

Bruxelles logement. (s.d.). À propos des loyers indicatifs de référence. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse loyers.brussels website : <https://loyers.brussels/a-propos-des-loyers-de-reference>

Chen, J. (2018). Covariance. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse Investopedia website: <https://www.investopedia.com/terms/c/covariance.asp>

Chen, J. (2019). How Futures are Traded. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse Investopedia website : <https://www.investopedia.com/terms/f/futures.asp>

Crédit Suisse (2019). Marché immobilier suisse 2018. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse Crédit Suisse website : <https://www.credit-suisse.com/ch/fr/articles/private-banking/schweizer-immobilienmarkt-2018-aufschwung-kommt-wie-gerufen-201802.html>

Edubourse.(2011). Total return. Consulté 5 mai 2019, à l'adresse <https://www.edubourse.com/lexique/total-return.php>

Exchange Services - SWX IAZI Real Estate Indices. (s.d.). Consulté 1 mai 2019, à l'adresse : https://www.sixgroup.com/exchanges/indices/data_centre/customer/iazi_en.html

Hargrave, M. (s.d.). How to Use the Price-to-Rent Ratio. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse Investopedia website : <https://www.investopedia.com/terms/p/price-to-rent-ratio.asp>

Immoweb. (2019). L'Ecrin de Fort Jaco - Hoogwaardige appartementen. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.immoweb.be/nl/zoekertje/nieuwbouw-appartement/te-koop/ukkel/1180/id8042461>

Immoweb. (2019). Sucrerie. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.immoweb.be/fr/annonce/appartement-neuf/a-vendre/molenbeek-st-jean/1080/id7686850>

Investing. (2019). Belgique 3 mois | Belgique 3 mois Rendement de l'Obligation. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://fr.investing.com/rates-bonds/belgium-3-month-bond-yield>

Investing. (2019). Belgique 10 ans | Belgique 10 ans Rendement de l'Obligation. (s.d.). Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://fr.investing.com/rates-bonds/belgium-10-year-bond-yield>

Latour&Petit. (2019). Projets neufs. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://latouretpetit.be/fr/nos-biens/immobilier-neuf/3717215/project>

Latour&Petit. (2019). Projets neufs. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://latouretpetit.be/fr/nos-biens/immobilier-neuf/2028010/project>

Le Français. (2015). Définition du mot immobilier - étymologie du mot. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse Le Français website: <http://www.lefrancais.eu/definition-du-mot-immobilier/>

Loyers.brussels (2019). Homepage. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://loyers.brussels/>

Matexi. (2019). Les Jardins de la Poésie. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.matexi.be/fr/projets/bruxelles/anderlecht-les-jardins-de-la-poiesie>

Matexi. (2019). Berchem-Sainte-Agathe Les Amandiers. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.matexi.be/fr/projets/bruxelles/berchem-sainte-agathe-les-amandiers>

NOA Real Estate. (2019). Appartement à Jette. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.noa-re.be/fr/appartement-a-vendre-a-gaston-jette/3724970/>

NOTAIRE.BE. (2019). Ventes soumises à la TVA | Immobilier. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://www.notaire.be/acheter-louer-emprunter/ventes-soumises-a-la-tva>

Office (2019). Définir et résoudre un problème à l'aide du Solveur. (s.d.). Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://support.office.com/fr-fr/article/d%c3%a9finir-et->

[r%c3%a9soudre-un-probl%c3%a8me-%c3%a0-l-aide-du-solveur-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040](#)

Peoi. (s.d.). Les principes de l'optimisation. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <http://peoi.org/Courses/Coursesfr/invlt/ch/ch4b.html>

Phung, A. (s. d.). Forward Contracts vs. Futures Contracts : What's the Difference. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse Investopedia website: <https://www.investopedia.com/ask/answers/06/forwardsandfutures.asp>

Stadim (2018). stadium-indexen. Consulté à l'adresse <https://www.stadim.be/wp-content/uploads/2019/01/stadim-indexen.pdf>

Statbel (2019). Prix de l'immobilier | Statbel. Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <https://statbel.fgov.be/fr/themes/construction-logement/prix-de-limmobilier>

Statbel (2018). Indexation du loyer | Statbel. (s.d.). Consulté 1 mai 2019, à l'adresse <http://statbel.fgov.be/fr/themes/prix-la-consommation/indexation-du-loyer>
Statbel. (2019). FR_kerncijfers_2018_web1a.pdf. (s. d.). Consulté à l'adresse https://statbel.fgov.be/sites/default/files/files/documents/FR_kerncijfers_2018_web1a.pdf

STOXX. (s.d.). STOXX Digital | STOXX® Europe 600. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://www.stoxx.com/web/stoxxcom/index-details?symbol=SXXP>

S&P 500. (2019). S&P Dow Jones Indices. Consulté 6 mai 2019, à l'adresse <https://us.spindices.com/indices/equity/sp-500>

Trevi. (2019). The forest houses. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse TIN website : <https://www.trevi.be/fr/residentiel/trouver-un-bien/acheter-un-bien-neuf/162/1/the-forest-houses>

We Invest. (2019). Jardins de Baillon, projet immobilier neuf à Forest. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://weinvest.be/fr/projects/jardins-de-baillon>

We Invest. (2019). The Yard, projet immobilier neuf à Anderlecht. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse https://weinvest.be/fr/projects/the-yard?gclid=Cj0KCQjws5HlBRDIARIIsAOomqA0Pa7Qa0jbuRL01ZkhEYqV5FS0xZ_BB_LkbtpHwbK9Kf2sSWGJE2IAgaAhG9EALw_wcB&utm_campaign=the-yard&utm_medium=cpc&utm_source=google

We invest. (2019). Voltaire, projet immobilier neuf à Schaerbeek. Consulté 14 mai 2019, à l'adresse <https://weinvest.be/fr/projects/voltaire>

Wikipedia (2019). Modern portfolio theory. Consulté à l'adresse
https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Modern_portfolio_theory&oldid=894417117

Cours

Oosterlinck,K. (2018). Travaux pratiques-session. Récupéré de
<http://homepages.ulb.ac.be/~koosterl/GESTS301/TP6sol.pdf>

Documents audio-vidéo

Département de physique de l'Université de Sherbrooke. (s.d.). Les lois du mouvement financier. Consulté à l'adresse <https://www.youtube.com/watch?v=V7Pg57XpEjs>

Shane Van Dalsem. (2016). Markowitz Portfolio Optimization. Consulté à l'adresse
https://www.youtube.com/watch?v=CNIVd_b7YJc&t=257s